ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)

ปริญญา

สถิติ	สถิติ
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

Comparisons of Methods for Testing Factorial Effects with Unequal Variances

นามผู้วิจัย นางสาวจิราภา จันทร์หอม

ได้พิจารณา

ประธาน ....

(รองศาสตราจารย์อนันต์ชัย เขื่อนธรรม, M.S.)

กรรมการ ....

(อาจารย์อำไพ ทองธีรภาพ, Ph.D.)

กรรมการ ....

(อาจารย์ทิพย์รัตน์ เลาหวิเชียร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา ....

(รองศาสตราจารย์สายสุดา สมชิต, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ .... **เดือน** .... **พ.ศ.** ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

Comparisons of Methods for Testing Factorial Effects with Unequal Variances

โดย

นางสาวจิราภา จันทร์หอม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ)
พ.ศ. 2550

จิราภา จันทร์หอม 2550: การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สถิติ) สาขาสถิติ ภาควิชาสถิติ ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์อนันต์ชัย เขื่อนธรรม, M.S. 186 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน โดยใช้วิธีการทดสอบ 4 วิธีคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ คือ ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ ในการศึกษาได้กำหนดให้ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน โดยใช้ขนาดของการทดลอง 3 ขนาดคือ 2×2, 3×3 และ 3×4 และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์ 2 ขนาดคือ 6 และ 10 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้จากการจำลองด้วยเทคนิคมอนติคาร์โล กระทำซ้ำ 10,000 ครั้ง ในแต่ละกรณี ผลการวิจัยพบว่า

1. กรณีอัตราส่วนของความแปรปรวนเท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ทำการวิจัย ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณี ยกเว้นในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 และเมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียวสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน

2. กรณีอิทธิพลของแฟคทอเรียลมีค่าแตกต่างกันน้อย เมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ มีอำนาจการทดสอบสูงกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว และกรณีอิทธิพลของแฟคทอเรียลมีค่าแตกต่างกันมาก วิธีการทดสอบทั้ง 4 วิธี มีค่าอำนาจการทดสอบไม่แตกต่างกัน เมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน (เฉพาะกรณีความแตกต่างของความแปรปรวนมีค่าน้อย)

____________________ ____________________ ____ / ____ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Chirapa Chanhom 2007: Comparisons of Methods for Testing Factorial Effects with Unequal Variances. Master of Science (Statistics), Major Field: Statistics, Department of Statistics. Thesis Advisor: Associate Professor Ananchai Khuantham, M.S. 186 pages.

The purpose of this research was to compare the methods for testing factorial effects with unequal variances by using four methods, namely, analysis of variance (ANOVA), Brown and Forsythe's test, the one-stage range test and the one-stage ANOVA test. The criterions of comparison were the ability to control probability of type I errors and the power of the test. The populations considered in this study were normally distributed with equal and unequal variances. There were three sizes of factorial designs: 2×2, 3×3 and 3×4, and two sizes of number of replications per cell: 6 and 10. The data were generated by the Monte Carlo simulation technique and each case was repeated 10,000 times. The results of study were as follows:

1. In the case of equal variance, ANOVA, Brown and Forsythe's test, and the one-stage range test could control probability of type I errors in all cases; the one-stage ANOVA test could also control probability of type I errors in all cases except when the number of replications per cell was 10, in testing interactions. When the variances were unequal, Brown and Forsythe's test, the one-stage range test and the one-stage ANOVA test could control probability of type I errors more effectively than ANOVA.

2. In the case of low difference in factorial effects and equal or unequal variances, ANOVA and Brown and Forsythe's test had higher test powers than the one-stage range test and the one-stage ANOVA test. In the case of high difference in factorial effects, the powers of all four tests were not different when the ratios of variances were equal or unequal (in the case that difference of variance was low).

____________________________ ____________________________ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รศ. อนันต์ชัย เขื่อนธรรม ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร. อำไพ ทองธีรภาพ กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชาเอก และ ดร. ทิพย์รัตน์ เลาหวิเชียร กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชารอง ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ดร. วรัทยา ธรรมกิตติภพ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยกรุงเทพที่ให้โอกาสและสนับสนุนทุนการศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจมาตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติผู้ใหญ่ที่เคารพ พร้อมทั้งขอบคุณน้องชาย รวมทั้งเพื่อน ๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในหลาย ๆ ด้าน และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จได้

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนจนมีความรู้จนถึงปัจจุบัน

จิราภา จันทร์หอม

พฤษภาคม 2550

สารบัญ

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตาราง (ต่อ)

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

สารบัญภาพ

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า

สารบัญภาพ (ต่อ)

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Y_{ijk}	=	ค่าสังเกตที่ k ของปัจจัย A ระดับที่ i และปัจจัย B ระดับที่ j
μ	=	ค่าเฉลี่ยรวม
τ_i	=	อิทธิพลหลักของปัจจัย A (Main effect A) ในระดับที่ i
β_j	=	อิทธิพลหลักของปัจจัย B (Main effect B) ในระดับที่ j
$(\tau\beta)_{ij}$	=	อิทธิพลร่วม (Interaction) ของปัจจัย A ระดับที่ i และ B ระดับที่ j
ε_{ijk}	=	ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มของค่าสังเกตที่ k ของปัจจัย A ระดับที่ i และปัจจัย B ระดับที่ j
$Y_{i..}$	=	ผลรวมค่าสังเกตของปัจจัย A ระดับที่ i
$Y_{.j.}$	=	ผลรวมค่าสังเกตของปัจจัย B ระดับที่ j
$Y_{...}$	=	ผลรวมค่าสังเกตทั้งหมด
$\overline{Y}_{i..}$	=	ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของปัจจัย A ระดับที่ i
$\overline{Y}_{.j.}$	=	ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของปัจจัย B ระดับที่ j
$\overline{Y}_{...}$	=	ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด
n	=	จำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์
ϕ	=	ค่าความแตกต่างของความแปรปรวน
F	=	วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน
BF	=	วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์
CH1	=	วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว
CH2	=	วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว

การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

Comparisons of Methods for Testing Factorial Effects with Unequal Variances

คำนำ

การศึกษาในงานวิจัยต่างๆ โดยเฉพาะในการวิจัยเชิงทดลอง นอกจากผู้วิจัยจะมีความสามารถในการออกแบบการทดลองและทำความเข้าใจเรื่องที่ศึกษาแล้ว ยังต้องอาศัยความรู้ทางด้านสถิติเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปของงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ การสรุปผลจะมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับการเลือกวิธีการทดสอบที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่ทำการวิจัย วิธีการทดสอบแต่ละวิธีต่างก็มีข้อสมมติเบื้องต้น (Assumptions) เกี่ยวกับลักษณะของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้วิธีการทดสอบให้สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูลจะส่งผลให้ผลสรุปที่ได้จากการวิจัยมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือยิ่งขึ้น

ในงานวิจัยเชิงทดลองส่วนมากมักจะสนใจที่จะทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากร ในกรณีต้องการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของประชากรเดียว หรือ 2 ประชากร ตัวสถิติทดสอบที่นำมาใช้คือ ตัวสถิติทดสอบ Z (Z-test) หรือตัวสถิติทดสอบที (t-test) ส่วนในกรณีตั้งแต่ 2 ประชากรขึ้นไป โดยปกติทั่วไปมักใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ (F-test) ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) ซึ่งวิธีการนี้จะต้องทำการทดสอบภายใต้ข้อสมมติเบื้องต้น คือ ประชากรที่นำมาทดสอบต้องมีการแจกแจงแบบปกติ การสุ่มตัวอย่างแต่ละชุดจากประชากรจะต้องเป็นอิสระต่อกัน และประชากรแต่ละกลุ่มต้องมีความแปรปรวนเท่ากัน แต่ในทางปฏิบัติข้อสมมตินี้อาจไม่เป็นจริง กล่าวคือลักษณะของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์อาจไม่เป็นไปตามข้อสมมติเบื้องต้นบางประการ เช่น ถ้าประชากรที่ศึกษาแต่ละกลุ่มมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน แล้วผู้วิจัยยังคงใช้ตัวสถิติทดสอบเอฟ ผลสรุปที่ได้อาจขัดแย้งกับความเป็นจริง ในกรณีนี้ผู้วิจัยสามารถแก้ไขได้โดยการแปลงข้อมูล (Transformation of data) ให้มีความแปรปรวนเท่ากันแล้วนำข้อมูลที่แปลงมาวิเคราะห์ความแปรปรวน แต่บางครั้งจะพบว่าการแปลงข้อมูลมีความยุ่งยากและซับซ้อนเกินไปหรือไม่สามารถแปลงข้อมูลให้มีความแปรปรวนเท่ากันได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกใช้วิธีทดสอบแบบอื่นที่เหมาะสมกว่า

จากปัญหาที่เกิดขึ้นนี้เอง ได้มีนักสถิติหลายท่านได้คิดค้นและพัฒนาวิธีการทดสอบที่มีคุณสมบัติที่ดีและเหมาะสมเพื่อใช้วิเคราะห์เมื่อลักษณะข้อมูลที่นำมาทดสอบมีคุณสมบัติไม่ตรงกับข้อสมมติเบื้องต้น กล่าวคือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน เช่น วิธีการทดสอบที่เสนอโดยบราวน์และฟอร์ไซต์ (Brown and Forsythe, 1974a) วิธีการทดสอบที่เสนอโดยเชนและเชน (Chen and Chen, 1998, 2001) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากรที่มีมากกว่า 2 กลุ่ม และไม่มีข้อสมมติเบื้องต้นเกี่ยวกับความเท่ากันของความแปรปรวน ซึ่งทั้งสองวิธีสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ทั้งข้อมูลที่ถูกจำแนกทางเดียว (One-way classification) และข้อมูลที่ถูกจำแนกสองทาง (Two-way classification)

งานวิจัยนี้สนใจเปรียบเทียบวิธีการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และความแปรปรวนไม่เท่ากัน สำหรับการทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนทดลองสุ่มสมบูรณ์ (Factorial experiment in CRD) โดยใช้วิธีทดสอบ 4 วิธี คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ (Brown and Forsythe’s test) วิธีการทดสอบของเชนและเชน 2 วิธี คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว (One-stage ANOVA test) และการทดสอบพิสัยขั้นเดียว (One-stage range test) มาเปรียบเทียบกัน โดยใช้การจำลองข้อมูลด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น (Monte Carlo simulation technique) ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนด

1. วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบวิธีทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียลสำหรับการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 วิธี ได้แก่

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวน
2. วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์
3. วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว
4. วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว

2. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

2.1 เพื่อให้ผู้วิเคราะห์ศึกษาวิธีการวิเคราะห์สำหรับข้อมูลที่ถูกจำแนกสองทาง กรณีที่มีการแจกแจงแบบปกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

2.2 เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้วิเคราะห์ข้อมูลเลือกวิธีทดสอบที่เหมาะสม สำหรับการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล สำหรับข้อมูลที่ถูกจำแนกสองทางที่มีการแจกแจงแบบปกติ และมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

3. ขอบเขตการวิจัย

3.1 วิธีการทดสอบที่ใช้ในการเปรียบเทียบการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียลจำนวน 4 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียวและวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว

3.2 ตัวแบบ (Model) ที่ศึกษาเป็นตัวแบบปัจจัยกำหนด (Fixed model) ในการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ที่มี 2 ปัจจัย (Factor) ซึ่งมีตัวแบบดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ $i = 1, 2, \ldots, a$, $j = 1, 2, \ldots, b$ และ $k = 1, 2, \ldots, n$

โดยที่ Y_{ijk} คือ ค่าสังเกตที่ k ของปัจจัย A ระดับที่ i และปัจจัย B ระดับที่ j

μ คือ ค่าเฉลี่ยรวม

τ_i คือ อิทธิพลหลักของปัจจัย A (Main effect A) ในระดับที่ i

β_j คือ อิทธิพลหลักของปัจจัย B (Main effect B) ในระดับที่ j

$(\tau\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลร่วม (Interaction) ของปัจจัย A ระดับที่ i และ B ระดับที่ j

ε_{ijk} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มของค่าสังเกตที่ k ของปัจจัย A ระดับที่ i และปัจจัย B ระดับที่ j โดย ε_{ijk} มีการแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่า 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ_{ij}^2

3.3 กำหนดขนาดของการทดลองเป็น 2×2, 3×3 และ 3×4

3.4 กำหนดจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 และ 10

3.5 กำหนดค่าอิทธิพลหลัก A (τ_i) อิทธิพลหลัก B (β_j) และอิทธิพลร่วม ($(\tau\beta)_{ij}$) โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไข $\sum_{i=1}^{a}\tau_i = 0$, $\sum_{j=1}^{b}\beta_j = 0$ และ $\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}(\tau\beta)_{ij} = 0$ สำหรับขนาดของการทดลอง 2×2, 3×3 และ 3×4 ได้ดังตารางที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงการกำหนดค่าของอิทธิพลหลัก A (τ_i) อิทธิพลหลัก B (β_j) และอิทธิพลร่วม ($(\tau\beta)_{ij}$) สำหรับขนาดของการทดลอง 2×2

ชุดที่	τ_i i = 1, 2, …, a	β_j j = 1, 2, …, b	$(\tau\beta)_{ij}$ i = 1, 2, …, a และ j = 1, 2, …, b
1	(0, 0)	(0, 0)	(0, 0, 0, 0)
2	(0, 0)	(-0.5, 0.5)	(0, 0, 0, 0)
3	(0, 0)	(-1.5, 1.5)	(0, 0, 0, 0)
4	(-0.5, 0.5)	(-0.5, 0.5)	(0, 0, 0, 0)
5	(-1.5, 1.5)	(-1.5, 1.5)	(0, 0, 0, 0)
6	(0, 0)	(0, 0)	(-0.5, -0.5, 0.5, 1.5)

ตารางที่ 2 แสดงการกำหนดค่าของอิทธิพลหลัก A (τ_i) อิทธิพลหลัก B (β_j) และอิทธิพลร่วม (($\tau\beta)_{ij}$) สำหรับขนาดของการทดลอง 3×3

ชุดที่	τ_i i = 1, 2, …, a	β_j j = 1, 2, …, b	$(\tau\beta)_{ij}$ i = 1, 2, …, a และ j = 1, 2, …, b
1	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
2	(0, 0, 0)	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
3	(0, 0, 0)	(-1.5, 0, 1.5)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
4	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0.5)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
5	(-1.5, 0, 1.5)	(-1.5, 0, 1.5)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
6	(0, 0, 0)	(0, 0, 0)	(-0.75, -0.75, -0.75, -0.75, 0, 0.75, -0.75, 0.75, 2.25)

ตารางที่ 3 แสดงการกำหนดค่าของอิทธิพลหลัก A (τ_i) อิทธิพลหลัก B (β_j) และอิทธิพลร่วม (($\tau\beta)_{ij}$) สำหรับขนาดของการทดลอง 3×4

ชุดที่	τ_i i = 1, 2, …, a	β_j j = 1, 2, …, b	$(\tau\beta)_{ij}$ i = 1, 2, …, a และ j = 1, 2, …, b
1	(0, 0, 0)	(0, 0, 0, 0)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
2	(0, 0, 0)	(-0.5, 0, 0, 0.5)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
3	(0, 0, 0)	(-1.5, -0.5, 0.5, 1.5)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
4	(-0.5, 0, 0.5)	(-0.5, 0, 0, 0.5)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
5	(-1.5, 0, 1.5)	(-1.5, -0.5, 0.5, 1.5)	(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)
6	(0, 0, 0)	(0, 0, 0, 0)	(-1.5, -1.5, -1.5, -1.5, -1.5, -0.5, 0.5, 1.5, -1.5, 0.5, 2.5, 4.5)

3.6 กำหนดอัตราความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของแต่ละทรีทเมนต์คอมบิเนชั่นได้ตามตารางที่ 4-6

3.7 กำหนดระดับนัยสำคัญ (α) ที่ใช้ในการทดสอบเป็น 0.01 และ 0.05

3.8 การวิจัยครั้งนี้จำลองการทดลองโดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น จำนวนทั้งหมด 288 ลักษณะ โดยในแต่ละลักษณะของประชากรจะจำลองข้อมูล 10,000 ครั้ง

ตารางที่ 4 แสดงการกำหนดอัตราความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในระดับที่แตกต่างกัน กรณีขนาดของการทดลองเป็น 2×2

ระดับความแตกต่าง	ค่าความแตกต่าง (ϕ)	ค่าความแปรปรวนในแต่ละทรีทเมนต์คอมบิเนชั่น (i, j)			
		(1, 1)	(1, 2)	(2, 1)	(2, 2)
ไม่มี	0	1.0	1.0	1.0	1.0
น้อย	1.12	1.0	1.8	2.8	4.0
ปานกลาง	2.62	1.0	2.5	4.5	8.0
มาก	5.68	1.0	4.0	9.0	16.0

ตารางที่ 5 แสดงการกำหนดอัตราความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในระดับที่แตกต่างกัน กรณีขนาดของการทดลองเป็น 3×3

ระดับความแปรปรวน	ค่าความแตกต่าง (ϕ)	ค่าความแปรปรวนในแต่ละทรีทเมนต์คอมบิเนชั่น (i, j)								
		(1, 1)	(1, 2)	(1, 3)	(2, 1)	(2, 2)	(2, 3)	(3, 1)	(3, 2)	(3, 3)
ไม่มี	0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
น้อย	0.98	1.0	1.1	1.3	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	4.0
ปานกลาง	2.35	1.0	1.2	1.6	2.2	3.0	4.0	5.2	6.6	8.0
มาก	4.99	1.0	1.4	2.2	3.4	5.0	7.1	9.6	12.6	16.0

ตารางที่ 6 แสดงการกำหนดอัตราความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนในระดับที่แตกต่างกัน กรณีขนาดของการทดลองเป็น 3×4

ระดับความแปรปรวน	ค่าความแตกต่าง (ϕ)	ค่าความแปรปรวนในแต่ละทรีทเมนต์คอมบิเนชั่น (i, j)											
		(1,1)	(1,2)	(1,3)	(1,4)	(2,1)	(2,2)	(2,3)	(2,4)	(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,4)
ไม่มี	0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
น้อย	0.96	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.0
ปานกลาง	2.24	1.0	1.3	1.5	1.9	2.4	3.0	3.6	4.3	5.1	6.0	7.0	8.0
มาก	4.76	1.0	1.6	2.4	3.3	4.4	5.6	7.0	8.5	10.1	11.9	13.8	16.0

4. เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการทดสอบ

4.1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 (Probability of type I error)

ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 หาได้โดยนับจำนวนการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักนั้นเป็นจริง จากการกระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ที่ศึกษาจำนวน 10,000 ครั้ง

เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการทดสอบจะใช้เกณฑ์ของ Cochran (1954) ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ใช้ประโยชน์ในการพิจารณาความน่าจะเป็นของความคลาดประเภทที่ 1 จากการทดลองเพื่อพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญต่าง ๆ โดยถ้าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.007 และ 0.015 สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ ถ้าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 จากผลการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.04 และ 0.06 สำหรับการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะสรุปได้ว่า วิธีการทดสอบนั้นสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในระดับนัยสำคัญที่กำหนด

4.2 อำนาจการทดสอบ (Power of the test)

โดยการหาความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อสมมติฐานหลักนั้นเป็นเท็จ จากการกระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ที่ศึกษาจำนวน 10,000 ครั้ง วิธีการทดสอบที่มีค่าความน่าจะเป็นมากกว่าถือว่ามีอำนาจการทดสอบสูงกว่า

การตรวจเอกสาร

วิธีการทางสถิติ

1. แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial experiment)

แผนการทดลองแบบแฟคทอเรียลเป็นการทดลองเพื่อต้องการทดสอบอิทธิพลของสิ่งที่ศึกษาตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไป เราจะเรียกสิ่งทดลองว่า ปัจจัย (Factor) ซึ่งแต่ละปัจจัยจะแบ่งออกได้หลายระดับ (Level) สมมติว่าทำการทดลองประกอบด้วย 2 ปัจจัย คือ ปัจจัย A และ B ซึ่งมี 2 ระดับทั้งคู่ จะเรียกว่าการทดลองแบบแฟคทอเรียลขนาด 2×2 หรือ 2^2 แฟคทอเรียล ที่มีการรวมกันของระดับต่าง ๆ ของสองปัจจัย เรียกว่า ทรีทเมนต์คอมบิเนชั่น (Treatment combination) ได้ทั้งหมด 4 ทรีทเมนต์คอมบิเนชั่น การทดลองแบบแฟคทอเรียลสามารถวางแผนได้หลายแบบ เช่น การทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนทดลองสุ่มสมบูรณ์ (Factorial experiment in CRD) การทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Factorial experiment in RBD) และ การทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนทดลองแบบลาตินสแควร์ (Factorial experiment in LS)

ในงานวิจัยครั้งนี้จะศึกษาโดยใช้การทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนทดลองสุ่มสมบูรณ์ (Factorial experiment in CRD) สำหรับกรณีที่มี 2 ปัจจัย แต่ละปัจจัยเป็นแบบกำหนด (Fixed model) ซึ่งมีตัวแบบ (Model) ดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ $i = 1, 2, \ldots, a$, $j = 1, 2, \ldots, b$ และ $k = 1, 2, \ldots, n$

โดยที่ Y_{ijk} คือ ค่าสังเกตที่ k ของปัจจัย A ระดับที่ i และปัจจัย B ระดับที่ j

μ คือ ค่าเฉลี่ยรวม

τ_i คือ อิทธิพลหลักของปัจจัย A (Main effect A) ในระดับที่ i

β_j คือ อิทธิพลหลักของปัจจัย B (Main effect B) ในระดับที่ j

$(\tau\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลร่วม (Interaction) ของปัจจัย A ระดับที่ i และ B ระดับที่ j

ε_{ijk} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสุ่มของค่าสังเกตที่ k ของปัจจัย A ระดับที่ i และปัจจัย B ระดับที่ j โดย ε_{ijk} มีการแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่า 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2

ตารางที่ 7 แสดงลักษณะข้อมูลของการทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนทดลองสุ่มสมบูรณ์

ปัจจัย A	ปัจจัย B 1	2	…	b	รวม	เฉลี่ย
1	$Y_{111}, Y_{112}, \ldots, Y_{11n}$	$Y_{121}, Y_{122}, \ldots, Y_{12n}$	…	$Y_{1b1}, Y_{1b2}, \ldots, Y_{1bn}$	$Y_{1..}$	$\overline{Y}_{1..}$
2	$Y_{211}, Y_{212}, \ldots, Y_{21n}$	$Y_{221}, Y_{222}, \ldots, Y_{22n}$	…	$Y_{2b1}, Y_{2b2}, \ldots, Y_{2bn}$	$Y_{2..}$	$\overline{Y}_{2..}$
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
a	$Y_{a11}, Y_{a12}, \ldots, Y_{a1n}$	$Y_{a21}, Y_{a22}, \ldots, Y_{a2n}$	…	$Y_{ab1}, Y_{ab2}, \ldots, Y_{abn}$	$Y_{a..}$	$\overline{Y}_{a..}$
รวม	$Y_{.1.}$	$Y_{.2.}$	…	$Y_{.b.}$	$Y_{...}$	
เฉลี่ย	$\overline{Y}_{.1.}$	$\overline{Y}_{.2.}$	…	$\overline{Y}_{.b.}$		$\overline{Y}_{...}$

เมื่อ $Y_{i..}$ คือ ผลรวมค่าสังเกตของปัจจัย A ระดับที่ i

$Y_{.j.}$ คือ ผลรวมค่าสังเกตของปัจจัย B ระดับที่ j

$Y_{...}$ คือ ผลรวมค่าสังเกตทั้งหมด

$\overline{Y}_{i..}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของปัจจัย A ระดับที่ i

$\overline{Y}_{.j.}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตของปัจจัย B ระดับที่ j

$\overline{Y}_{...}$ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด

การทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ ต้องการทดสอบเกี่ยวกับอิทธิพลของแฟคทอเรียล ว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ โดยมีสมมติฐานการทดสอบดังนี้

1. ทดสอบอิทธิพลร่วม (Interaction) ระหว่างปัจจัย A และ B

   $H_0 : (\tau\beta)_{ij} = 0$ สำหรับทุกค่าของ i, j

   $H_1 : (\tau\beta)_{ij} \neq 0$ สำหรับ i, j อย่างน้อย 1 คู่

2. ทดสอบอิทธิพลหลัก A (Main effect A)

   $H_0 : \tau_i = 0$ สำหรับทุกค่าของ i

   $H_1 : \tau_i \neq 0$ สำหรับค่า i อย่างน้อย 1 คู่

3. ทดสอบอิทธิพลหลัก B (Main effect B)

   $H_0 : \beta_j = 0$ สำหรับทุกค่าของ j

   $H_1 : \beta_j \neq 0$ สำหรับค่า j อย่างน้อย 1 คู่

2. วิธีการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล

งานวิจัยนี้จะศึกษาวิธีการทดสอบ 4 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว รายละเอียดของแต่ละวิธีการทดสอบมีดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวน สำหรับการทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนทดสอบแบบสุ่มสมบูรณ์ที่มี 2 ปัจจัย เมื่อปัจจัย A และ B เป็นแบบกำหนด แสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลจากตารางที่ 7

Source of variance	Degree of freedom	Sum of squares	Mean square
A	a-1	$SS_A = \frac{1}{bn}\sum_{i=1}^{a} Y_{i..}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$	$MS_A = \frac{SS_A}{a-1}$
B	b-1	$SS_B = \frac{1}{an}\sum_{j=1}^{b} Y_{.j.}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$	$MS_B = \frac{SS_B}{b-1}$
AB	(a-1)(b-1)	$SS_{AB} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y_{ij.}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn} - SS_A - SS_B$	$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(a-1)(b-1)}$
Error	ab(n-1)	$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB}$	$MS_E = \frac{SS_E}{ab(n-1)}$
Total	abn-1	$SS_T = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n} Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn}$	

ตัวทดสอบสถิติ คือ

2.1.1 ทดสอบอิทธิพลหลัก A

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_E} \tag{1}$$

จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า F_A มีค่ามากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง F ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดและองศาความเป็นอิสระเท่ากับ (a-1) และ ab(n-1)

2.1.2 ทดสอบอิทธิพลหลัก B

$$F_B = \frac{MS_B}{MS_E} \tag{2}$$

จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า F_B มีค่ามากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง F ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดและองศาความเป็นอิสระเท่ากับ (b-1) และ ab(n-1)

2.1.3 ทดสอบอิทธิพลร่วม AB

$$F_{AB} = \frac{MS_{AB}}{MS_E} \tag{3}$$

จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า F_{AB} มีค่ามากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง F ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดและองศาความเป็นอิสระเท่ากับ (a-1)(b-1) และ ab(n-1)

2.2 วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์

Brown and Forsythe (1974a) ได้เสนอวิธีเพื่อใช้ทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลจำแนกสองทางที่มีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนไม่เท่ากัน โดยมีรายละเอียดของวิธีการทดสอบดังนี้

2.2.1 ทดสอบอิทธิพลหลัก A

$$BF_A = \frac{bn\sum_{i=1}^{a}(\overline{Y}_{i..} - \overline{Y}_{...})^2/(a-1)}{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(Y_{ijk} - \overline{Y}_{ij.})^2/ab(n-1)} \tag{4}$$

ซึ่งเป็นค่าเดียวกับค่า F_A ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า BF_A มีค่ามากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง F ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดและองศาความเป็นอิสระเท่ากับ (a-1) และ f

2.2.2 ทดสอบอิทธิพลหลัก B

$$BF_B = \frac{an\sum_{j=1}^{b}(\overline{Y}_{.j.} - \overline{Y}_{...})^2 /(b-1)}{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(Y_{ijk} - \overline{Y}_{ij.})^2 / ab(n-1)} \tag{5}$$

ซึ่งเป็นค่าเดียวกับค่า F_B ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า BF_B มีค่ามากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง F ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดและองศาความเป็นอิสระเท่ากับ (b-1) และ f

2.2.3 ทดสอบอิทธิพลร่วม AB

$$BF_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(\overline{Y}_{ij.} - \overline{Y}_{i..} - \overline{Y}_{.j.} + \overline{Y}_{...})^2 /(a-1)(b-1)}{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(Y_{ijk} - \overline{Y}_{ij.})^2 / ab(n-1)} \tag{6}$$

ซึ่งเป็นค่าเดียวกับค่า F_{AB} ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า BF_{AB} มีค่ามากกว่าค่า F ที่ได้จากการเปิดตาราง F ที่ระดับนัยสำคัญที่กำหนดและองศาความเป็นอิสระเท่ากับ (a-1)(b-1) และ f เมื่อ

$$f = \frac{1}{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} c_{ij}^2 /(n-1)} \tag{7}$$

$$c_{ij} = \frac{S_{ij}^2}{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} S_{ij}^2} \tag{8}$$

$$S_{ij}^2 = \frac{\sum_{k=1}^{n}(Y_{ijk} - \overline{Y}_{ij.})^2}{n-1} \tag{9}$$

2.3 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว

Chen and Chen (1998) ได้เสนอวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียวเพื่อใช้ทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลจำแนกสองทางที่มีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนไม่เท่ากัน โดยมีรายละเอียดของวิธีการทดสอบดังนี้

2.3.1 สุ่มตัวอย่างขนาด n ($n \geq 3$) ในแต่ละเซลล์

2.3.2 คำนวณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวอย่าง โดยใช้ค่าสังเกตจำนวน n–1 แรก (หรือโดยการสุ่ม) โดย

$$\overline{Y}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{n-1} Y_{ijk}}{n-1} \tag{10}$$

$$S_{ij}^2 = \frac{\sum_{k=1}^{n-1}(Y_{ijk} - \overline{Y}_{ij.})^2}{n-2} \tag{11}$$

2.3.3 คำนวณค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักโดย

$$\overline{\widetilde{Y}}_{i..} = \frac{1}{b}\sum_{j=1}^{b} \widetilde{Y}_{ij.} \tag{12}$$

$$\bar{\tilde{Y}}_{.j.} = \frac{1}{a}\sum_{i=1}^{a}\tilde{Y}_{ij.} \tag{13}$$

$$\bar{\tilde{Y}}_{...} = \frac{1}{ab}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\tilde{Y}_{ij.} \tag{14}$$

เมื่อ

$$\tilde{Y}_{ij.} = \sum_{k=1}^{n-1}U_{ij}Y_{ijk} + \sum_{k=n-1}^{n}V_{ij}Y_{ijk} \tag{15}$$

$$U_{ij} = \frac{1}{n}+\frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{n-1}\left(\frac{S^2_{max}}{S^2_{ij}}-1\right)} \tag{16}$$

$$V_{ij} = \frac{1}{n}-\frac{1}{n}\sqrt{(n-1)\left(\frac{S^2_{max}}{S^2_{ij}}-1\right)} \tag{17}$$

เมื่อ S^2_{max} เป็นค่าสูงสุดของ S^2_{ij} ของแต่ละเซลล์ เมื่อ i = 1, 2, …, a และ j = 1, 2, …, b

2.3.4 ทดสอบอิทธิพลหลัก A

$$\tilde{F}_A = \sum_{i=1}^{a}\frac{(\bar{\tilde{Y}}_{i..} - \bar{\tilde{Y}}_{...})^2}{S^2_{max}/n} \tag{18}$$

ถ้า $n \leq 8$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อค่า $\tilde{F}_A$ ที่คำนวณมีค่ามากกว่าค่า $\tilde{F}_{a,b,df}$ ที่ได้จากตารางผนวกที่ ข1 เมื่อ df = n-2 และถ้า $n > 8$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก เมื่อค่า $\tilde{F}_A$ ที่คำนวณมีค่ามากกว่า $\left(\frac{n-2}{n-4}\right)\cdot\chi^2_{(a-1)}$

2.3.5 ทดสอบอิทธิพลหลัก B

$$\tilde{F}_B = \sum_{j=1}^{b} \frac{(\bar{\bar{\tilde{Y}}}_{.j.} - \bar{\bar{\tilde{Y}}}_{...})^2}{S^2_{max} / n} \quad (19)$$

ถ้า $n \le 8$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า $\tilde{F}_B$ ที่คำนวณมีค่ามากกว่าค่า $\tilde{F}_{b,a,df}$ ที่ได้จากตารางผนวกที่ ข1 เมื่อ df = n-2 และถ้า $n > 8$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า $\tilde{F}_B$ ที่คำนวณมีค่ามากกว่า $\left(\frac{n-2}{n-4}\right) \cdot \chi^2_{(b-1)}$

2.3.6 ทดสอบอิทธิพลร่วม AB

$$\tilde{F}_{AB} = \sum_{i=1}^{a} \sum_{j=1}^{b} \frac{(\tilde{Y}_{ij.} - \bar{\bar{\tilde{Y}}}_{i..} - \bar{\bar{\tilde{Y}}}_{.j.} + \bar{\bar{\tilde{Y}}}_{...})^2}{S^2_{max} / n} \quad (20)$$

ถ้า $n \le 8$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า $\tilde{F}_{AB}$ ที่คำนวณมีค่ามากกว่าค่า $\tilde{F}^*_{a,b,df}$ ที่ได้จากตารางผนวกที่ ข2 เมื่อ df = n-2 และถ้า $n > 8$ จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า $\tilde{F}_{AB}$ ที่คำนวณมีค่ามากกว่า $\left(\frac{n-2}{n-4}\right) \cdot \chi^2_{(a-1)(b-1)}$

2.4 วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว

Chen and Chen (2000) ได้เสนอวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวเพื่อใช้ทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลจำแนกสองทางที่มีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนไม่เท่ากัน โดยมีรายละเอียดของวิธีการทดสอบดังนี้

2.4.1 สุ่มตัวอย่างขนาด n ($n \ge 3$) ในแต่ละเซลล์

2.4.2 คำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามสมการ (10)-(17) ของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน

2.4.3 ทดสอบอิทธิพลหลัก A

$$R_A = \frac{\bar{\tilde{Y}}_{i\max} - \bar{\tilde{Y}}_{i\min}}{\sqrt{S^2_{\max}/n}} \tag{21}$$

เมื่อ $\bar{\tilde{Y}}_{i\max}$ และ $\bar{\tilde{Y}}_{i\min}$ เป็นค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของ $\bar{\tilde{Y}}_{1..},\ldots,\bar{\tilde{Y}}_{a..}$ ตามลำดับ และจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า R_A มีค่ามากกว่าค่า $R_{b,a,\nu}$ ที่ได้จากตารางผนวกที่ ข3 เมื่อ $\nu = n - 2$

2.4.5 ทดสอบอิทธิพลหลัก B

$$R_B = \frac{\bar{\tilde{Y}}_{j\max} - \bar{\tilde{Y}}_{j\min}}{\sqrt{S^2_{\max}/n}} \tag{22}$$

เมื่อ $\bar{\tilde{Y}}_{j\max}$ และ $\bar{\tilde{Y}}_{j\min}$ เป็นค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของ $\bar{\tilde{Y}}_{.1.},\ldots,\bar{\tilde{Y}}_{.b.}$ ตามลำดับ และจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า R_B มีค่ามากกว่าค่า $R_{a,b,\nu}$ ที่ได้จากตารางผนวกที่ ข3 เมื่อ $\nu = n - 2$

2.4.6 ทดสอบอิทธิพลร่วม AB

$$R_{AB} = \max_{\forall i,j} \left| \frac{\tilde{Y}_{ij.} - \bar{\tilde{Y}}_{i..} - \bar{\tilde{Y}}_{.j.} + \bar{\tilde{Y}}_{...}}{\sqrt{S^2_{\max}/n}} \right| \tag{23}$$

จะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อค่า R_{AB} ค่ามากกว่าค่า $R^*_{a,b,\nu}$ ที่ได้จากตารางผนวกที่ ข4 เมื่อ $\nu = n - 2$

3. คุณสมบัติและลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution)

ตัวแปรสุ่ม X มีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ ด้วยพารามิเตอร์ μ และ σ^2 ถ้า X มีฟังก์ชันความหนาแน่นของการแจกแจง

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2\right] \; ; -\infty < x < \infty \qquad (24)$$

เมื่อ μ เป็นพารามิเตอร์แทนค่าเฉลี่ยของประชากร

σ^2 เป็นพารามิเตอร์แทนความแปรปรวนของประชากร

การแจกแจงแบบปกติมีลักษณะและคุณสมบัติดังนี้

3.1 ลักษณะของโค้งเป็นแบบระฆังคว่ำ (Bell shaped) และมียอดเดียว (Unimodal) อยู่ที่จุดกึ่งกลางของเส้นโค้ง

3.2 มีค่าเฉลี่ย (Mean) มัธยฐาน (Median) และฐานนิยม (Mode) เป็นจุดเดียวกันหรือมีค่าเท่ากันอยู่ที่จุดกึ่งกลาง ซึ่งแบ่งพื้นที่เส้นโค้งปกติออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน

3.3 ปลายทั้งสองข้างของเส้นโค้งจะค่อย ๆ ลาดลงสู่แกนนอน (Horizontal axis) และยื่นออกไปทั้งสองข้างอย่างไม่มีที่สิ้นสุด แต่จะไม่แตะแกนนอน ปลายทั้งสองข้างของเส้นโค้งปกติจะมีระยะตั้งแต่ $-\infty$ ถึง ∞

3.4 มีความโด่ง (Kurtosis) ของเส้นโค้งเท่ากับ 3 ซึ่งเรียกว่า เมโซเคอร์ติก (Mesokurtic) และค่าความเบ้ (Skewness) เท่ากับศูนย์

3.5 μ เป็นตัวกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของเส้นโค้ง และ σ^2 เป็นตัวกำหนดลักษณะของเส้นโค้งว่าจะแบนหรือโด่งอย่างไร

3.6 ถ้าลากเส้นตั้งฉากจากแกนนอนไปยังเส้นโค้ง โดยที่เส้นดังกล่าวห่างจากค่าเฉลี่ย (μ) ทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของระยะหนึ่งเท่า สองเท่าและสามเท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) แล้ว พื้นที่ที่ปิดกั้นเส้นตั้งฉากกับเส้นโค้งปกติจะเท่ากับ 68.27%, 95.45% และ 99.73% ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ

4. การกำหนดระดับความแตกต่างของความแปรปรวน

Games et al. (1972) แนะนำค่าพารามิเตอร์ไร้ศูนย์กลาง (Noncentrality parameter) ϕ เป็นเกณฑ์วัดความแตกต่างของความแปรปรวนของประชากร โดยที่อัตราส่วนของความแปรปรวนมีความแตกต่างกันน้อยเมื่อ $0 < \phi \leq 1.5$ อัตราส่วนของความแปรปรวนมีความแตกต่างกันปานกลางเมื่อ $1.5 < \phi \leq 3.0$ และอัตราส่วนของความแปรปรวนมีความแตกต่างกันมาก เมื่อ $\phi > 3.0$ โดยที่ ϕ หาได้จากสูตร

$$\phi^2 = \frac{1}{(ab\sigma_1^2)} \sum_{i=1}^{a} \sum_{j=1}^{b} \left(\sigma_{ij}^2 - \overline{\sigma}^2\right)^2 \qquad (25)$$

เมื่อ $\overline{\sigma}^2$ คือ ค่าเฉลี่ยของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนทั้งหมด

σ_{ij}^2 คือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของทรีทเมนต์คอมบิเนชั่น (i, j)

σ_1^2 คือ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยที่สุด

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิ่งทอง (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากร ที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน สำหรับข้อมูลจำแนกทางเดียว โดยใช้ตัวสถิติทดสอบ ANOVA F-test การแปลงข้อมูลเป็นค่าลอกการิทึม ตัวสถิติทดสอบแบบ Trimmed F ตัวสถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe และตัวสถิติทดสอบแบบเอฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill and Deal โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น ทำซ้ำ 600 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และ 0.01 ผลการศึกษาพบว่า ตัวสถิติทดสอบทั้ง 5 วิธี สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ ในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติที่มีอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แต่กรณีที่อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงมาตรฐานแตกต่างกัน ตัวสถิติทดสอบแบบเอฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill and Deal และตัวสถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตัวสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test และสถิติทดสอบแบบเอฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill and Deal มีค่าอำนาจการทดสอบสูงในกรณีที่ประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ที่มีอัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แต่ในกรณีที่อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแตกต่างเป็น (1 : 1.1 : 1.2), (1 : 1.3 : 1.4) และ (1 : 1.8 : 2) ทุกขนาดตัวอย่าง ตัวสถิติทดสอบแบบเอฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill and Deal มีค่าอำนาจการทดสอบสูง แต่ในกรณีที่อัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแตกต่างเป็น (1 : 2 : 3) และ (1 : 3 : 5) สามารถใช้ตัวสถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe ทุกขนาดตัวอย่าง หรือตัวสถิติทดสอบแบบเอฟที่ใช้ค่าเฉลี่ยของ Graybill and Deal แต่มีข้อจำกัดว่าขนาดตัวอย่างแต่ละกลุ่มต้องแตกต่างกันมาก ค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบจะมีค่าลดลงเมื่ออัตราส่วนของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแตกต่างมากขึ้น และค่าอำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มขนาดตัวอย่างหรือระดับนัยสำคัญเพิ่มขึ้น

นันทวัน (2533) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยประชากรเมื่อความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน สำหรับข้อมูลจำแนกทางเดียว โดยใช้สถิติทดสอบ 3 วิธี คือ สถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe สถิติทดสอบแบบ Marascuilo และสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูชั่น ทำซ้ำ 1,000 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า เมื่อประชากรมีอัตราส่วนของความแปรปรวนเท่ากัน สถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe สถิติทดสอบแบบ Marascuilo และสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test สามารถควบคุมความน่าเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ แต่ถ้าประชากรมีอัตราส่วนของความแปรปรวนไม่เท่ากัน สถิติ

ทดสอบแบบ Brown and Forsythe และสถิติทดสอบแบบ Marascuilo สามารถควบคุมความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test

อำนาจของการทดสอบ เมื่อขนาดตัวอย่างเล็กและประชากรมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าอัตราส่วนของความแปรปรวนเท่ากันทุกประการ สถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test จะมีอำนาจการทดสอบสูงสุด แต่ที่ขนาดตัวอย่างใหญ่ สถิติทดสอบทั้ง 3 วิธี มีอำนาจการทดสอบสูงสุดเท่ากันในทุกระดับนัยสำคัญที่ศึกษา แต่เมื่อประชากรมีอัตราส่วนของความแปรปรวนไม่เท่ากันแล้ว พบว่า สถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe และสถิติทดสอบแบบ Marascuilo ให้ค่าอำนาจการทดสอบสูงกว่า สถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test ซึ่งการเลือกใช้สถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe หรือสถิติทดสอบแบบ Marascuilo นั้น พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความแปรปรวน และอัตราส่วนของค่าเฉลี่ย มีผลต่ออำนาจการทดสอบของสถิติทดสอบทั้ง 2 วิธี ดังกล่าว

จินตนา (2541) ได้ศึกษาผลกระทบของการฝ่าฝืนข้อกำหนดเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยทำการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 เมื่อกลุ่มตัวอย่างสุ่มจากประชากรที่แจกแจกแบบปกติและแบบเบต้า โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น ทำซ้ำ 1,000 ครั้ง ผลการวิจัยพบว่า เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ ความแปรปรวนเท่ากัน จำนวนซ้ำเท่ากันและไม่เท่ากัน ส่วนใหญ่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน จำนวนซ้ำเท่ากันสามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าที่จำนวนซ้ำไม่เท่ากัน และเมื่อจำนวนซ้ำเท่ากัน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 10, 15 และ 20 กลุ่ม สามารถควบคุมอัตราความคาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่าง 3, 4 และ 5 กลุ่ม เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบต้าที่ 4 ระดับความเบ้ คือ (1.5, 3), (1.5, 5), (3, 1.5) และ (5, 1.5) ความแปรปรวนเท่ากัน กลุ่มตัวอย่าง 3 และ 4 ทั้งกรณีที่จำนวนซ้ำเท่ากันและไม่เท่ากัน ส่วนใหญ่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ แต่เมื่อจำนวนกลุ่มตัวอย่างมากกว่า 4 กลุ่มขึ้นไป ไม่สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1ได้ ทั้งกรณีจำนวนซ้ำเท่ากันและไม่เท่ากัน เบ้ขวา เบ้ซ้าย เบ้น้อยและเบ้มาก

Brown and Forsythe (1974b) เปรียบเทียบวิธีการทดสอบความเท่ากันของประชากรหลายกลุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนไม่เท่ากัน สำหรับข้อมูลจำแนกทางเดียว โดยใช้วิธีทดสอบ 4 วิธี ได้แก่ ตัวสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-test ตัวสถิติทดสอบแบบ Welch ตัวสถิติทดสอบแบบ James และตัวสถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมู

เลชั่น ทำซ้ำ 10,000 ครั้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10, 0.05 และ 0.01 ผลการวิจัยพบว่า ตัวสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test มีค่าแตกต่างจากระดับนัยสำคัญที่กำหนดอย่างชัดเจนเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน ตัวสถิติทดสอบแบบ James มีค่าแตกต่างจากระดับนัยสำคัญที่กำหนดมากกว่า ตัวสถิติทดสอบแบบ Welch ในกรณีขนาดตัวอย่างเล็ก และตัวสถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe มีค่าแตกต่างจากระดับนัยสำคัญที่กำหนดน้อยกว่าตัวสถิติทดสอบแบบ Welch อำนาจการทดสอบของตัวสถิติทดสอบแบบ Welch และตัวสถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe มีค่าน้อยกว่าตัวสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test เมื่อความแปรปรวนเท่ากัน แต่กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากันตัวสถิติทดสอบแบบ Welch และตัวสถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe มีอำนาจการทดสอบมากกว่าตัวสถิติทดสอบแบบ ANOVA F-Test กรณีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยมาก เลือกเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบแบบ Welch ถ้าความแตกต่างของความแปรปรวนมีมาก และเลือกใช้ตัวสถิติทดสอบแบบ Brown and Forsythe ถ้าความแตกต่างของความแปรปรวนมีน้อย

Chen (2001) เปรียบเทียบวิธีการทดสอบความเท่ากันของประชากรหลายกลุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนไม่เท่ากันสำหรับข้อมูลจำแนกทางเดียว โดยใช้วิธีการทดสอบ 2 วิธี ได้แก่วิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว โดยใช้จำนวนประชากร 4 ประชากร และขนาดประชากรแตกต่างกัน โดยใช้เทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น ทำซ้ำ 10,000 ครั้ง พบว่า ในทุกสถานการณ์ที่ทดสอบ การทดสอบทั้งสองวิธีมีค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ใกล้เคียงกับระดับนัยสำคัญที่กำหนด และการทดสอบทั้งสองวิธีให้อำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ทั้งในกรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

นอกจากนี้ Chen ได้เปรียบเทียบวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธี Tukey’s studentized range test ซึ่งเป็นวิธีที่มีข้อสมมติเบื้องต้น คือ ความแปรปรวนของประชากรต้องเท่ากัน ผลการวิจัยพบว่า กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมอัตราความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ดีกว่าวิธี Tukey’s studentized range test

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์และโปรแกรม SAS 9.1 ที่ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองสร้างข้อมูลโดยการจำลองแบบด้วยเทคนิคมอนติคาร์โลซิมูเลชั่น ภายใต้สถานการณ์ต่างกัน 288 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ทำซ้ำ 10,000 ครั้ง รายละเอียดของวิธีการมีดังนี้

1. การสร้างข้อมูลในงานวิจัย

1.1 สร้างความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

สำหรับการสร้างความคลาดเคลื่อนให้มีความแปรปรวนต่างกัน โดยจะสร้างข้อมูลให้มีความแปรปรวนเท่ากันทุกกลุ่มก่อนแล้วใช้วิธีการแปลง $y = ax + b$ จะได้ $Var(y) = a^2 Var(x)$ นั่นคือ ถ้าต้องการให้ความแปรปรวนของตัวแปรชุดใหม่เป็น a^2 เท่าของความแปรปรวนตัวแปรชุดเดิมจะต้องคูณค่าคงที่ a เข้ากับข้อมูลชุดเดิมจึงจะได้อัตราส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนแตกต่างกันตามที่ต้องการ

1.2 สร้างข้อมูล (Y_{ijk}) ให้เป็นไปตามการทดลองแบบแฟคทอเรียลในการวางแผนทดลองสุ่มสมบูรณ์ ซึ่งมีตัวแบบ คือ

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ยรวม กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 100

τ_i, β_j คือ อิทธิพลหลักของปัจจัย A และอิทธิพลหลักของปัจจัย B มีค่าตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

$(\tau\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลร่วม มีค่าตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

ε_{ijk} คือ ความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงแบบปกติ ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ σ^2_{ij} ที่ได้จากข้อ 1.1

2. สร้างโปรแกรมย่อยสำหรับคำนวณวิธีทดสอบทั้ง 4 วิธี

สร้างโปรแกรมย่อยตามสูตรของวิธีทดสอบแต่ละวิธี โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน

2.1.1 สร้างตัวทดสอบอิทธิพลหลัก A

$$F_A = \frac{SS_A/(a-1)}{SS_E/ab(n-1)} \tag{26}$$

2.1.2 สร้างตัวทดสอบอิทธิพลหลัก B

$$F_B = \frac{SS_B/(b-1)}{SS_E/ab(n-1)} \tag{27}$$

2.1.3 สร้างตัวทดสอบอิทธิพลร่วม AB

$$F_{AB} = \frac{SS_{AB}/(a-1)(b-1)}{SS_E/ab(n-1)} \tag{28}$$

เมื่อ

$$SS_T = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n} y^2_{ijk} - \frac{Y^2_{...}}{abn} \tag{29}$$

$$SS_A = \frac{1}{bn}\sum_{i=1}^{a} Y_{i..}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn} \tag{30}$$

$$SS_B = \frac{1}{an}\sum_{j=1}^{b} Y_{.j.}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn} \tag{31}$$

$$SS_{AB} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y_{ij.}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abn} - SS_A - SS_B \tag{32}$$

$$SS_E = SS_T - SS_A - SS_B - SS_{AB} \tag{33}$$

2.2 วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์

2.2.1 สร้างตัวทดสอบอิทธิพลหลัก A

$$BF_A = \frac{bn\sum_{i=1}^{a}(\overline{Y}_{i..} - \overline{Y}_{...})^2/(a-1)}{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(Y_{ijk} - \overline{Y}_{ij.})^2/ab(n-1)} \tag{34}$$

2.2.2 สร้างตัวทดสอบอิทธิพลหลัก B

$$BF_B = \frac{an\sum_{j=1}^{b}(\overline{Y}_{.j.} - \overline{Y}_{...})^2/(b-1)}{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(Y_{ijk} - \overline{Y}_{ij.})^2/ab(n-1)} \tag{35}$$

2.2.3 สร้างตัวทดสอบอิทธิพลร่วม AB

$$BF_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(\overline{Y}_{ij.} - \overline{Y}_{i..} - \overline{Y}_{.j.} + \overline{Y}_{...})^2 / (a-1)(b-1)}{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{n}(Y_{ijk} - \overline{Y}_{ij.})^2 / ab(n-1)} \tag{36}$$

2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว

2.3.1 สุ่มตัวอย่างขนาด n ตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

2.3.2 คำนวณค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของตัวอย่าง โดยใช้ค่าสังเกตจำนวน n-1 แรก

$$\overline{Y}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^{n-1} Y_{ijk}}{n-1} \tag{37}$$

$$S_{ij}^2 = \frac{\sum_{k=1}^{n-1}(Y_{ijk} - \overline{Y}_{ij.})^2}{n-2} \tag{38}$$

2.3.3 คำนวณค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักโดย

$$\overline{\tilde{Y}}_{i..} = \frac{1}{b}\sum_{j=1}^{b}\tilde{Y}_{ij.} \tag{39}$$

$$\overline{\tilde{Y}}_{.j.} = \frac{1}{a}\sum_{i=1}^{a}\tilde{Y}_{ij.} \tag{40}$$

$$\overline{\tilde{Y}}_{...} = \frac{1}{ab}\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\tilde{Y}_{ij.} \tag{41}$$

เมื่อ

$$\tilde{Y}_{ij.} = \sum_{k=1}^{n-1} U_{ij} Y_{ijk} + \sum_{k=n-1}^{n} V_{ij} Y_{ijk} \tag{42}$$

$$U_{ij} = \frac{1}{n} + \frac{1}{n}\sqrt{\frac{1}{n-1}\left(\frac{S_{max}^2}{S_{ij}^2} - 1\right)} \tag{43}$$

$$V_{ij} = \frac{1}{n} - \frac{1}{n}\sqrt{(n-1)\left(\frac{S_{max}^2}{S_{ij}^2} - 1\right)} \tag{44}$$

เมื่อ S_{max}^2 เป็นค่าสูงสุดของ S_{ij}^2 ของแต่ละเซลล์ เมื่อ i = 1, 2, …, a และ j = 1, 2, …, b

2.3.4 ทดสอบอิทธิพลหลัก A

$$\tilde{F}_A = \sum_{i=1}^{a} \frac{(\bar{\tilde{Y}}_{i..} - \bar{\tilde{Y}}_{...})^2}{S_{max}^2 / n} \tag{45}$$

2.3.5 ทดสอบอิทธิพลหลัก B

$$\tilde{F}_B = \sum_{j=1}^{b} \frac{(\bar{\tilde{Y}}_{.j.} - \bar{\tilde{Y}}_{...})^2}{S_{max}^2 / n} \tag{46}$$

2.3.6 ทดสอบอิทธิพลร่วม AB

$$\tilde{F}_{AB} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} \frac{(\tilde{Y}_{ij.} - \bar{\tilde{Y}}_{i..} - \bar{\tilde{Y}}_{.j.} + \bar{\tilde{Y}}_{...})^2}{S_{max}^2 / n} \tag{47}$$

2.4 วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว

2.4.1 สุ่มตัวอย่างขนาด n ตามที่กำหนดในขอบเขตการวิจัย

2.4.2 คำนวณหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตามสมการ (37)-(44) ของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน

2.4.3 ทดสอบอิทธิพลหลัก A

$$R_A = \frac{\bar{\tilde{Y}}_{i\max} - \bar{\tilde{Y}}_{i\min}}{\sqrt{S^2_{\max}/n}} \tag{48}$$

2.4.5 ทดสอบอิทธิพลหลัก B

$$R_B = \frac{\bar{\tilde{Y}}_{j\max} - \bar{\tilde{Y}}_{j\min}}{\sqrt{S^2_{\max}/n}} \tag{49}$$

2.4.6 ทดสอบอิทธิพลร่วม AB

$$R_{AB} = \max_{\forall i,j} \left| \frac{\tilde{Y}_{ij.} - \bar{\tilde{Y}}_{i..} - \bar{\tilde{Y}}_{.j.} + \bar{\tilde{Y}}_{...}}{\sqrt{S^2_{\max}/n}} \right| \tag{50}$$

สำหรับเกณฑ์การยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานของวิธีทดสอบแต่ละวิธีได้กล่าวไปแล้วในส่วนการตรวจสอบเอกสาร

3. การคำนวณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบ

3.1 ความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สามารถหาได้จากความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานหลัก จากการกระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ที่ศึกษาจำนวน 10,000 ครั้ง โดย

3.1.1 กำหนดให้ $\tau_i = 0$ สำหรับทุกค่าของ i เพื่อหาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบอิทธิพลหลัก A

3.1.2 กำหนดให้ $\beta_j = 0$ สำหรับทุกค่าของ j เพื่อหาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบอิทธิพลหลัก B

3.1.3 กำหนดให้ $(\tau\beta)_{ij}) = 0$ สำหรับทุกค่าของ i, j เพื่อหาความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการทดสอบอิทธิพลร่วม AB

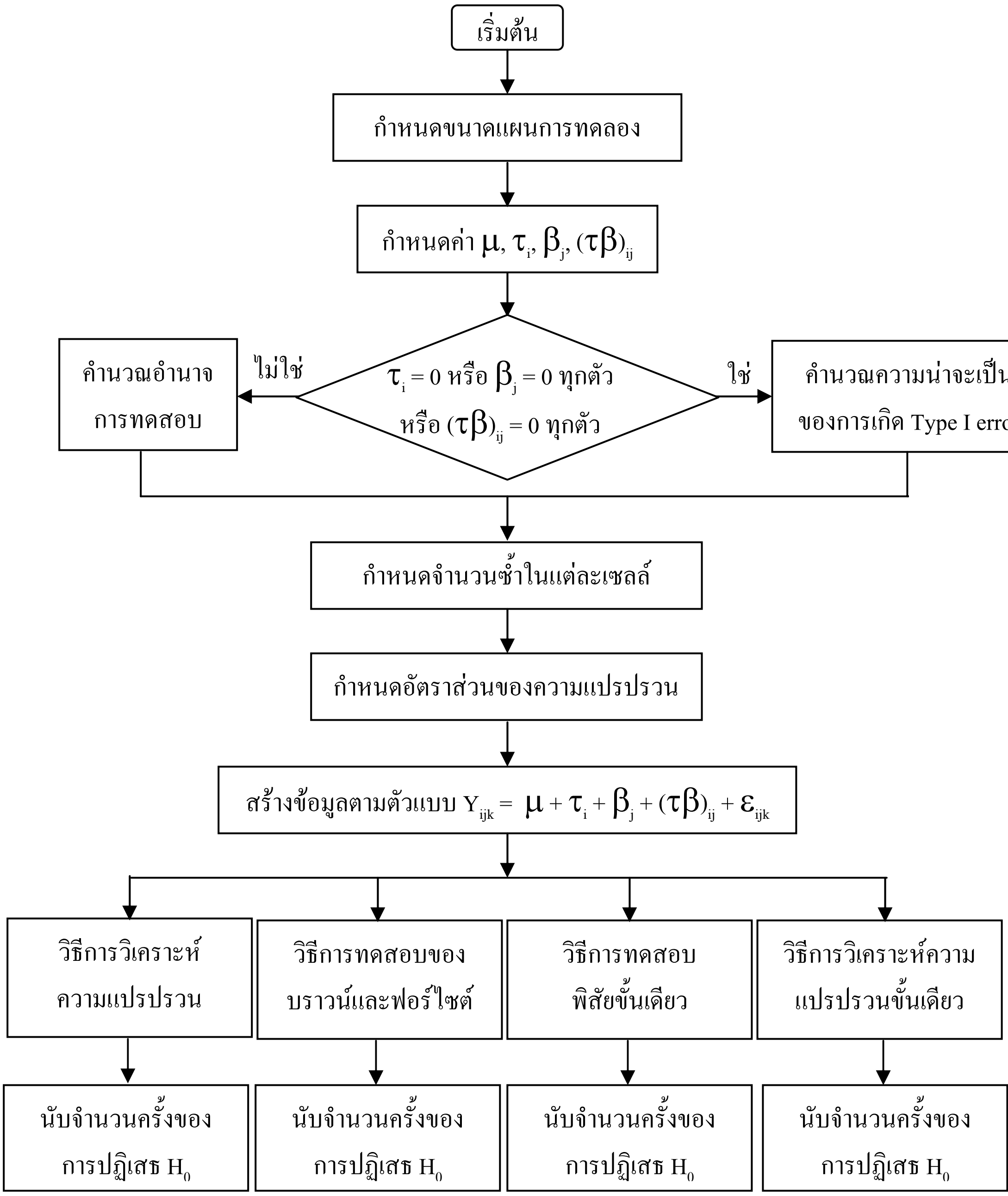
3.2 อำนาจการทดสอบ สามารถหาได้จากความน่าจะเป็นของการปฏิเสธสมมติฐานหลักจากการกระทำซ้ำในแต่ละสถานการณ์ที่ศึกษาจำนวน10,000 ครั้ง เมื่อ

3.2.1 กำหนดให้ $\tau_i \neq 0$ ในบางค่าของ i เพื่อหาอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A

3.2.2 กำหนดให้ $\beta_j \neq 0$ ในบางค่าของ j เพื่อหาอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B

3.2.3 กำหนดให้ $(\tau\beta)_{ij} \neq 0$ ในบางค่าของ i, j เพื่อหาอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม AB

สำหรับแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสำหรับคำนวณความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลแฟคทอเรียลแสดงไว้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำงานสำหรับคำนวณค่าความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลแฟคทอเรียล

ผลและวิจารณ์

ผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปรียบเทียบวิธีทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียลสำหรับการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการทดลองสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 4 วิธี ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบของเชนและเชน 2 วิธี คือ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว

ในการเสนอตารางและภาพ เพื่อความสะดวกต่อการอธิบายจึงใช้สัญลักษณ์และคำแทนความหมายต่าง ๆ ดังนี้

n	หมายถึง จำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์
ϕ	หมายถึง ค่าความแตกต่างของความแปรปรวน
F	หมายถึง วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน
BF	หมายถึง วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์
CH1	หมายถึง วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว
CH2	หมายถึง วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว

ผลการวิจัยจะสรุปออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran

2. อำนาจการทดสอบของวิธีการทดสอบแต่ละวิธี

1. ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

1.1 ขนาดของการทดลองเป็น 2×2

1.1.1 การทดสอบอิทธิพลร่วม

ก. กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0)$

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0)$ สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 9-10 และภาพที่ 2-5 ดังนี้

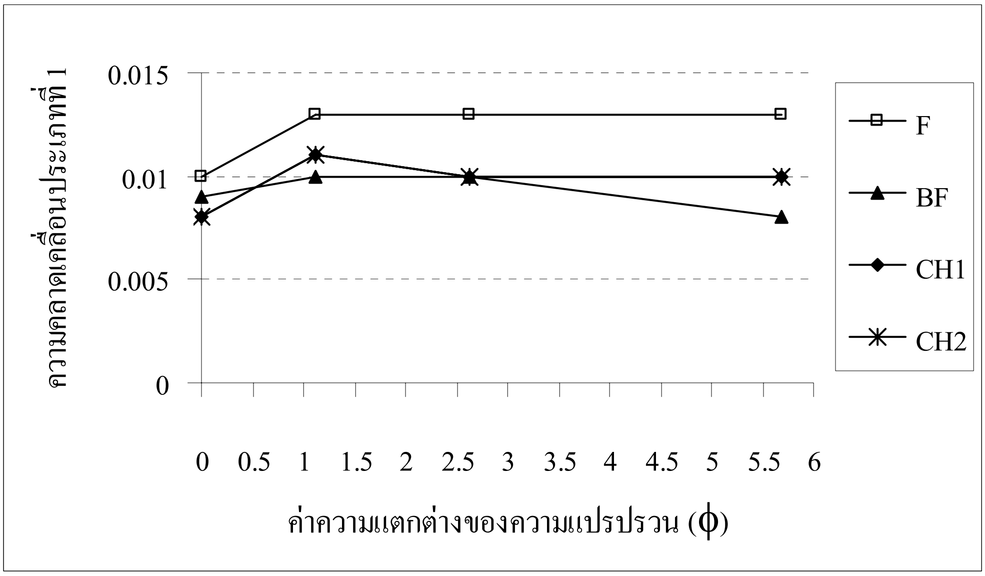
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 9 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0)$

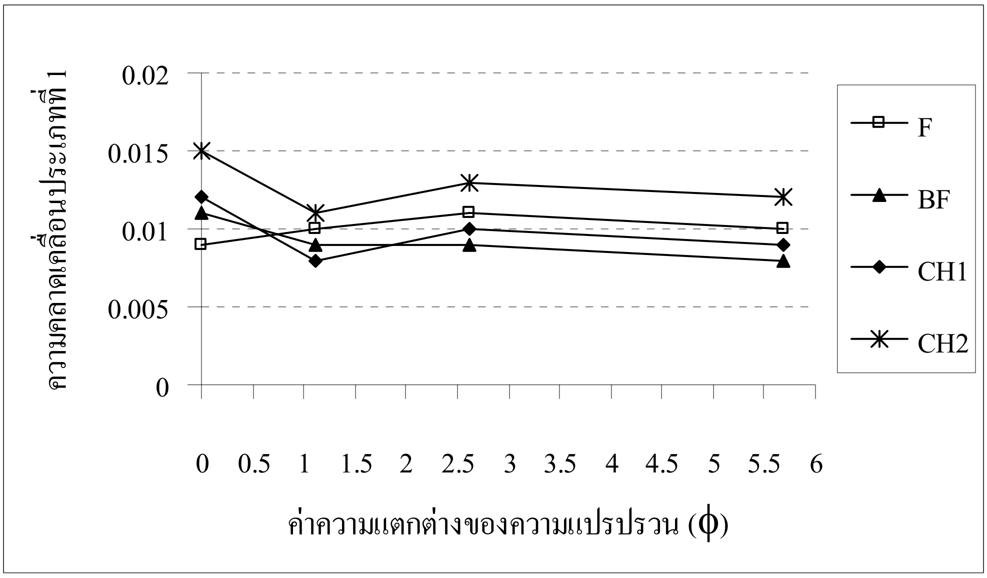
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.010	0.009	0.008	0.008	0.009	0.011	0.012	0.015
1.12	0.013	0.010	0.011	0.011	0.010	0.009	0.008	0.011
2.62	0.013	0.010	0.010	0.010	0.011	0.009	0.010	0.013
5.68	0.013	0.008	0.010	0.010	0.010	0.008	0.009	0.012

ตารางที่ 10 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (0, 0) และ β_j = (0, 0)

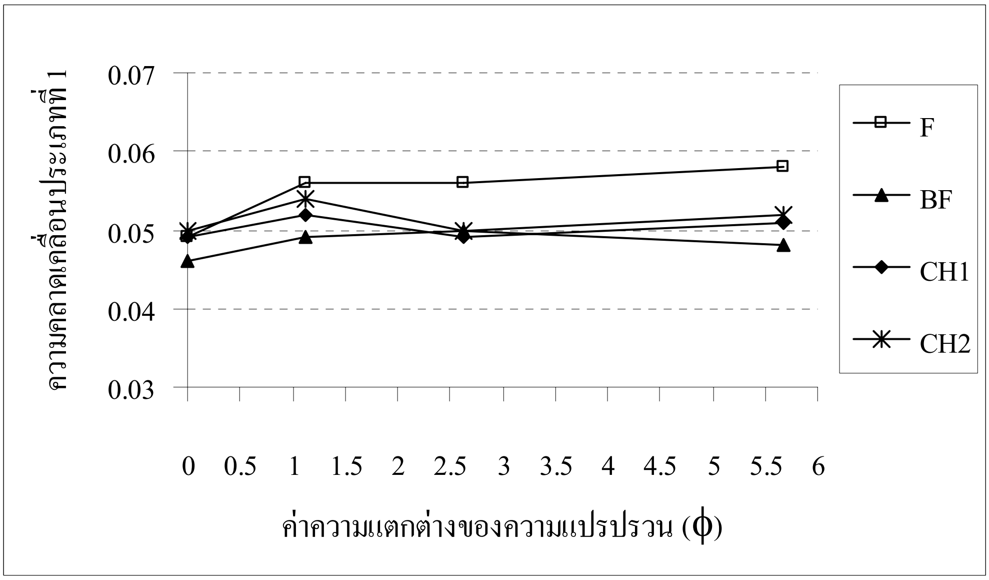
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.049	0.046	0.049	0.050	0.051	0.050	0.054	0.056
1.12	0.056	0.049	0.052	0.054	0.053	0.050	0.047	0.049
2.62	0.056	0.050	0.049	0.050	0.052	0.048	0.047	0.048
5.68	0.058	0.048	0.051	0.052	0.052	0.047	0.047	0.049



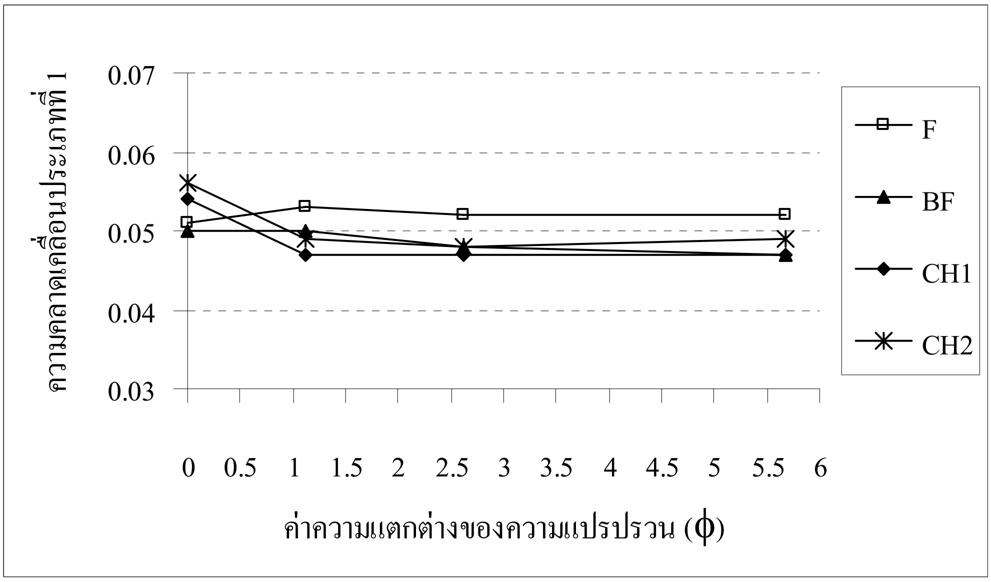
ภาพที่ 2 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (0, 0) และ β_j = (0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 3 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 4 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 5 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2$\times$2 กรณี τ_i = (0, 0) และ β_j = (0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ข. กรณี τ_i = (-0.5, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0.5)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2$\times$2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0.5) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 11-12 และภาพที่ 6-9 ดังนี้

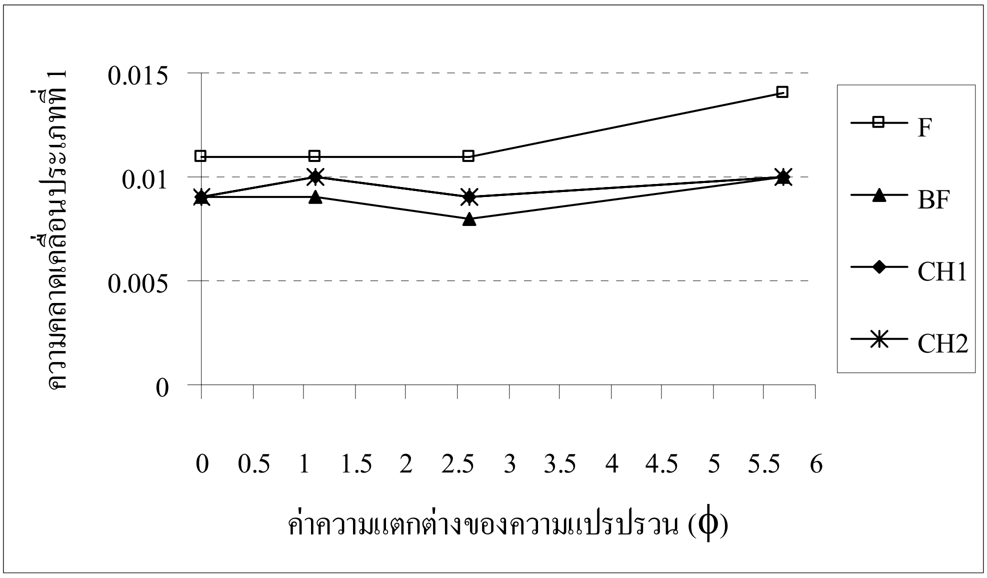
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 11 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0.5)

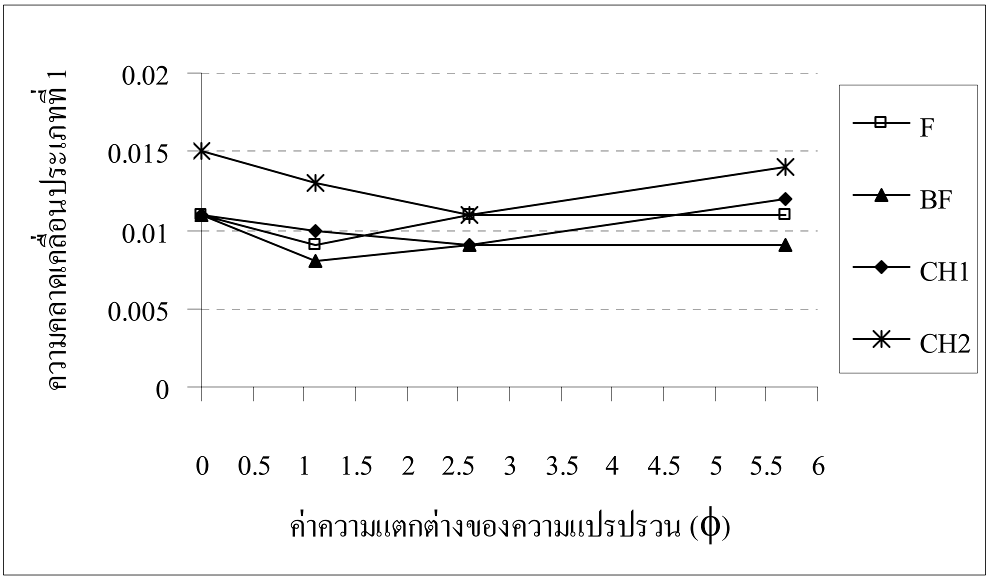
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.011	0.009	0.009	0.009	0.011	0.011	0.011	0.015
1.12	0.011	0.009	0.010	0.010	0.009	0.008	0.010	0.013
2.62	0.011	0.008	0.009	0.009	0.011	0.009	0.009	0.011
5.68	0.014	0.010	0.010	0.010	0.011	0.009	0.012	0.014

ตารางที่ 12 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0.5)

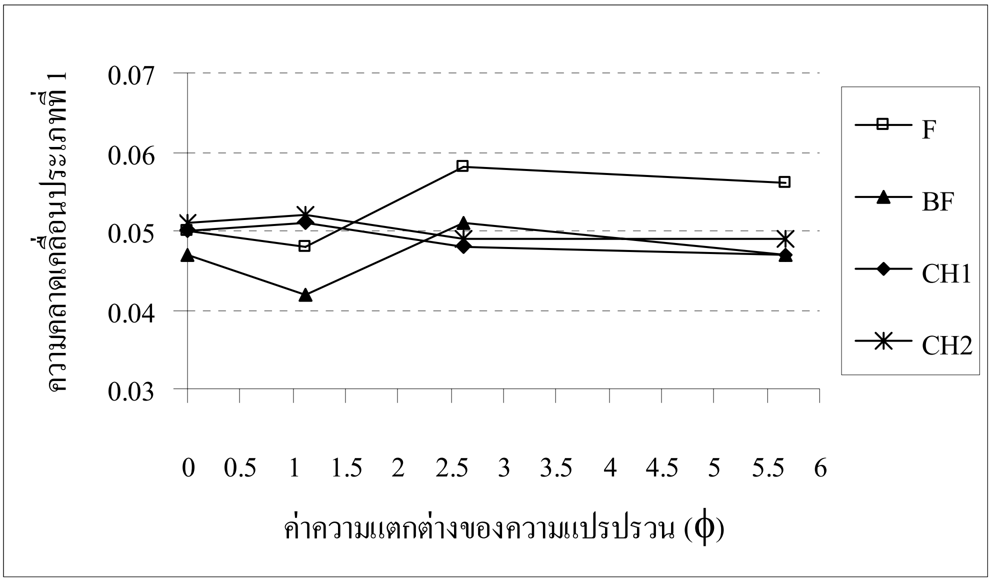
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.050	0.047	0.050	0.051	0.050	0.049	0.053	0.054
1.12	0.048	0.042	0.051	0.052	0.050	0.048	0.048	0.050
2.62	0.058	0.051	0.048	0.049	0.047	0.044	0.049	0.050
5.68	0.056	0.047	0.047	0.049	0.055	0.050	0.050	0.052



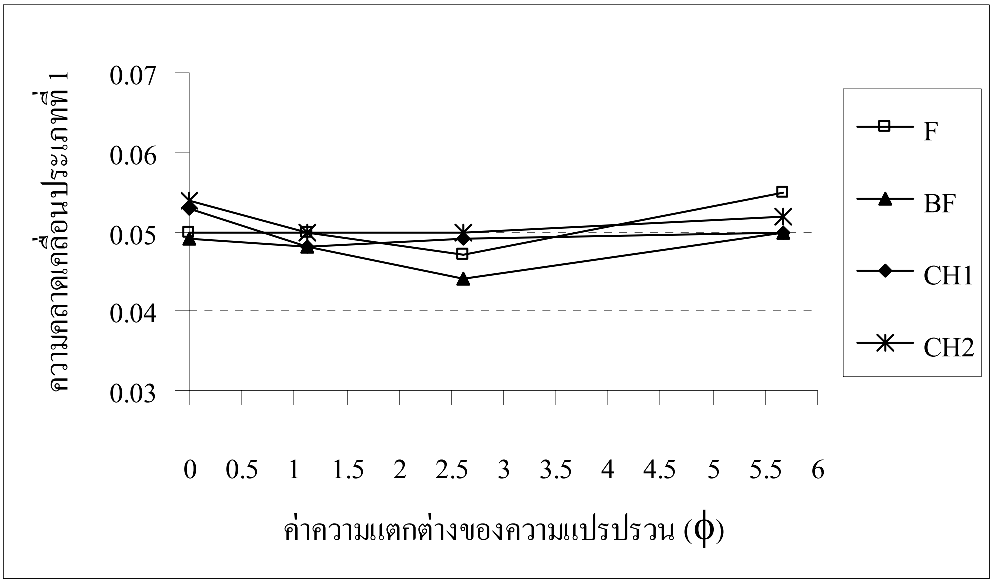
ภาพที่ 6 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 7 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 8 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 9 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ค. กรณี τ_i = (-1.5, 1.5) และ β_j = (-1.5, 1.5)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5) และ β_j = (-1.5, 1.5) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 13-14 และภาพที่ 10-13 ดังนี้

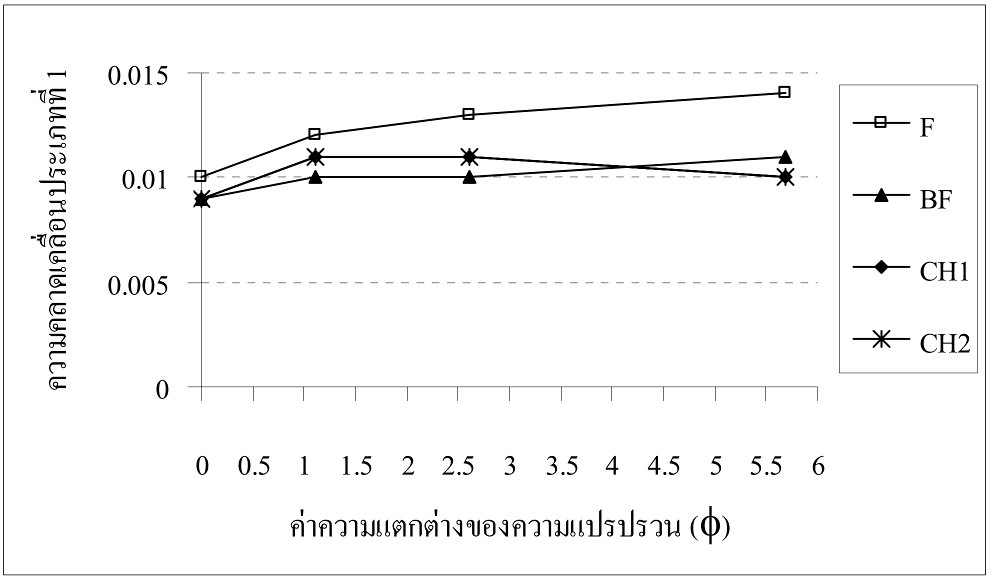
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 13 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5) และ β_j = (-1.5, 1.5)

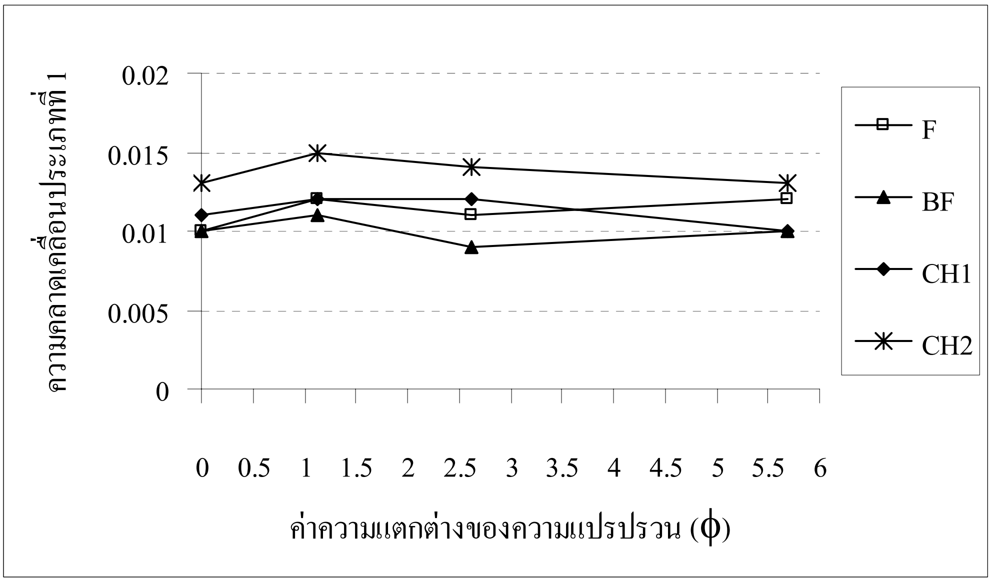
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.010	0.009	0.009	0.009	0.010	0.010	0.011	0.013
1.12	0.012	0.010	0.011	0.011	0.012	0.011	0.012	0.015
2.62	0.013	0.010	0.011	0.011	0.011	0.009	0.012	0.014
5.68	0.014	0.011	0.010	0.010	0.012	0.010	0.010	0.013

ตารางที่ 14 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5) และ β_j = (-1.5, 1.5)

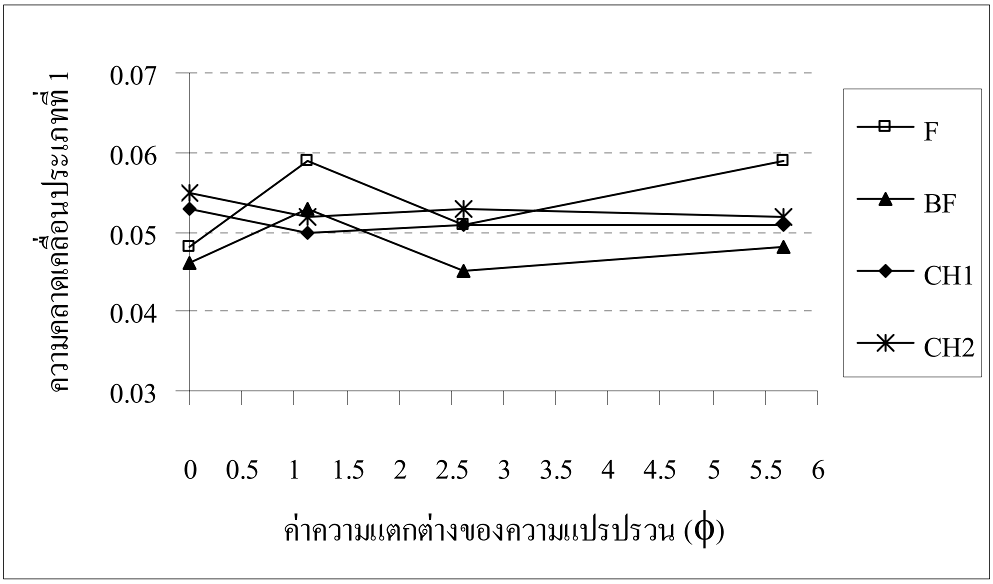
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.048	0.046	0.053	0.055	0.052	0.051	0.049	0.050
1.12	0.059	0.053	0.050	0.052	0.049	0.047	0.052	0.054
2.62	0.051	0.045	0.051	0.053	0.051	0.047	0.052	0.054
5.68	0.059	0.048	0.051	0.052	0.058	0.053	0.053	0.054



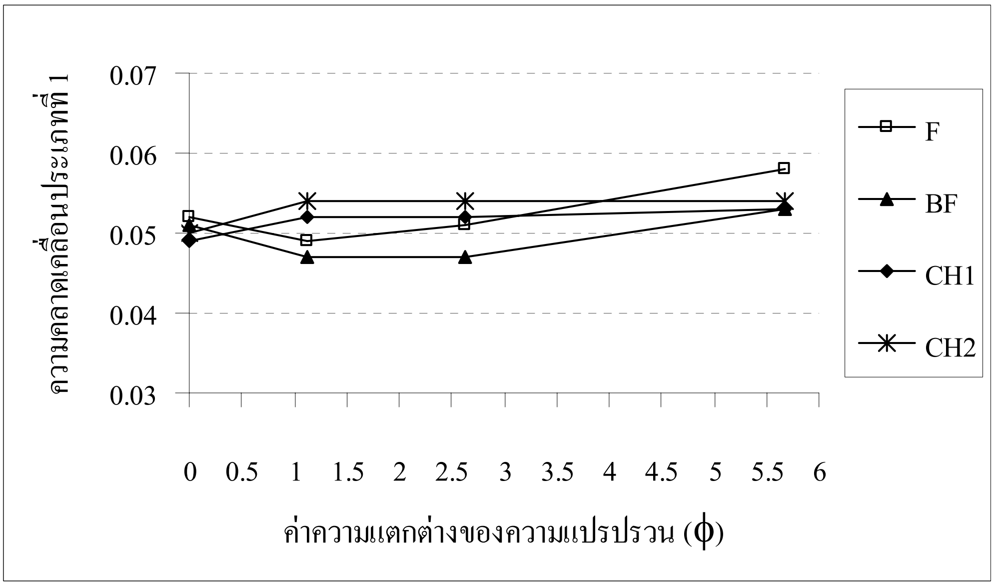
ภาพที่ 10 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5) และ β_j = (-1.5, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 11 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5) และ β_j = (-1.5, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 12 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5) และ β_j = (-1.5, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 13 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5) และ β_j = (-1.5, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

1.1.2 การทดสอบอิทธิพลหลัก A

ก. กรณี $\beta_j = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\beta_j = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 15-16 และภาพที่ 14-17 ดังนี้

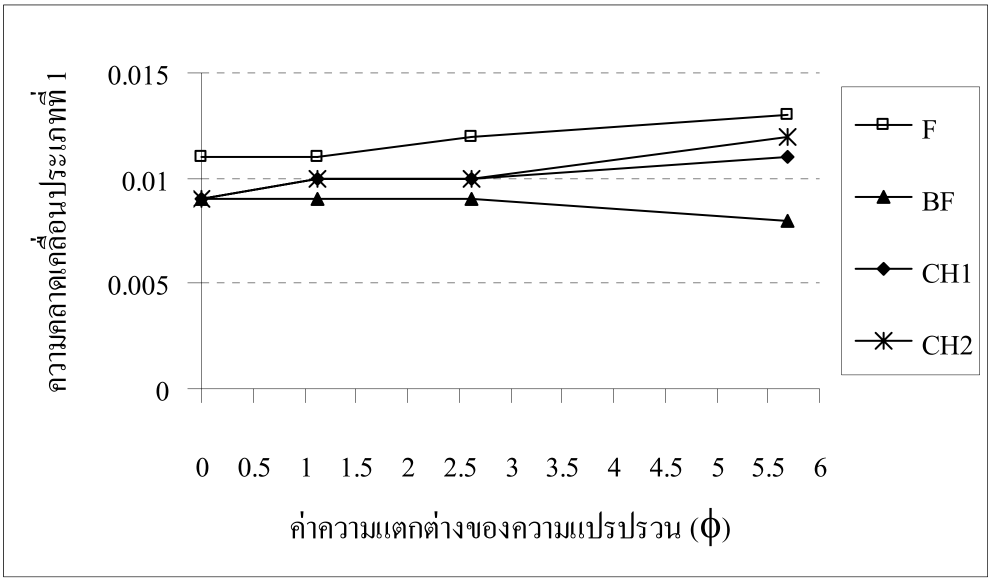
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 15 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\beta_j = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$

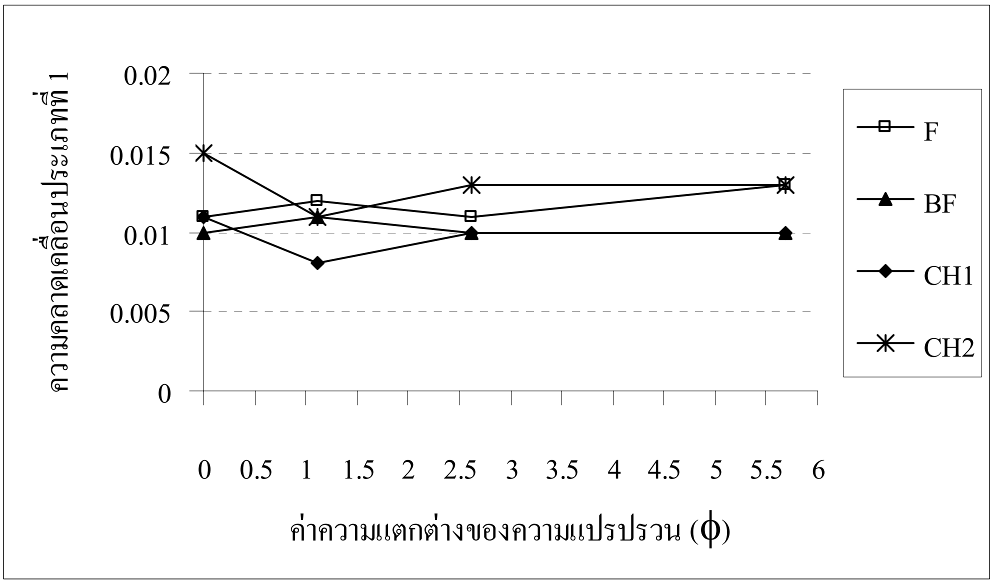
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.011	0.009	0.009	0.009	0.011	0.010	0.011	0.015
1.12	0.011	0.009	0.010	0.010	0.012	0.011	0.008	0.011
2.62	0.012	0.009	0.010	0.010	0.011	0.010	0.010	0.013
5.68	0.013	0.008	0.011	0.012	0.013	0.010	0.010	0.013

ตารางที่ 16 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\beta_j = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$

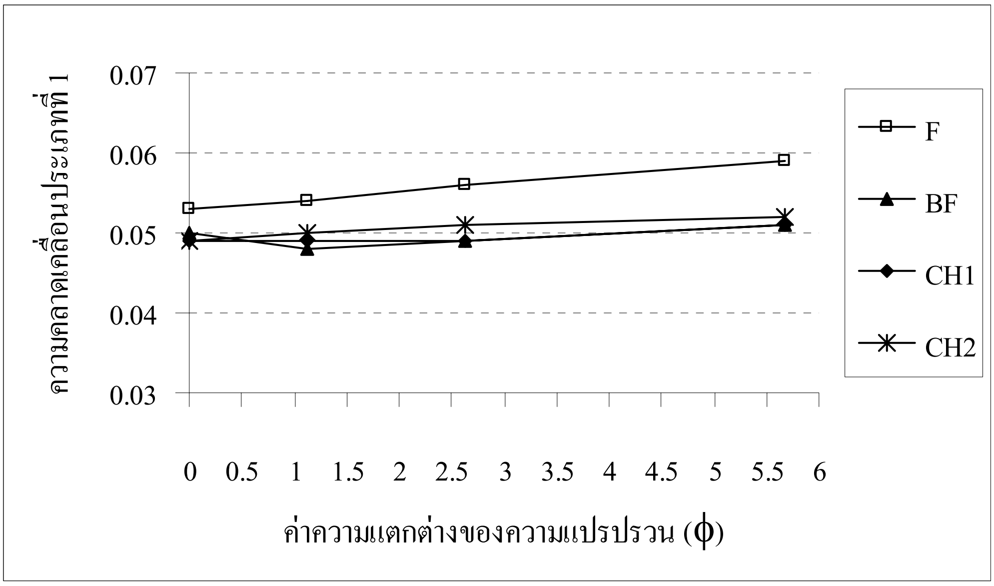
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.053	0.050	0.049	0.049	0.053	0.052	0.053	0.053
1.12	0.054	0.048	0.049	0.050	0.050	0.049	0.048	0.048
2.62	0.056	0.049	0.049	0.051	0.054	0.049	0.051	0.052
5.68	0.059	0.051	0.051	0.052	0.053	0.049	0.049	0.050



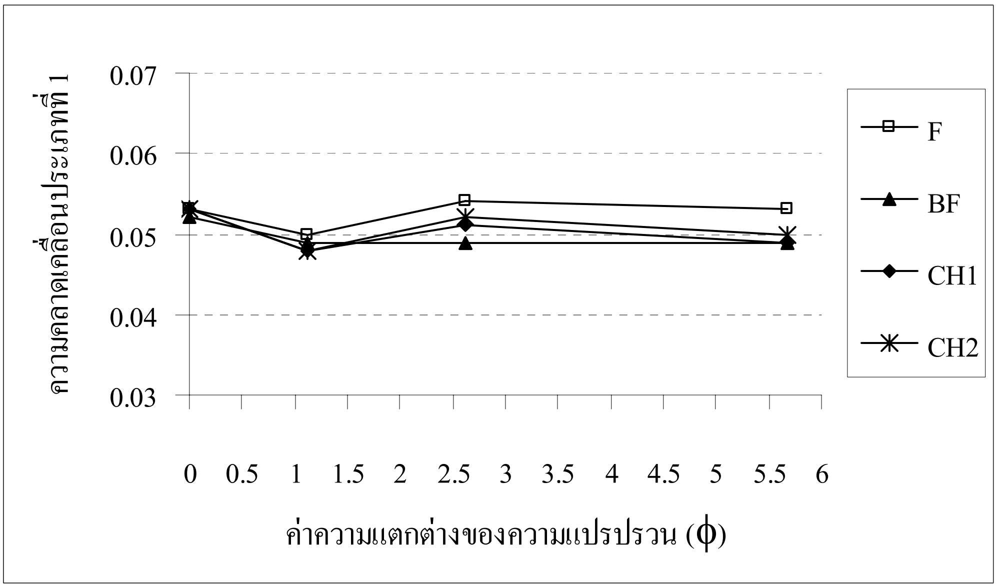
ภาพที่ 14 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\beta_j = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 15 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\beta_j = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 16 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\beta_j = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 17 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\beta_j = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ข. กรณี β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 17-18 และภาพที่ 18-21 ดังนี้

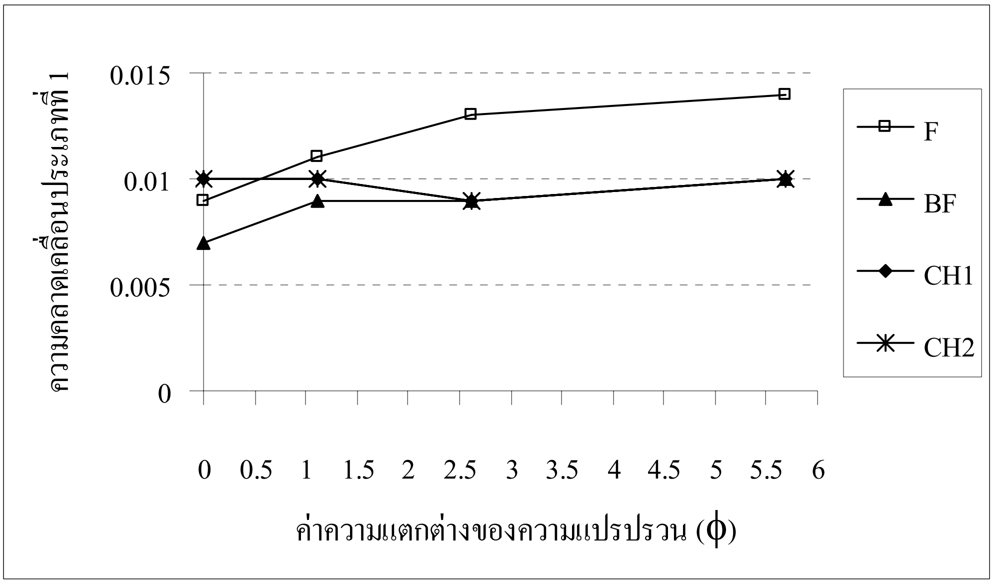
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 17 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

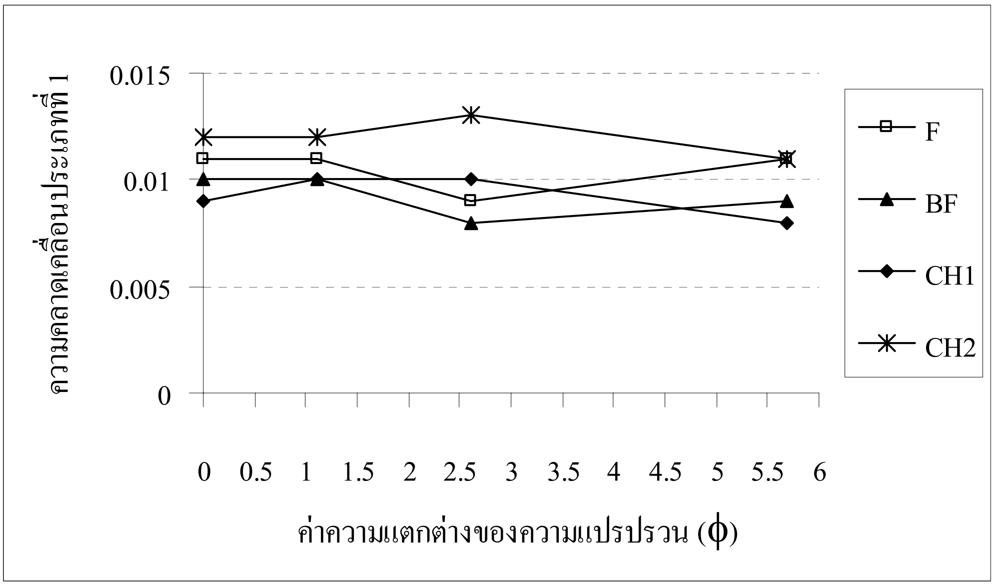
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.009	0.007	0.010	0.010	0.011	0.010	0.009	0.012
1.12	0.011	0.009	0.010	0.010	0.011	0.010	0.010	0.012
2.62	0.013	0.009	0.009	0.009	0.009	0.008	0.010	0.013
5.68	0.014	0.010	0.010	0.010	0.011	0.009	0.008	0.011

ตารางที่ 18 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

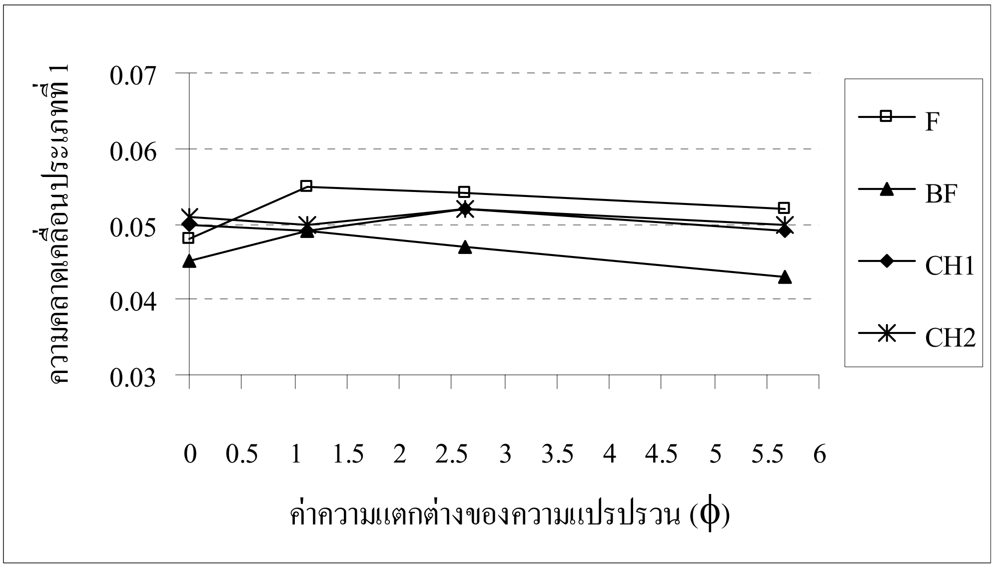
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.048	0.045	0.050	0.051	0.054	0.052	0.050	0.051
1.12	0.055	0.049	0.049	0.050	0.053	0.049	0.053	0.053
2.62	0.054	0.047	0.052	0.052	0.051	0.047	0.051	0.052
5.68	0.052	0.043	0.049	0.050	0.050	0.045	0.050	0.051



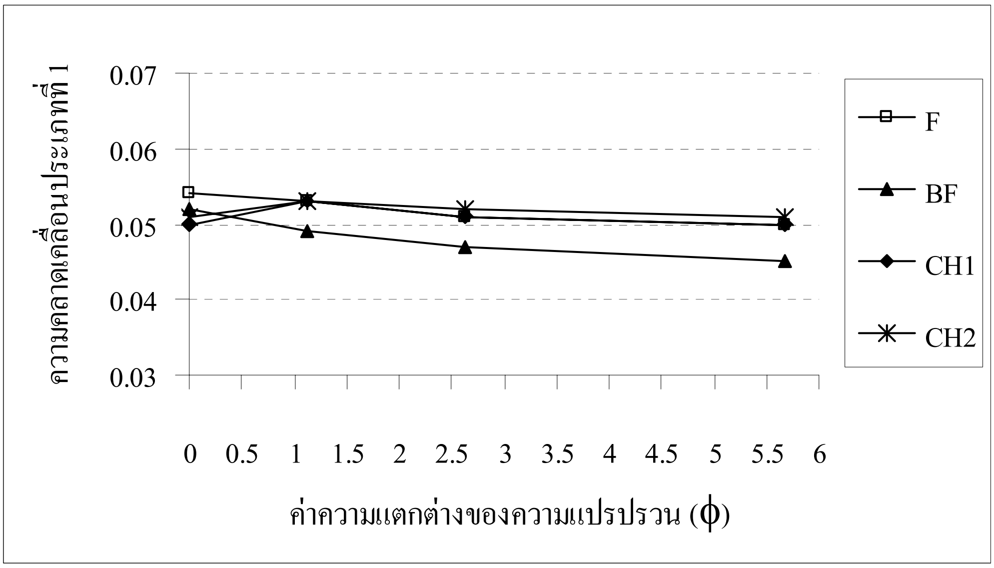
ภาพที่ 18 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 19 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 20 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 21 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ค. กรณี β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 19-20 และภาพที่ 22-25 ดังนี้

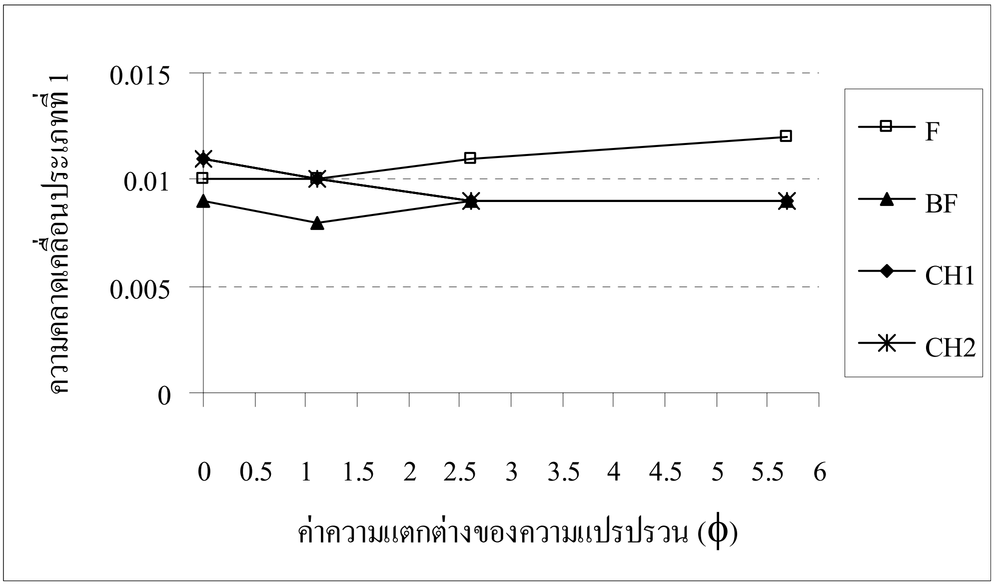
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 19 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

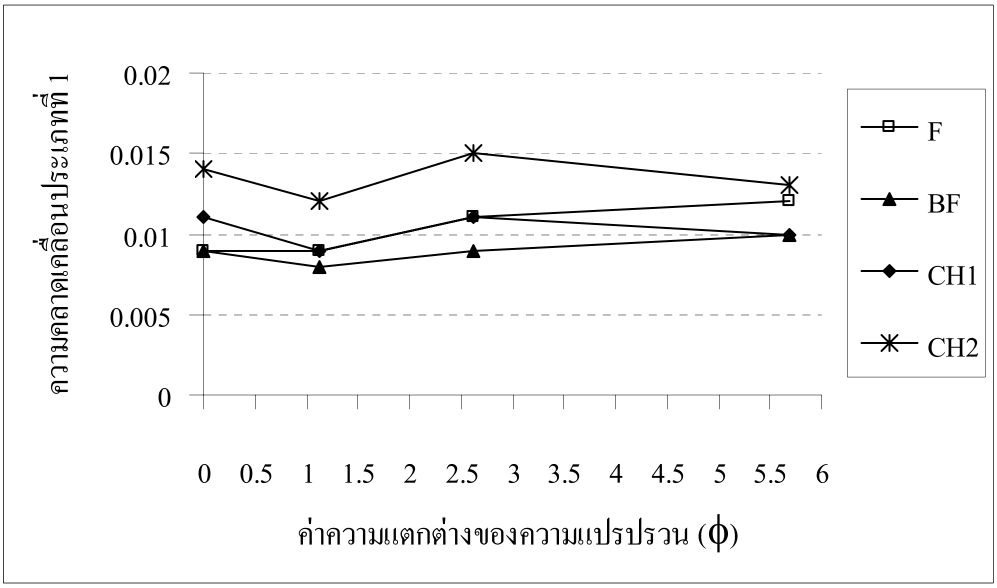
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.010	0.009	0.011	0.011	0.009	0.009	0.011	0.014
1.12	0.010	0.008	0.010	0.010	0.009	0.008	0.009	0.012
2.62	0.011	0.009	0.009	0.009	0.011	0.009	0.011	0.015
5.68	0.012	0.009	0.009	0.009	0.012	0.010	0.010	0.013

ตารางที่ 20 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

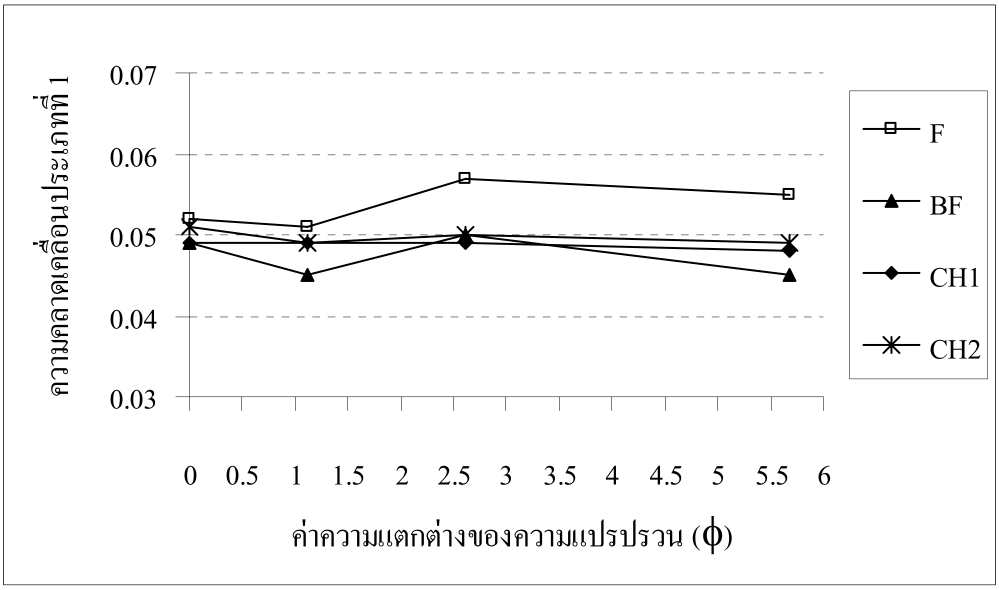
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.052	0.049	0.049	0.051	0.052	0.051	0.051	0.052
1.12	0.051	0.045	0.049	0.049	0.052	0.050	0.053	0.054
2.62	0.057	0.050	0.049	0.050	0.054	0.050	0.055	0.056
5.68	0.055	0.045	0.048	0.049	0.055	0.050	0.052	0.053



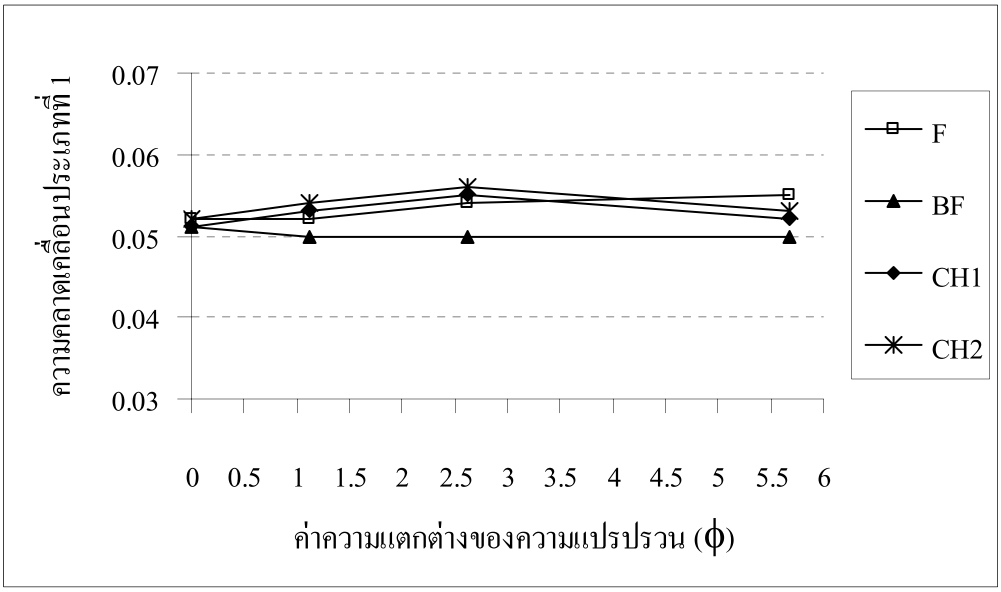
ภาพที่ 22 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\beta_j = (-1.5, 1.5)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 23 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\beta_j = (-1.5, 1.5)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 24 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 25 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

1.1.3 การทดสอบอิทธิพลหลัก B

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 21-22 และภาพที่ 26-29 ดังนี้

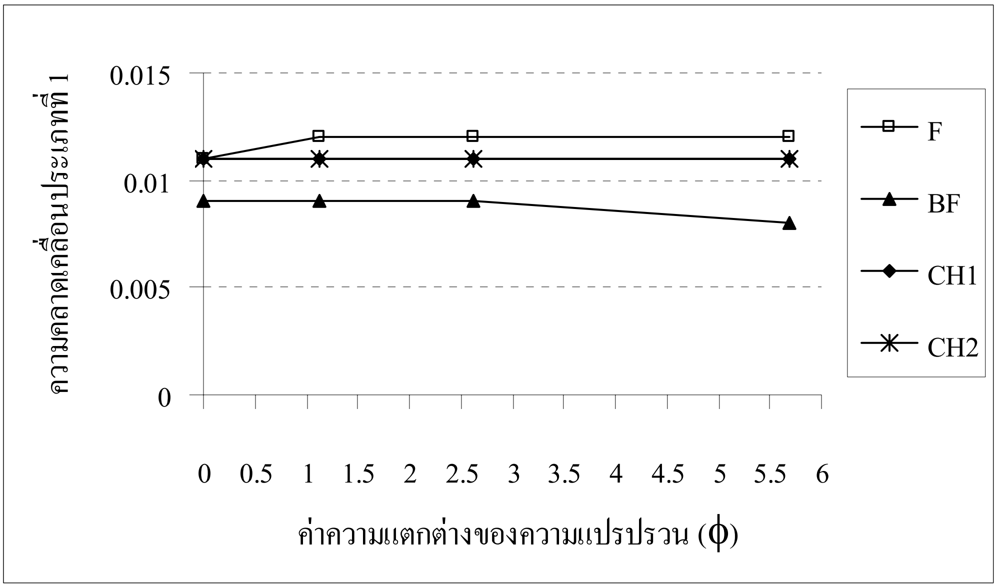
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 21 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$

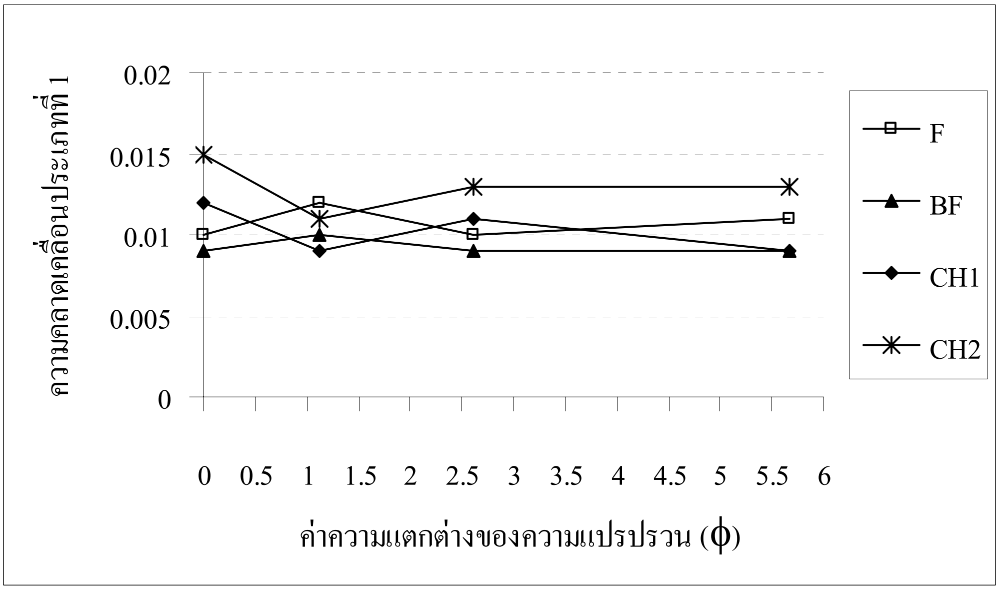
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.011	0.009	0.011	0.011	0.010	0.009	0.012	0.015
1.12	0.012	0.009	0.011	0.011	0.012	0.010	0.009	0.011
2.62	0.012	0.009	0.011	0.011	0.010	0.009	0.011	0.013
5.68	0.012	0.008	0.011	0.011	0.011	0.009	0.009	0.013

ตารางที่ 22 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$

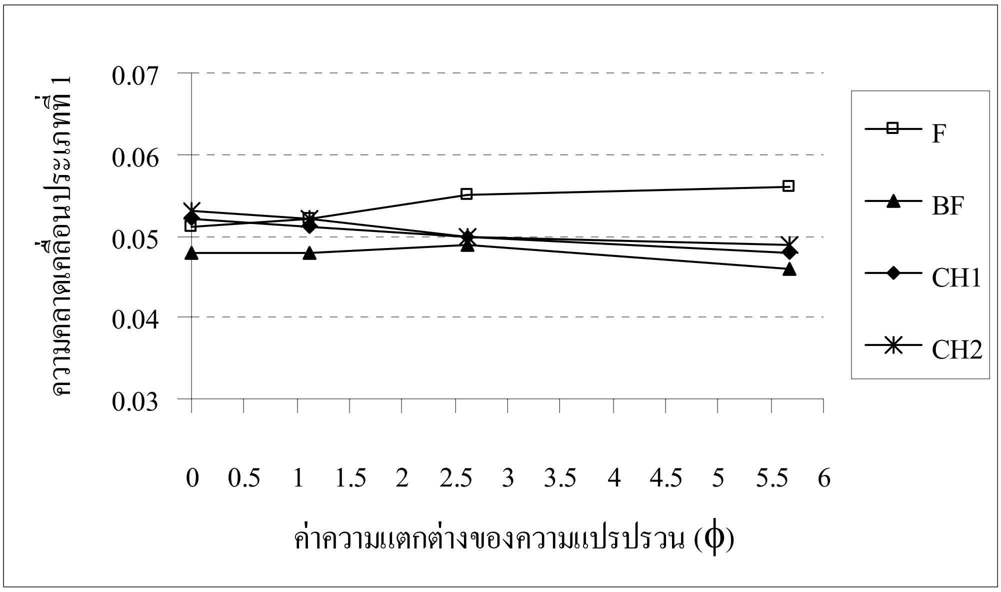
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.051	0.048	0.052	0.053	0.048	0.047	0.054	0.055
1.12	0.052	0.048	0.051	0.052	0.054	0.052	0.050	0.051
2.62	0.055	0.049	0.050	0.050	0.054	0.049	0.049	0.049
5.68	0.056	0.046	0.048	0.049	0.053	0.049	0.052	0.052



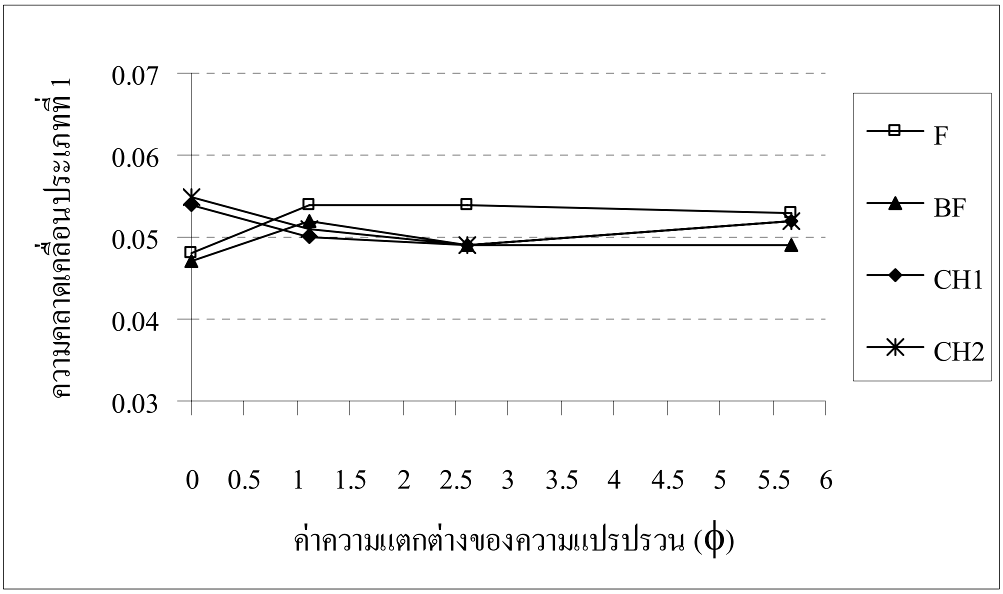
ภาพที่ 26 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 27 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 28 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 29 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

1.2 ขนาดของการทดลองเป็น 3×3

1.2.1 การทดสอบอิทธิพลร่วม

ก. กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ β_j = (0, 0, 0)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ β_j = (0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 23-24 และภาพที่ 30-33 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.1 : 1.3 : 1.5 : 1.8 : 2.2 : 2.7 : 3.3 : 4.0) ϕ = 0.98 เท่านั้น วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวยอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ยกเว้นกรณีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 กลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0) ϕ = 4.99 วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 เท่านั้น ทั้งกรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

ตารางที่ 23 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ β_j = (0, 0, 0)

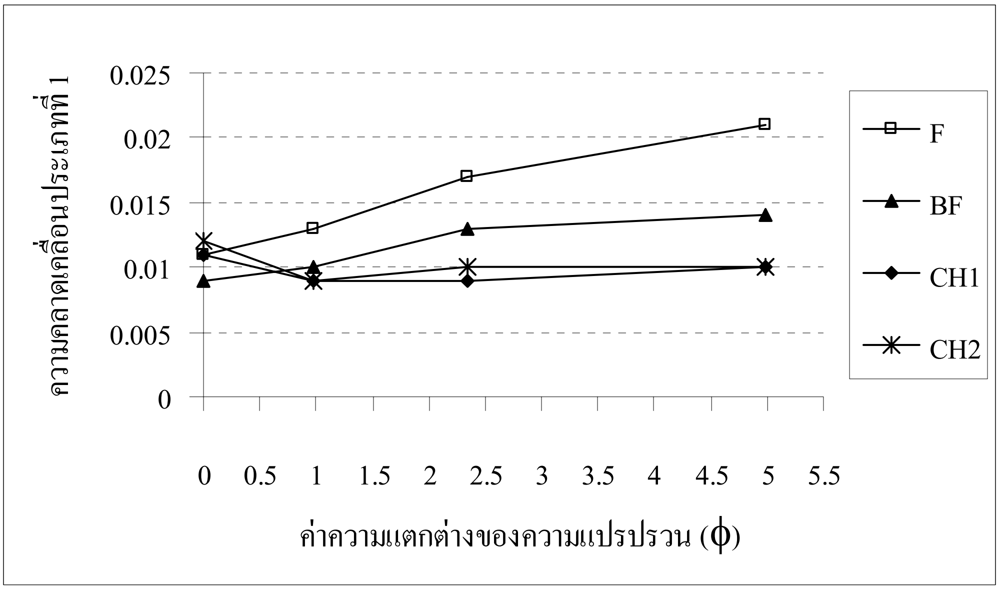
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.011	0.009	0.011	0.012	0.012	0.011	0.010	0.021 U
0.98	0.013	0.010	0.009	0.009	0.015	0.013	0.010	0.020 U
2.35	0.017 U	0.013	0.009	0.010	0.017 U	0.015	0.010	0.018 U
4.99	0.021 U	0.014	0.010	0.010	0.020 U	0.016 U	0.009	0.019 U

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

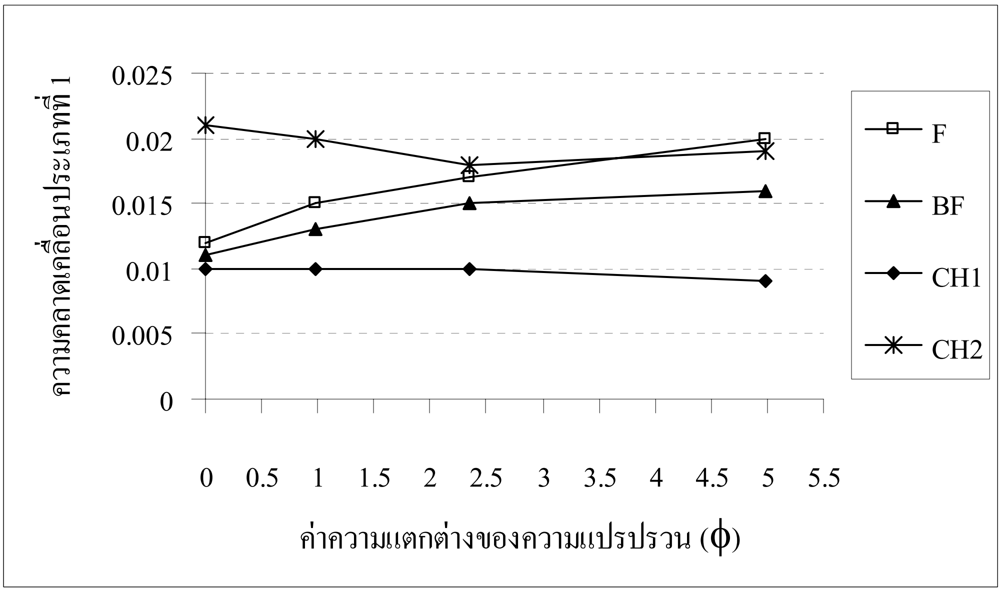
ตารางที่ 24 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ β_j = (0, 0, 0)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.052	0.047	0.054	0.057	0.050	0.049	0.050	0.064 U
0.98	0.060	0.051	0.050	0.052	0.057	0.055	0.048	0.062 U
2.35	0.062 U	0.051	0.048	0.053	0.063 U	0.059	0.049	0.061 U
4.99	0.068 U	0.054	0.050	0.051	0.067 U	0.060 U	0.049	0.064 U

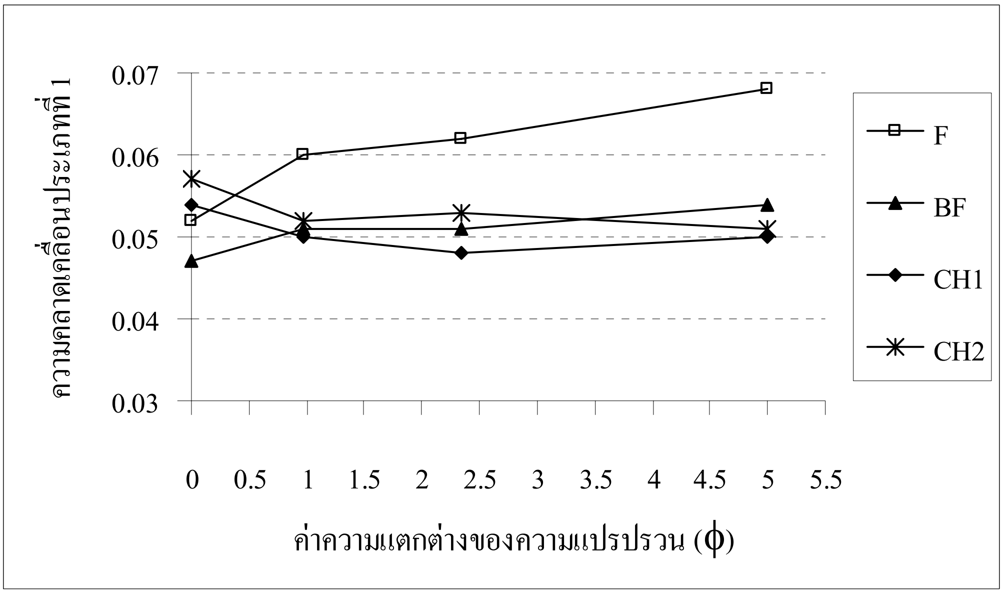
หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



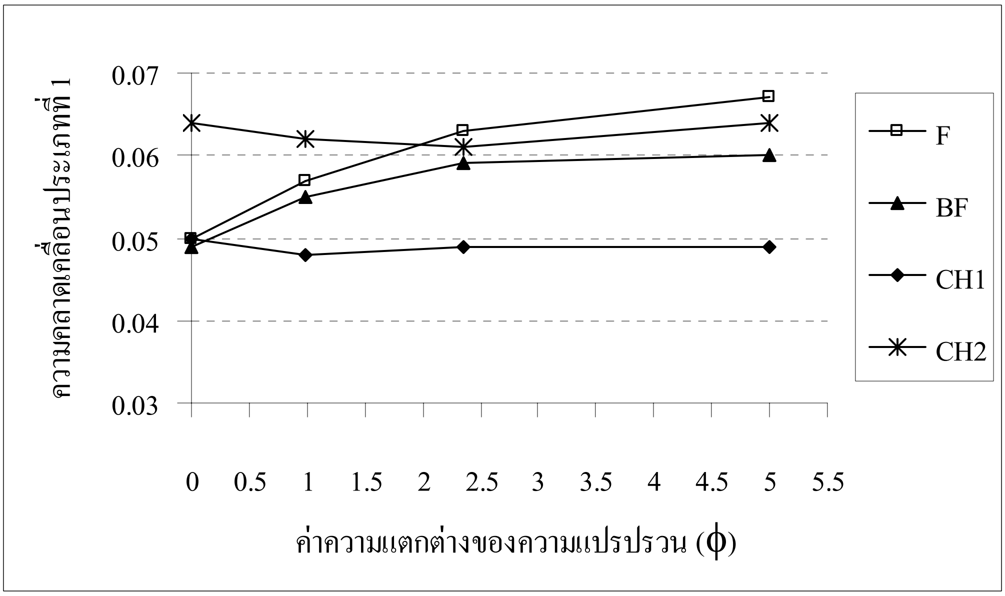
ภาพที่ 30 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 31 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 32 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 33 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ข. กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0.5)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0.5) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 25-26 และภาพที่ 34-37 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.1 : 1.3 : 1.5 : 1.8 : 2.2 : 2.7 : 3.3 : 4.0) ϕ = 0.98 เท่านั้น วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวยอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ยกเว้นกรณีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 กลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0) ϕ = 4.99 วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียวสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 เท่านั้น ทั้งกรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

ตารางที่ 25 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0.5)

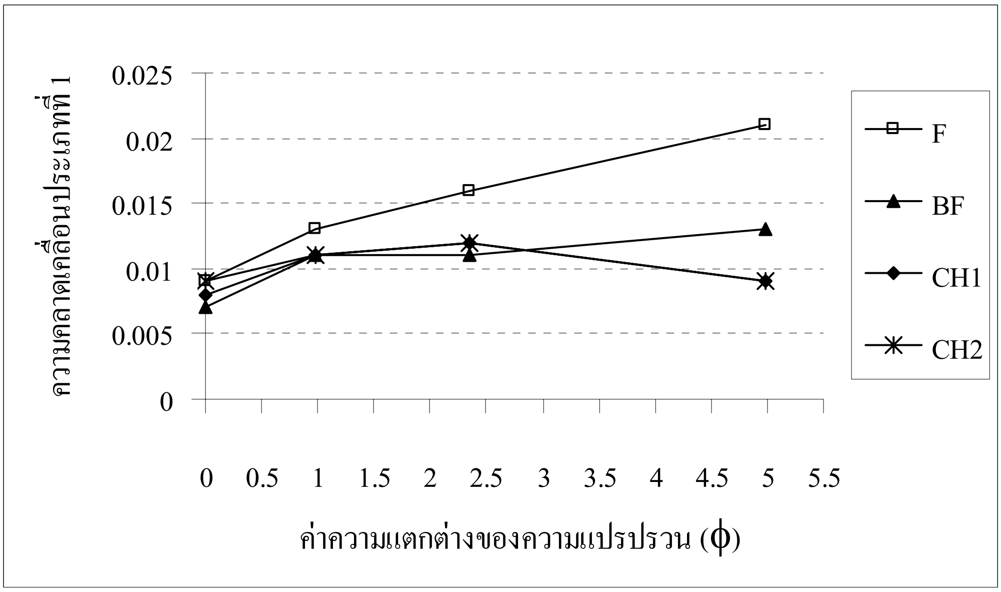
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.009	0.007	0.008	0.009	0.010	0.009	0.009	0.020 U
0.98	0.013	0.011	0.011	0.011	0.015	0.013	0.010	0.020 U
2.35	0.016 U	0.011	0.012	0.012	0.016 U	0.014	0.008	0.018 U
4.99	0.021 U	0.013	0.009	0.009	0.021 U	0.017 U	0.009	0.021 U

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

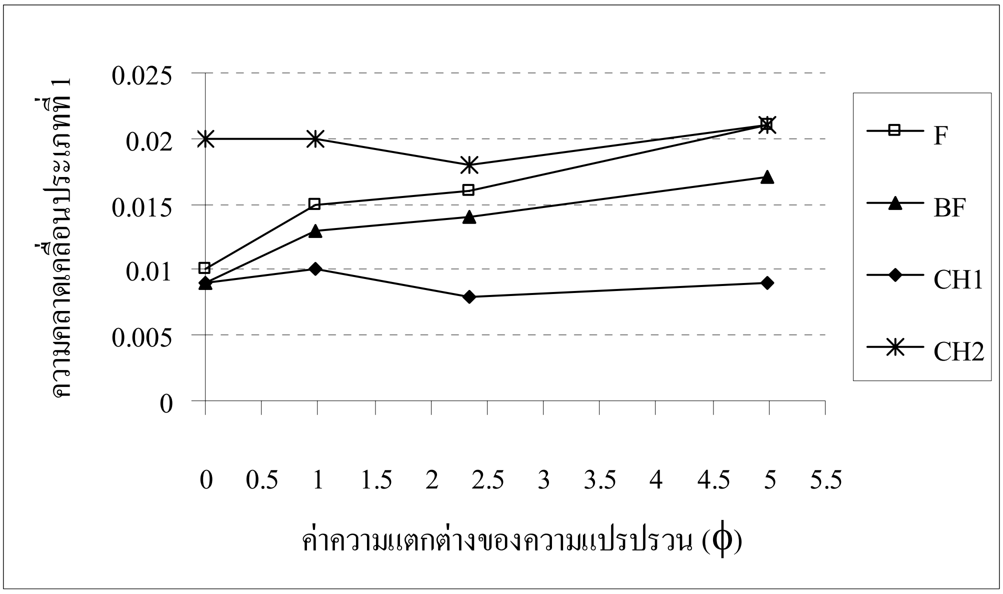
ตารางที่ 26 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0.5)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.051	0.046	0.048	0.051	0.048	0.046	0.052	0.064 U
0.98	0.056	0.048	0.047	0.050	0.059	0.055	0.050	0.064 U
2.35	0.064 U	0.053	0.051	0.053	0.065 U	0.060	0.049	0.061 U
4.99	0.069 U	0.057	0.049	0.054	0.066 U	0.061 U	0.051	0.061 U

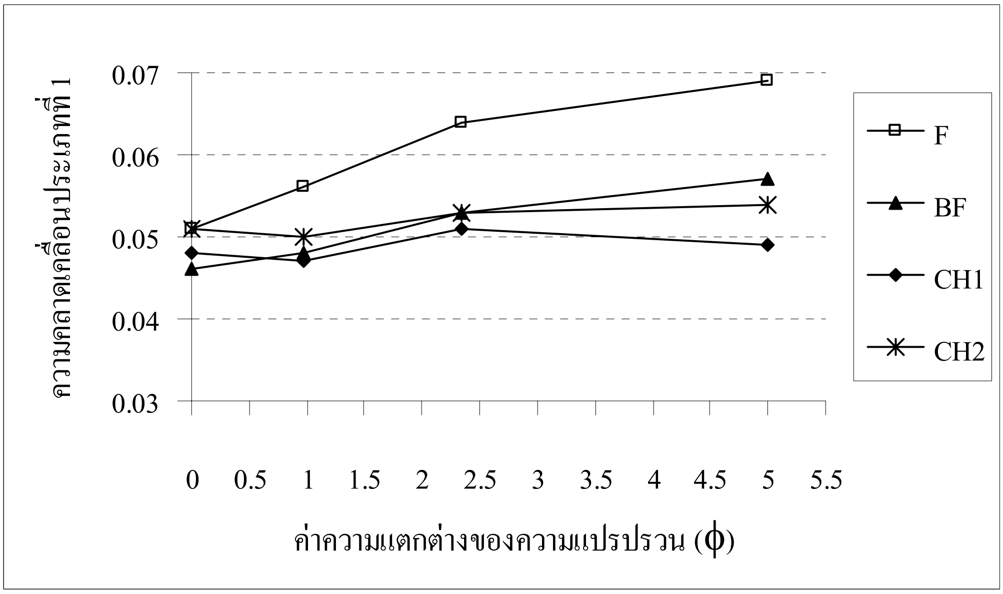
หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



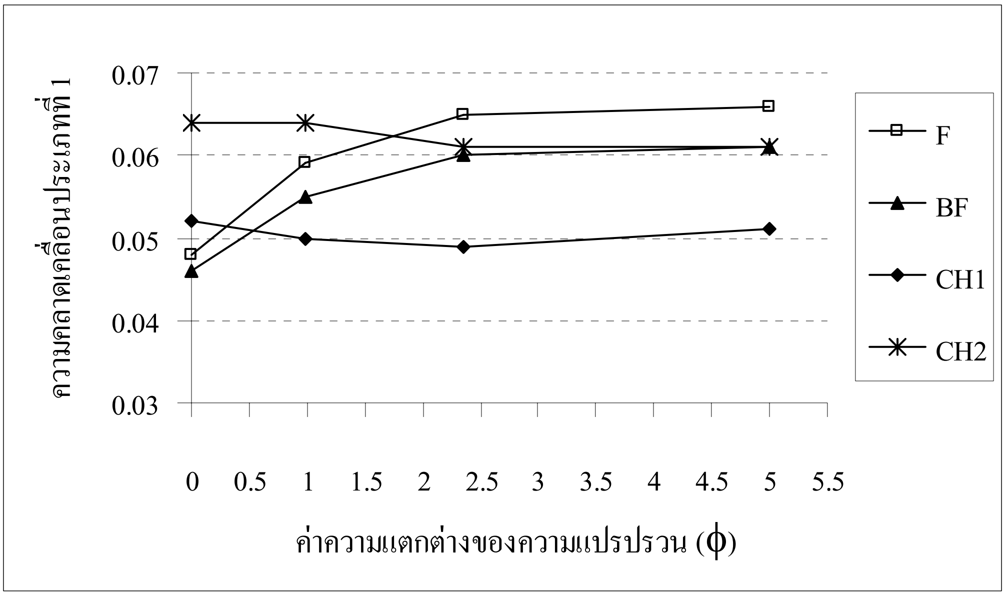
ภาพที่ 34 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 35 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 36 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 37 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ค. กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, 0, 1.5)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, 0, 1.5) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 27-28 และภาพที่ 38-41 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.1 : 1.3 : 1.5 : 1.8 : 2.2 : 2.7 : 3.3 : 4.0) ϕ = 0.98 เท่านั้น วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวยอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ยกเว้นกรณีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 กลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0)

ϕ = 4.99 วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 เท่านั้น ทั้งกรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

ตารางที่ 27 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, 0, 1.5)

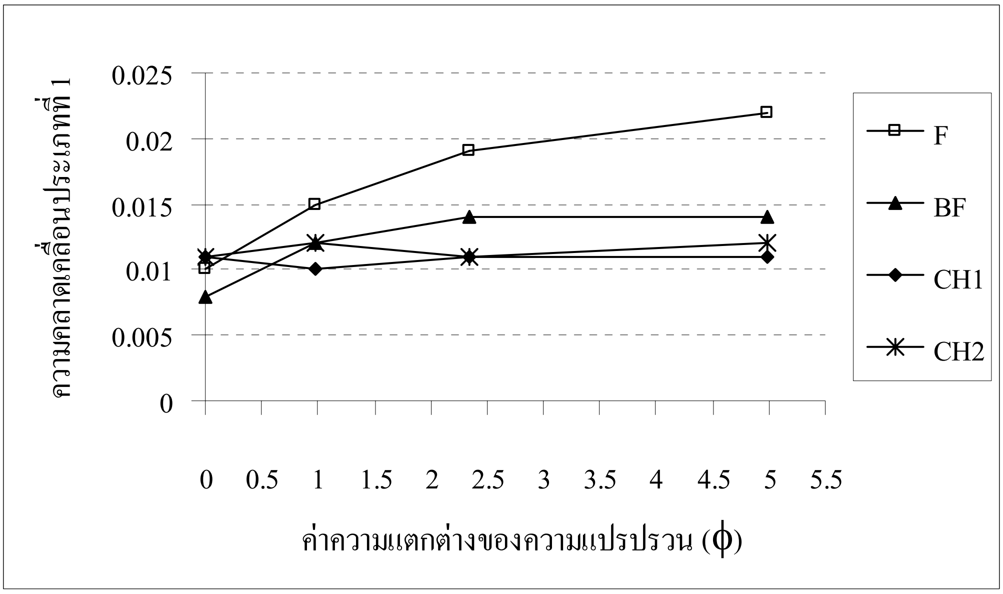
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.010	0.008	0.011	0.011	0.010	0.009	0.009	0.017 U
0.98	0.015	0.012	0.010	0.012	0.015	0.013	0.012	0.020 U
2.35	0.019 U	0.014	0.011	0.011	0.018 U	0.014	0.010	0.021 U
4.99	0.022 U	0.014	0.011	0.012	0.020 U	0.017 U	0.011	0.020 U

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

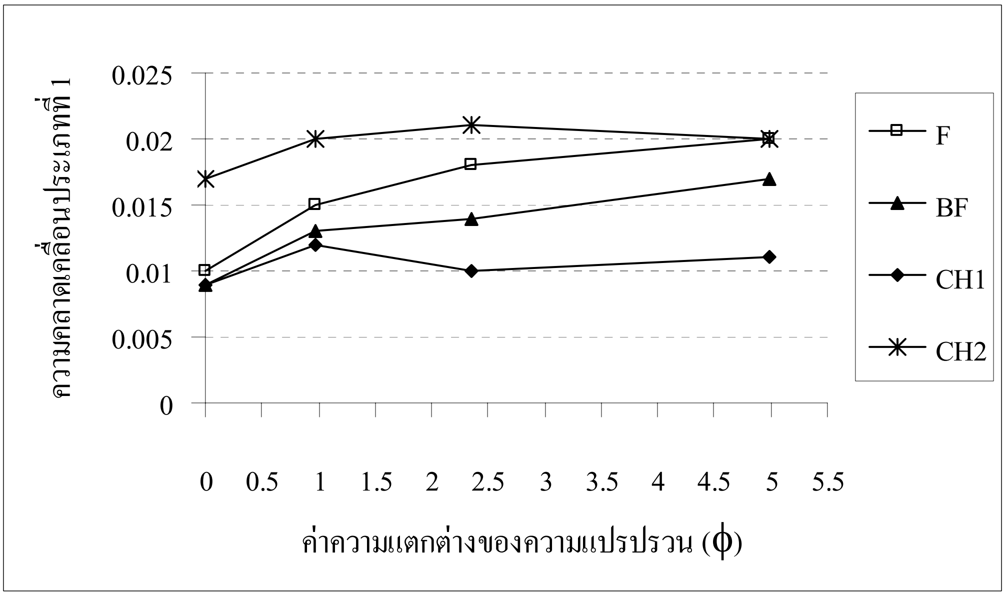
ตารางที่ 28 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, 0, 1.5)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.050	0.046	0.051	0.051	0.048	0.046	0.047	0.061 U
0.98	0.058	0.050	0.049	0.053	0.058	0.055	0.054	0.066 U
2.35	0.067 U	0.056	0.046	0.049	0.063 U	0.057	0.051	0.064 U
4.99	0.070 U	0.056	0.052	0.055	0.067 U	0.062 U	0.050	0.063 U

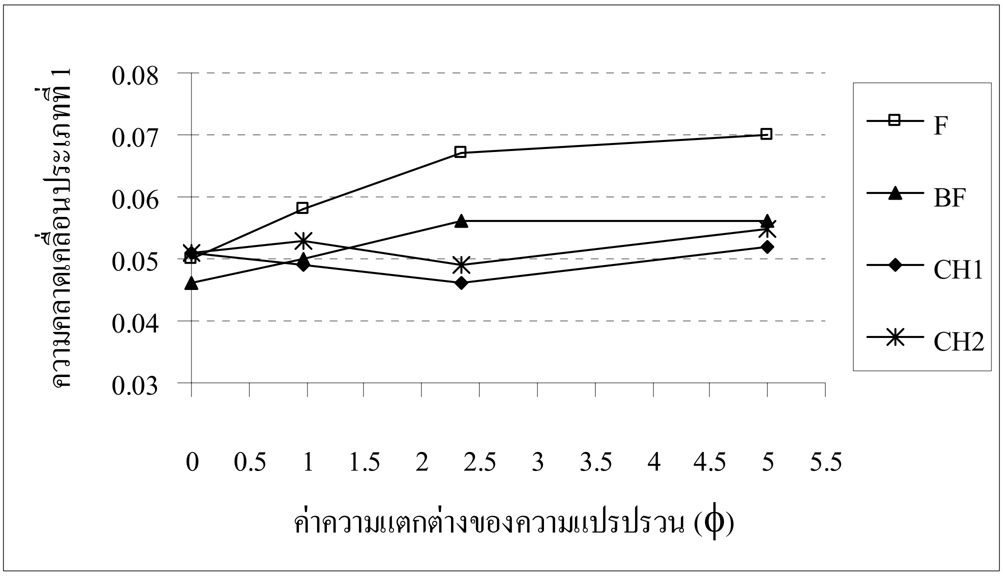
หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



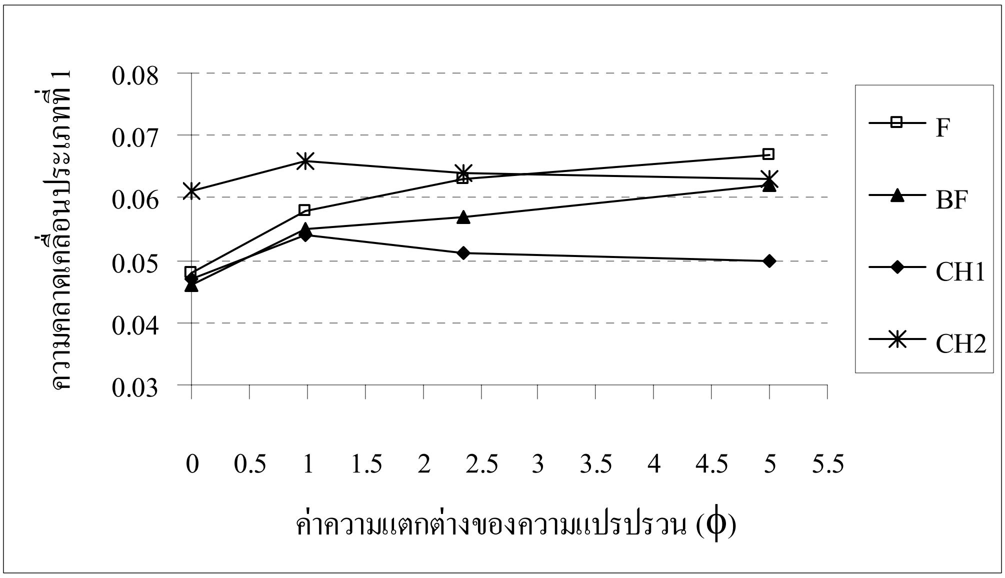
ภาพที่ 38 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, 0, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 39 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, 0, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 40 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, 0, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 41 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, 0, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

1.2.2 การทดสอบอิทธิพลหลัก A

ก. กรณี β_j = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

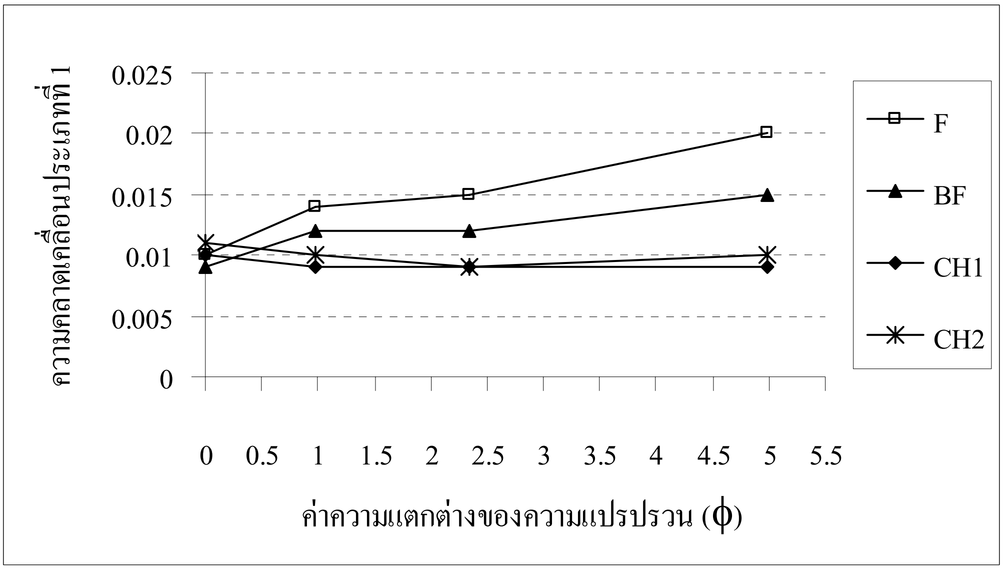
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 29 และภาพที่ 42-43 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0) ϕ = 4.99 วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวยอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ยกเว้นกรณีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 กลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0) ϕ = 4.99 ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

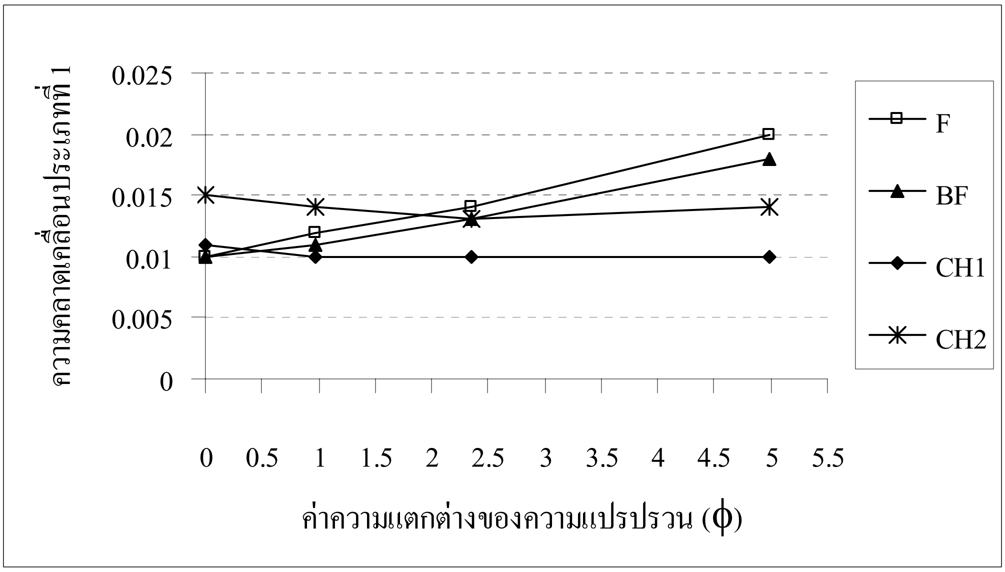
ตารางที่ 29 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.010	0.009	0.010	0.011	0.010	0.010	0.011	0.015
0.98	0.014	0.012	0.009	0.010	0.015	0.014	0.012	0.015
2.35	0.015	0.012	0.009	0.009	0.014	0.013	0.010	0.013
4.99	0.020 U	0.015	0.009	0.010	0.020 U	0.018 U	0.010	0.014

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 42 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 43 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

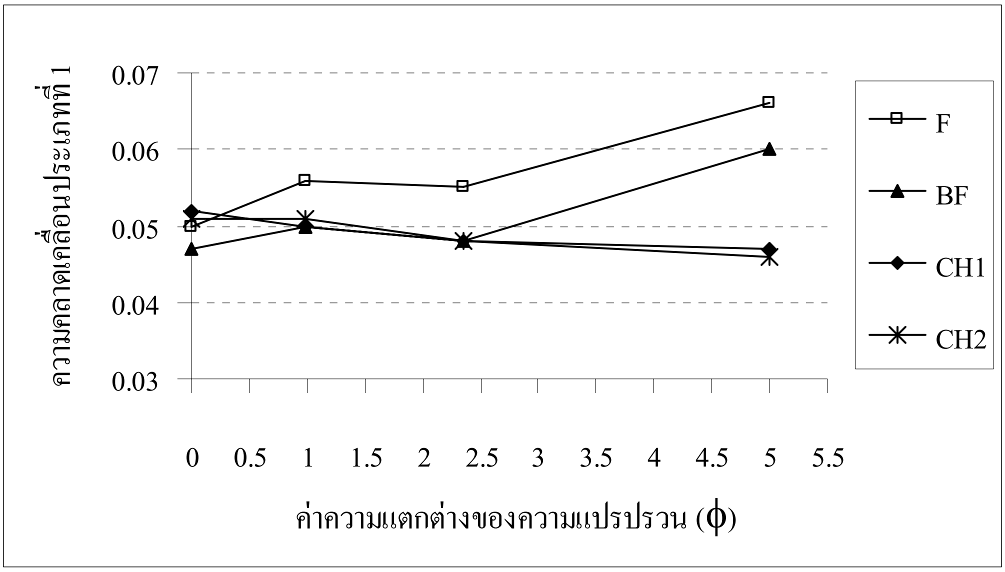
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 30 และภาพที่ 44-45 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0) ϕ = 4.99 ส่วนวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

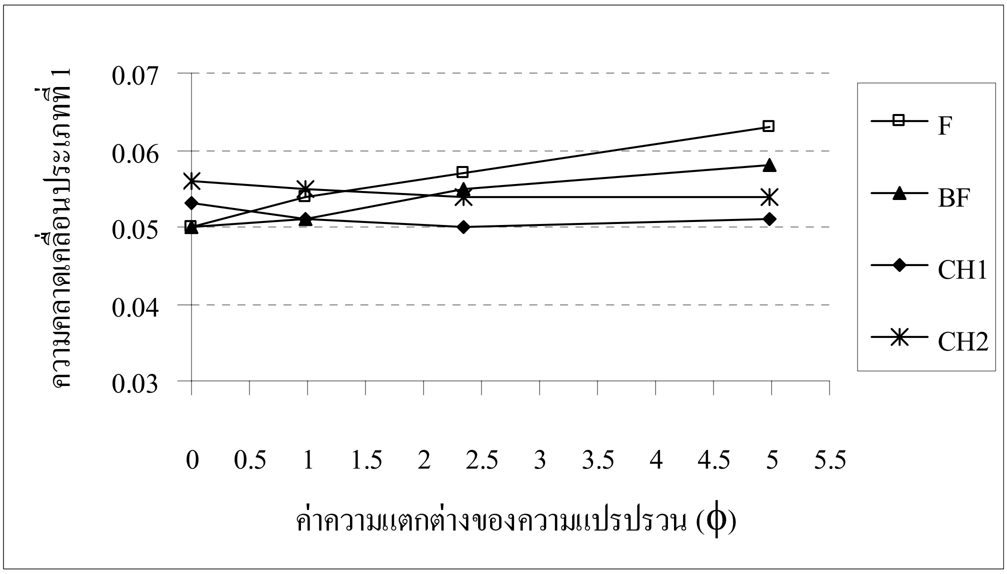
ตารางที่ 30 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.050	0.047	0.052	0.051	0.050	0.049	0.053	0.056
0.98	0.056	0.050	0.050	0.051	0.054	0.051	0.051	0.055
2.35	0.055	0.048	0.048	0.048	0.057	0.055	0.050	0.054
4.99	0.066 U	0.060	0.047	0.046	0.063 U	0.058	0.051	0.054

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 44 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\beta_j = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 45 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\beta_j = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ข. กรณี β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

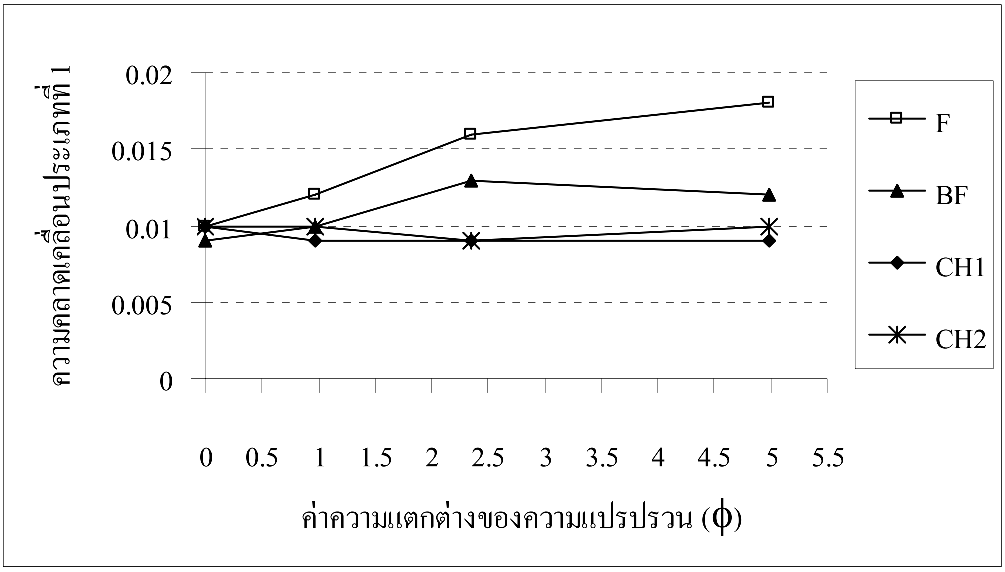
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 31 และภาพที่ 46-47 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.1 : 1.3 : 1.5 : 1.8 : 2.2 : 2.7 : 3.3 : 4.0) ϕ = 0.98 เท่านั้น วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวยอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ยกเว้นกรณีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 กลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0) ϕ = 4.99 ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

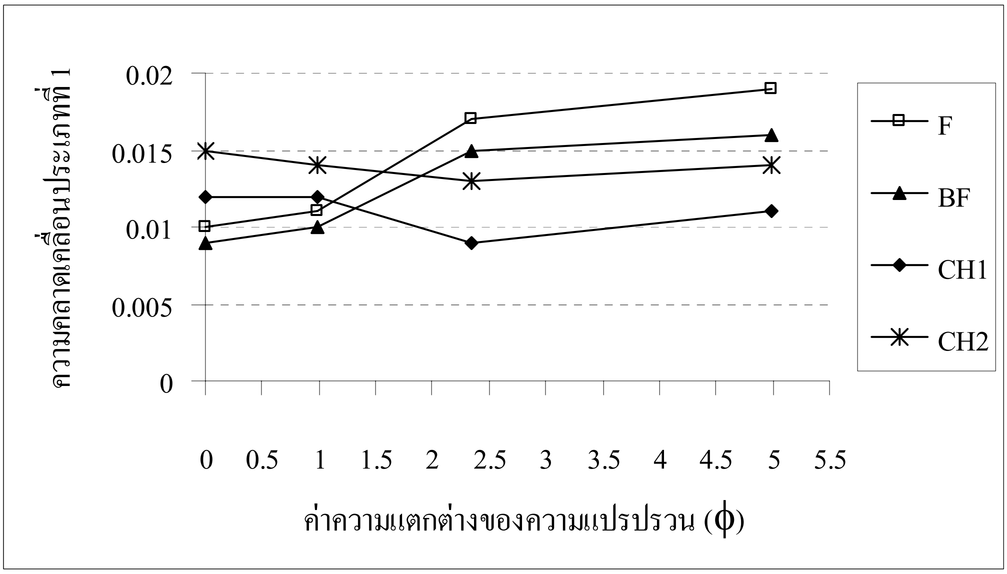
ตารางที่ 31 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.010	0.009	0.010	0.010	0.010	0.009	0.012	0.015
0.98	0.012	0.010	0.009	0.010	0.011	0.010	0.012	0.014
2.35	0.016 U	0.013	0.009	0.009	0.017 U	0.015	0.009	0.013
4.99	0.018 U	0.012	0.009	0.010	0.019 U	0.016 U	0.011	0.014

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 46 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 47 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

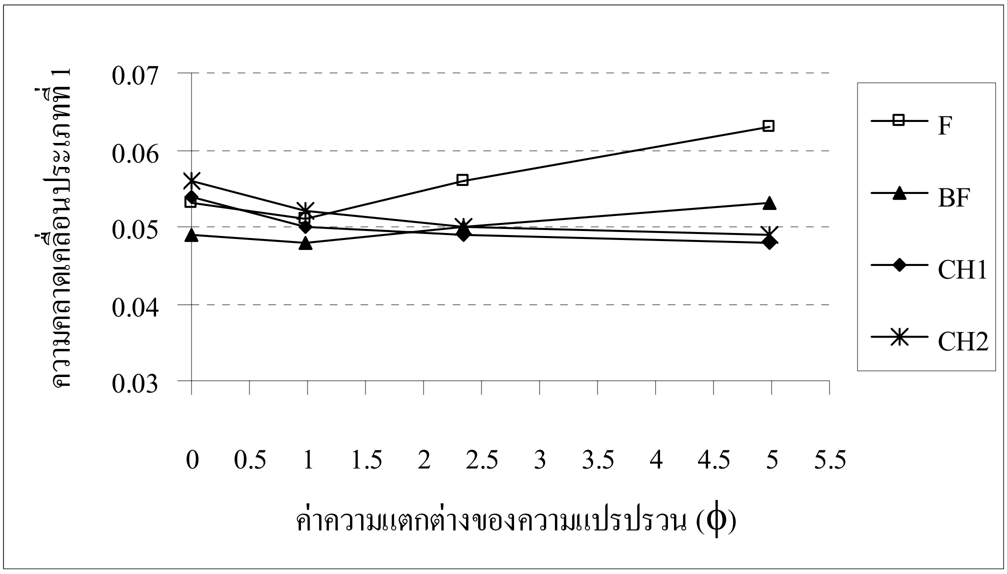
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 32 และภาพที่ 48-49 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่ม ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0) ϕ = 4.99 ส่วนวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

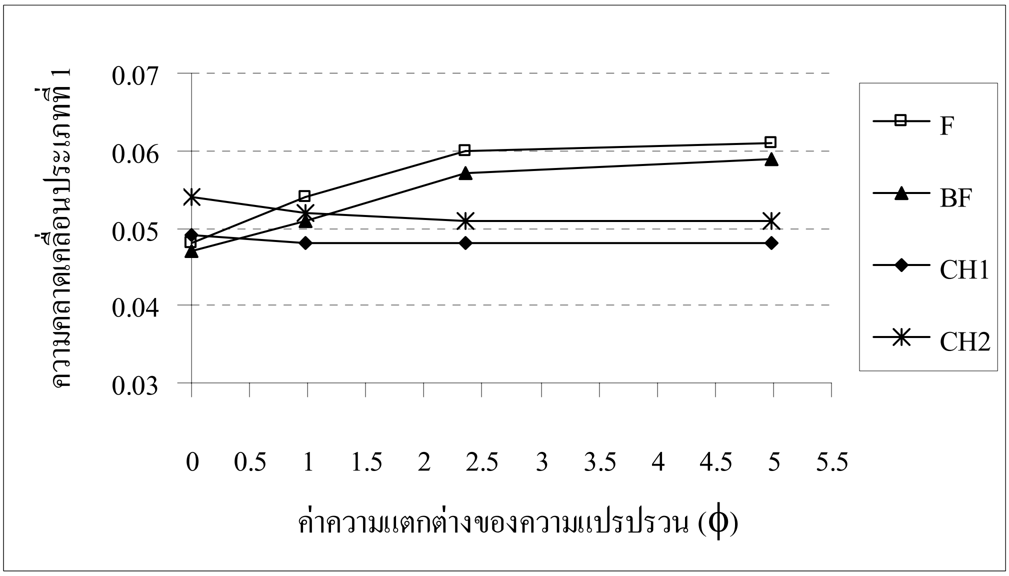
ตารางที่ 32 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.053	0.049	0.054	0.056	0.048	0.047	0.049	0.054
0.98	0.051	0.048	0.050	0.052	0.054	0.051	0.048	0.052
2.35	0.056	0.050	0.049	0.050	0.060	0.057	0.048	0.051
4.99	0.063 U	0.053	0.048	0.049	0.061 U	0.059	0.048	0.051

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 48 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 49 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ค. กรณี β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

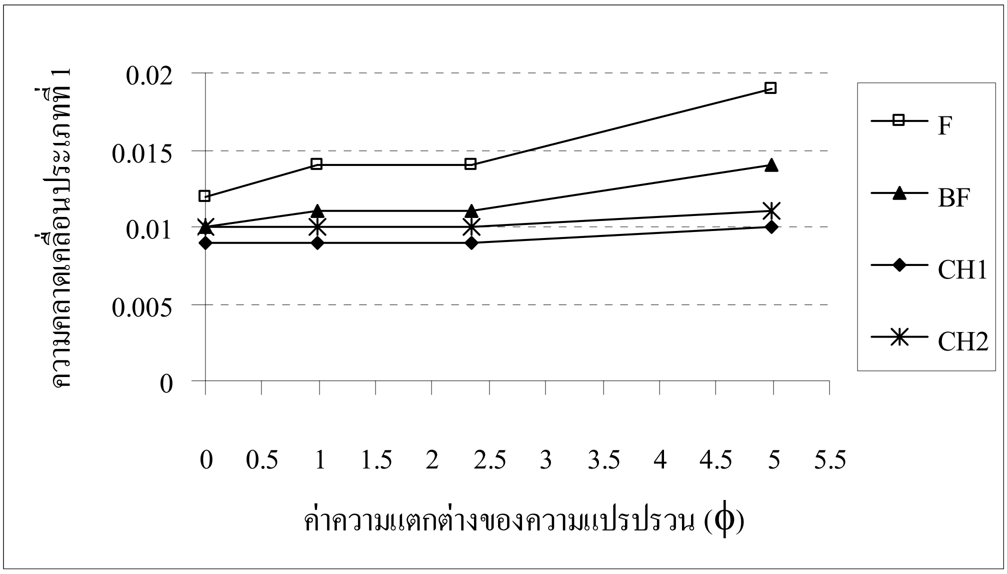
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 33 และภาพที่ 50-51 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0) ϕ = 4.99 ส่วนวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

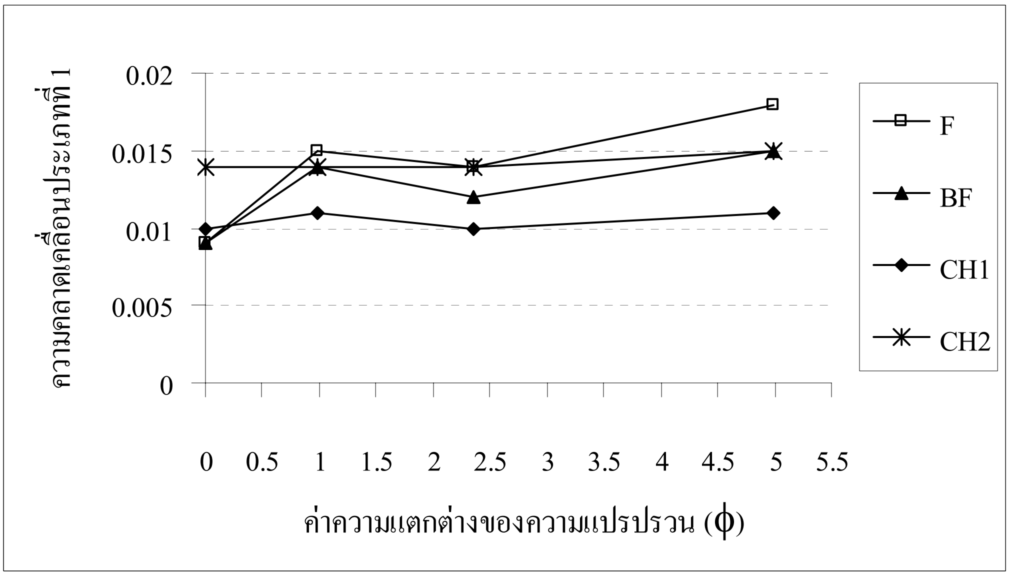
ตารางที่ 33 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.012	0.010	0.009	0.010	0.009	0.009	0.010	0.014
0.98	0.014	0.011	0.009	0.010	0.015	0.014	0.011	0.014
2.35	0.014	0.011	0.009	0.010	0.014	0.012	0.010	0.014
4.99	0.019 U	0.014	0.010	0.011	0.018 U	0.015	0.011	0.015

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 50 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 51 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

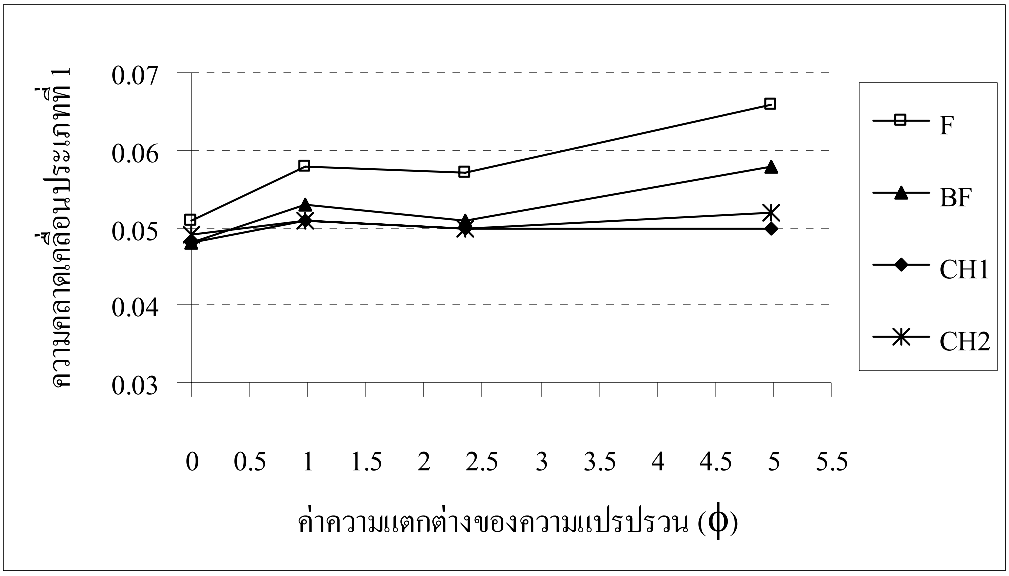
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 34 และภาพที่ 52-53 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.4 : 2.3 : 3.4 : 5.0 : 7.1 : 9.6 : 12.6 : 16.0) ϕ = 4.99 ส่วนวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

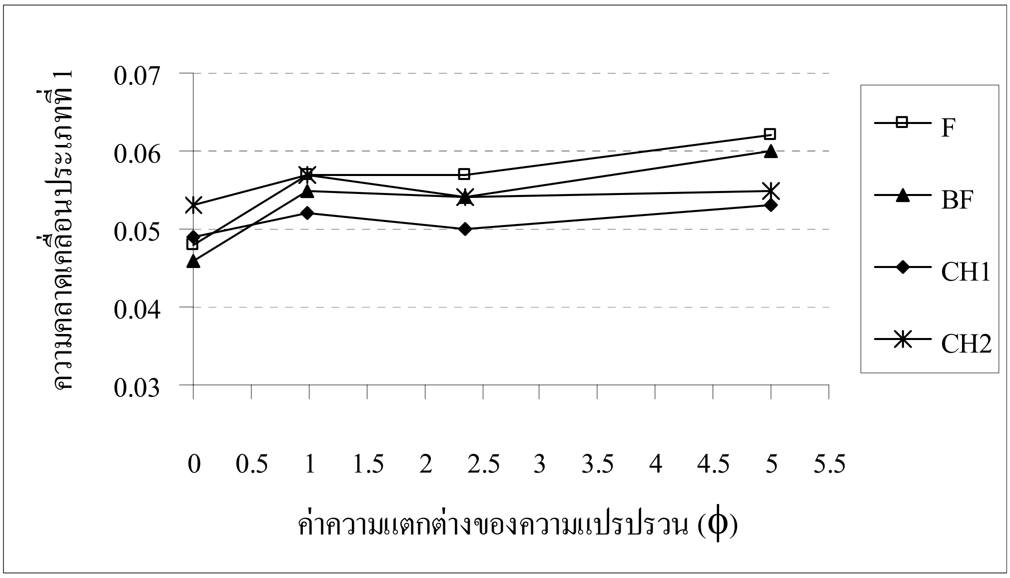
ตารางที่ 34 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.051	0.048	0.048	0.049	0.048	0.046	0.049	0.053
0.98	0.058	0.053	0.051	0.051	0.057	0.055	0.052	0.057
2.35	0.057	0.051	0.050	0.050	0.057	0.054	0.050	0.054
4.99	0.066 U	0.058	0.050	0.052	0.062 U	0.060	0.053	0.055

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 52 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 53 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

1.2.3 การทดสอบอิทธิพลหลัก B

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของแผนการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 35-36 และภาพที่ 54-57 ดังนี้

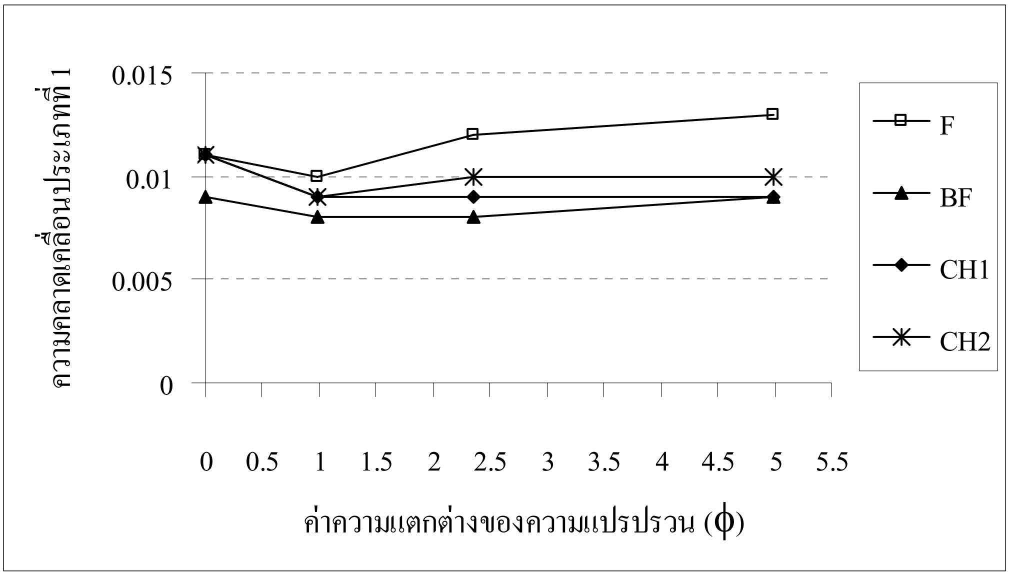
วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

ตารางที่ 35 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$

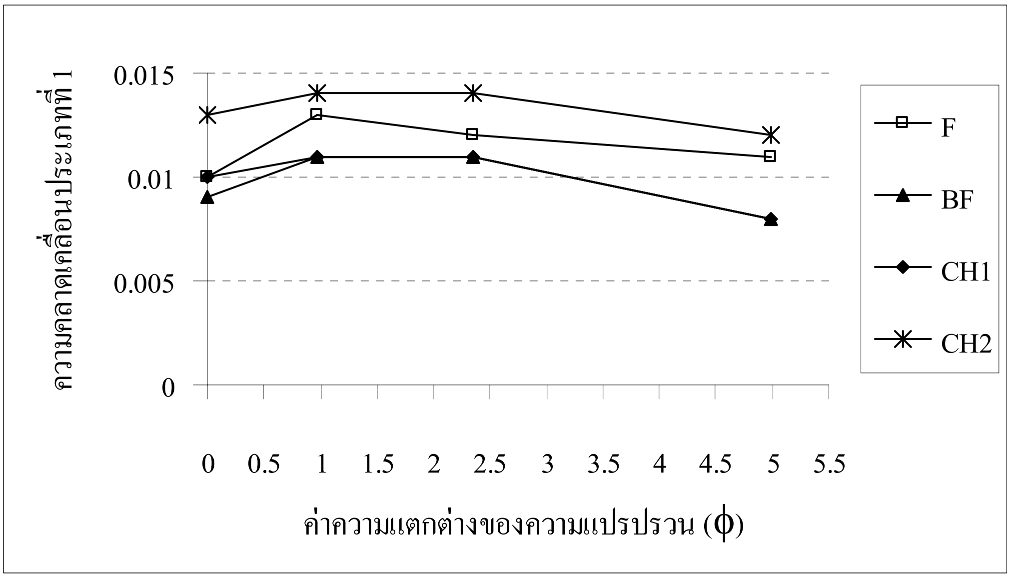
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.011	0.009	0.011	0.011	0.010	0.009	0.010	0.013
0.98	0.010	0.008	0.009	0.009	0.013	0.011	0.011	0.014
2.35	0.012	0.008	0.009	0.010	0.012	0.011	0.011	0.014
4.99	0.013	0.009	0.009	0.010	0.011	0.008	0.008	0.012

ตารางที่ 36 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$

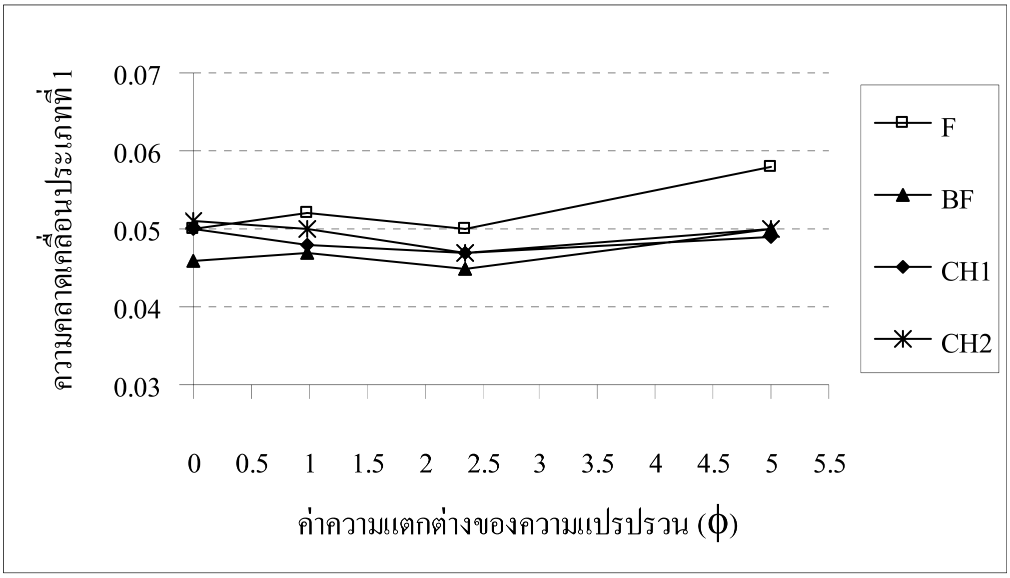
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.050	0.046	0.050	0.051	0.049	0.048	0.049	0.053
0.98	0.052	0.047	0.048	0.050	0.055	0.053	0.054	0.058
2.35	0.050	0.045	0.047	0.047	0.051	0.047	0.049	0.053
4.99	0.058	0.050	0.049	0.050	0.055	0.052	0.046	0.048



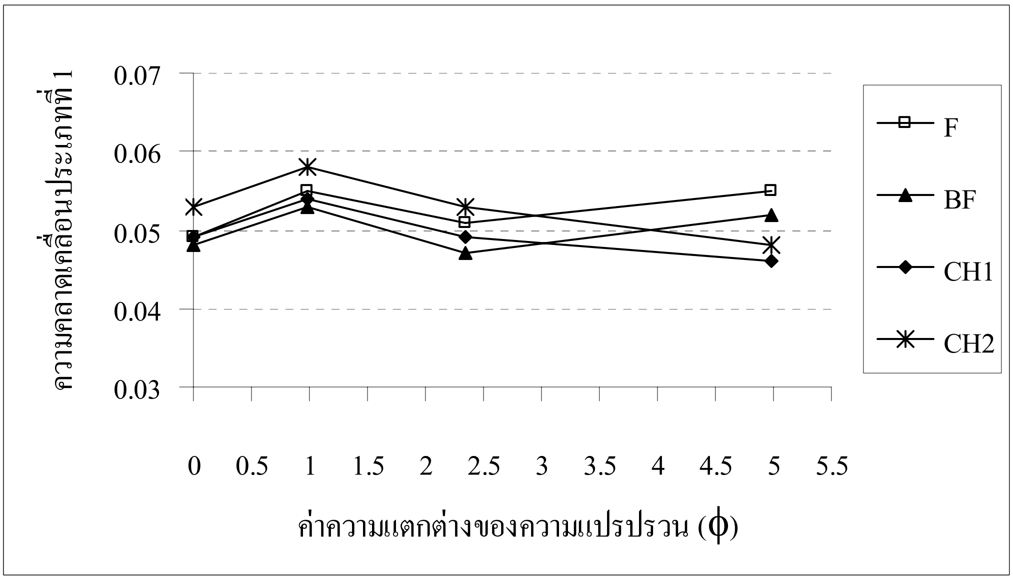
ภาพที่ 54 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 55 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 56 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 57 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

1.3 ขนาดของการทดลองเป็น 3×4

1.3.1 การทดสอบอิทธิพลร่วม

ก. กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 37-38 และภาพที่ 58-61 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6 : 1.8 : 2.1 : 2.4 : 2.7 : 3.0 : 3.3 : 3.7 : 4.0) $\phi = 0.96$ วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 เท่านั้น ทั้งกรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

ตารางที่ 37 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$

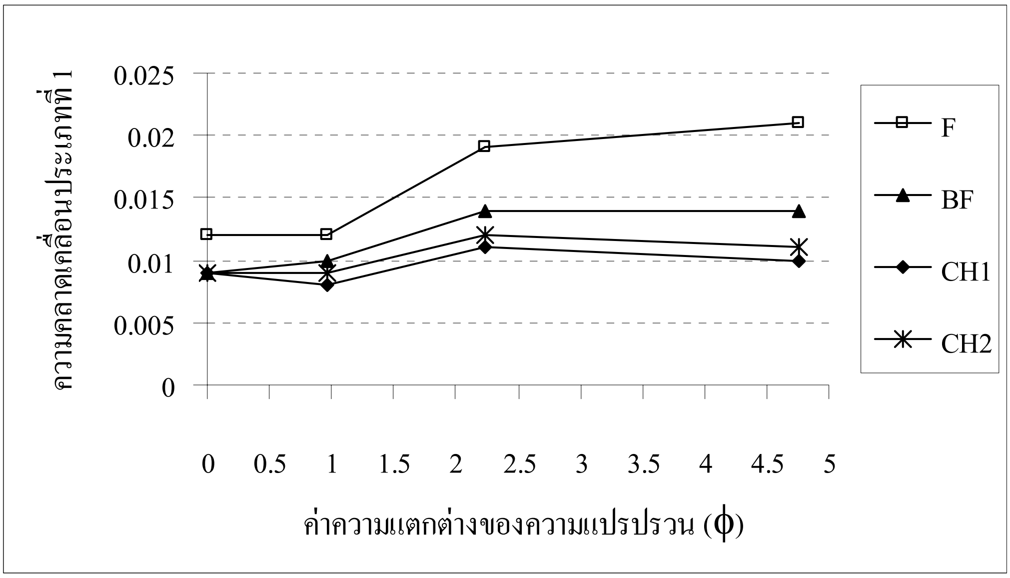
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.012	0.009	0.009	0.009	0.010	0.009	0.012	0.022 U
0.96	0.012	0.010	0.008	0.009	0.014	0.012	0.011	0.023 U
2.24	0.019 U	0.014	0.011	0.012	0.016 U	0.014	0.008	0.018 U
4.76	0.021 U	0.014	0.010	0.011	0.019 U	0.015	0.011	0.023 U

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

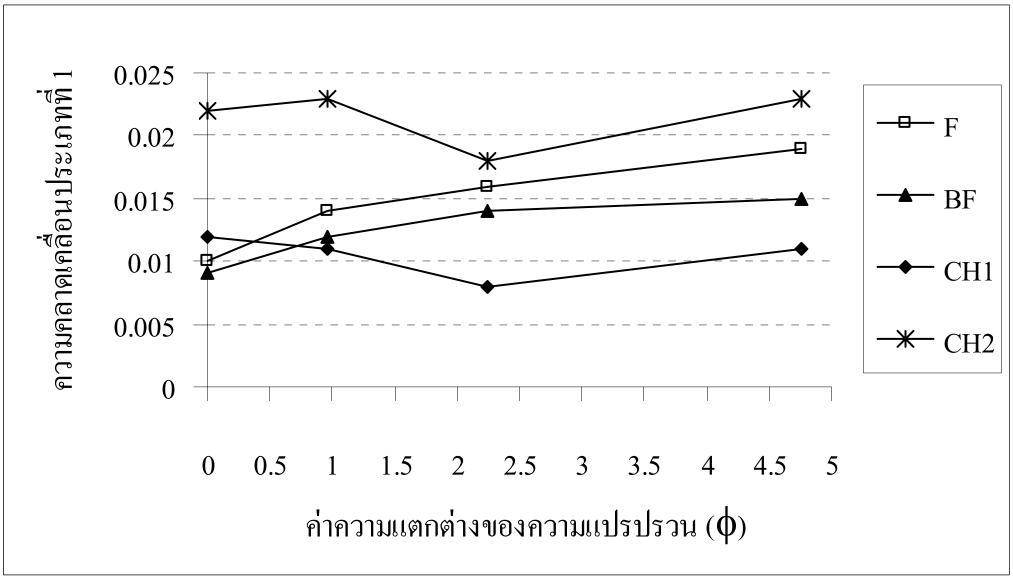
ตารางที่ 38 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.052	0.047	0.044	0.047	0.048	0.047	0.052	0.062 U
0.96	0.059	0.050	0.048	0.049	0.054	0.051	0.054	0.070 U
2.24	0.069 U	0.059	0.054	0.052	0.061 U	0.057	0.045	0.062 U
4.76	0.067 U	0.055	0.047	0.048	0.065 U	0.060	0.053	0.066 U

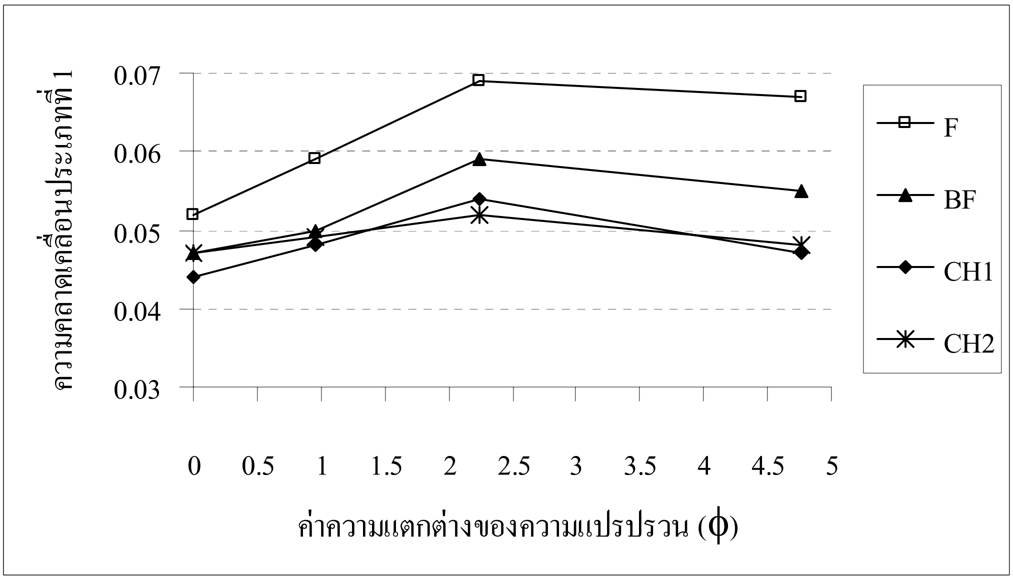
หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



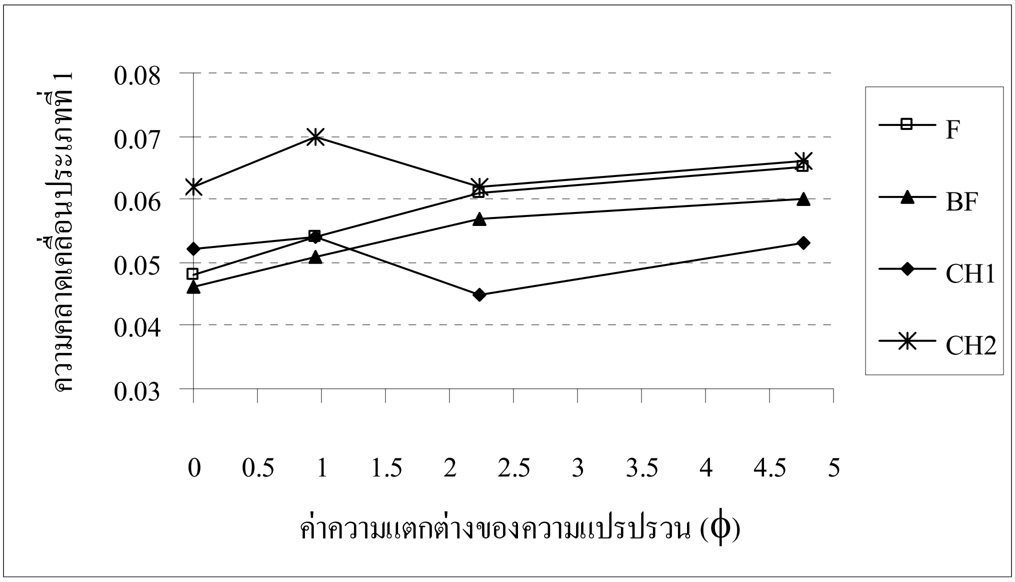
ภาพที่ 58 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 59 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 60 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 61 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ β_j = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ข. กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 39 และภาพที่ 62-63 ดังนี้

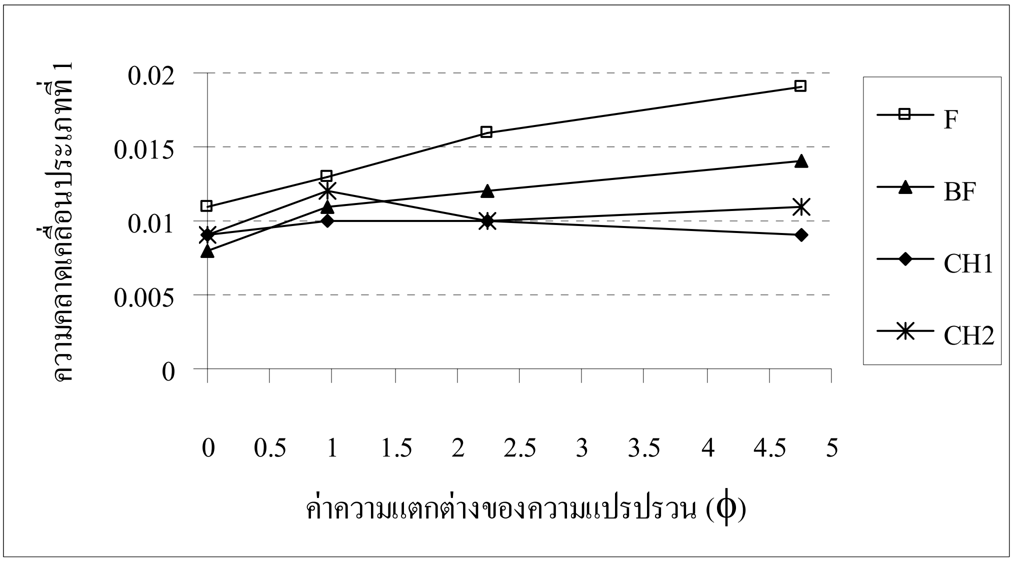
วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6 : 1.8 : 2.1 : 2.4 : 2.7 : 3.0 : 3.3 : 3.7 : 4.0) ϕ = 0.96 วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ยกเว้นกรณีกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 เมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.3 : 1.5 : 1.9 : 2.4 : 3.0 : 3.6 :

4.3 : 5.1 : 6.0 : 7.0 : 8.0) ϕ = 2.24 และ (1.0 : 1.6 : 2.4 : 3.3 : 4.4 : 5.6 : 7.0 : 8.5 : 10.1 : 11.9 : 13.8 : 16.0) ϕ = 4.76 วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 เท่านั้น ทั้งกรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

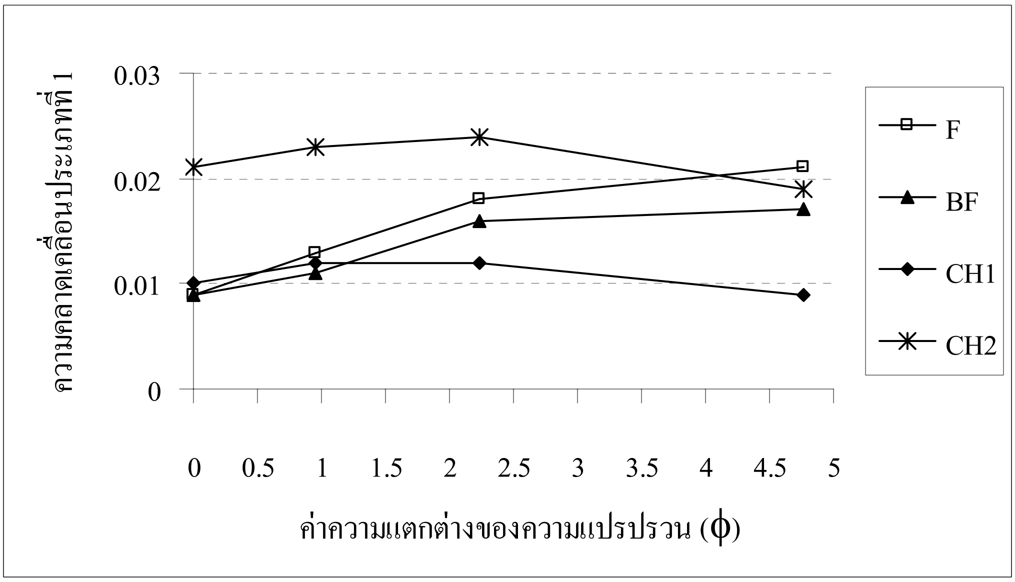
ตารางที่ 39 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.011	0.008	0.009	0.009	0.009	0.009	0.010	0.021 U
0.96	0.013	0.011	0.010	0.012	0.013	0.011	0.012	0.023 U
2.24	0.016 U	0.012	0.010	0.010	0.018 U	0.016 U	0.012	0.024 U
4.76	0.019 U	0.014	0.009	0.011	0.021 U	0.017 U	0.009	0.019 U

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 62 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 63 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

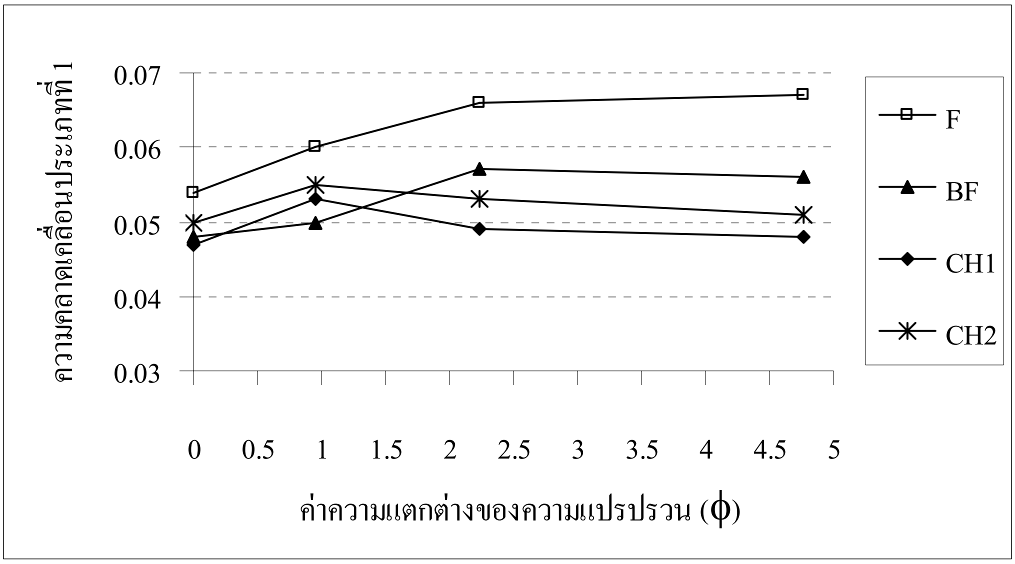
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 40 และภาพที่ 64-65 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6 : 1.8 : 2.1 : 2.4 : 2.7 : 3.0 : 3.3 : 3.7 : 4.0) ϕ = 0.96 วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 ทั้งกรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

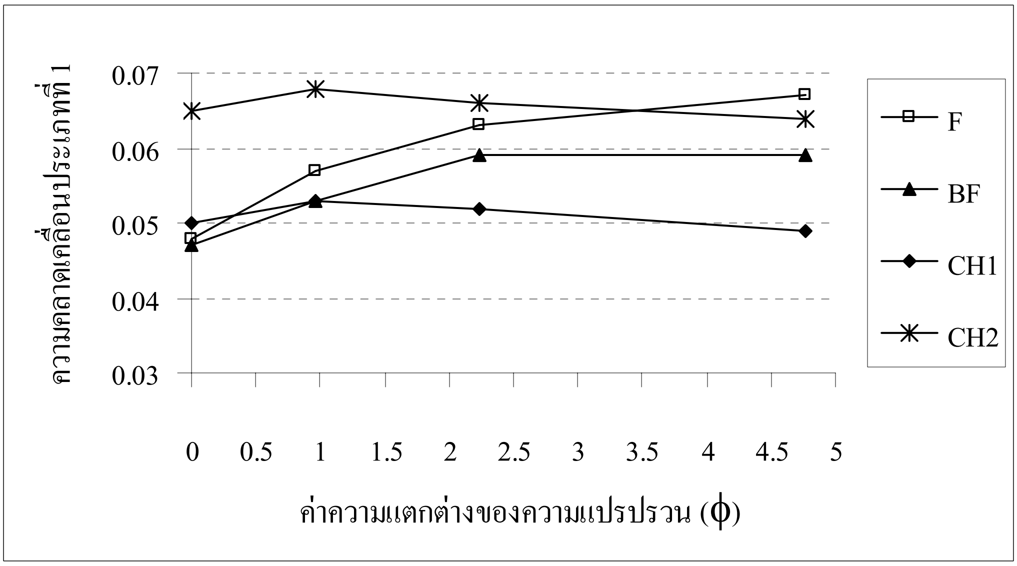
ตารางที่ 40 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.054	0.048	0.047	0.050	0.048	0.047	0.050	0.065 U
0.96	0.060	0.050	0.053	0.055	0.057	0.053	0.053	0.068 U
2.24	0.066 U	0.057	0.049	0.053	0.063 U	0.059	0.052	0.066 U
4.76	0.067 U	0.056	0.048	0.051	0.067 U	0.059	0.049	0.064 U

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 64 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 65 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5) และ β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ค. กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5)

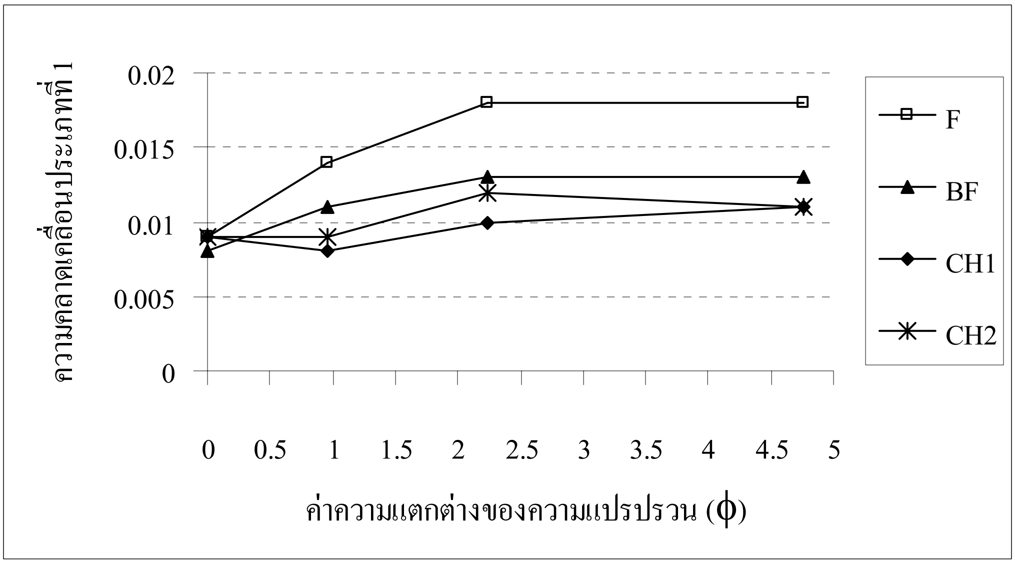
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 41 และภาพที่ 66-67 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6 : 1.8 : 2.1 : 2.4 : 2.7 : 3.0 : 3.3 : 3.7 : 4.0) ϕ = 0.96 วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ยกเว้นกรณีกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 เมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนเท่ากับ (1.0 : 1.6 : 2.4 : 3.3 : 4.4 : 5.6 : 7.0 : 8.5 : 10.1 : 11.9 : 13.8 : 16.0) ϕ = 4.76 วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 เท่านั้น ทั้งกรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

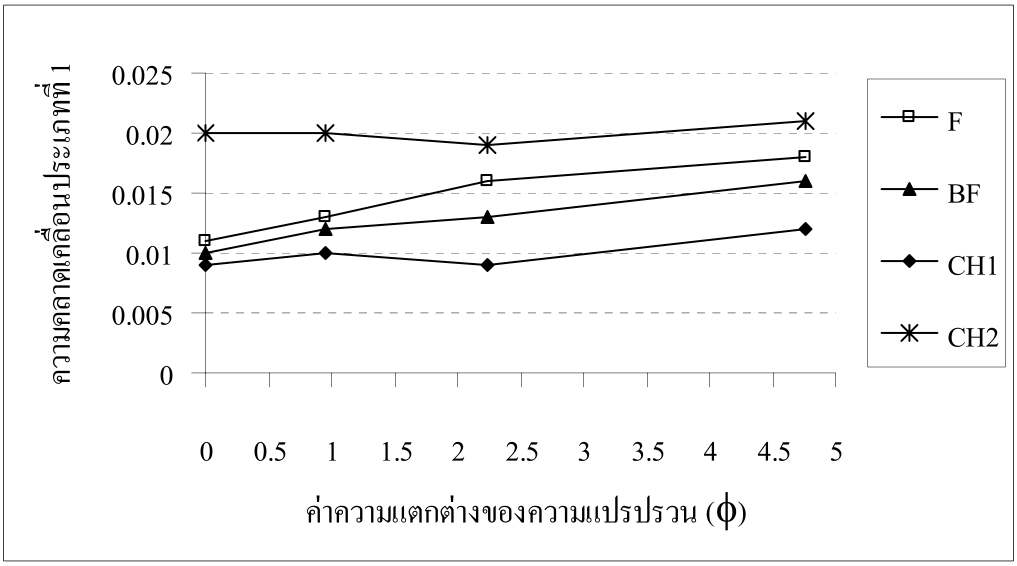
ตารางที่ 41 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วมที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.009	0.008	0.009	0.009	0.011	0.010	0.009	0.020 U
0.96	0.014	0.011	0.008	0.009	0.013	0.012	0.010	0.020 U
2.24	0.018 U	0.013	0.010	0.012	0.016 U	0.013	0.009	0.019 U
4.76	0.018 U	0.013	0.011	0.011	0.018 U	0.016 U	0.012	0.021 U

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 66 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 67 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

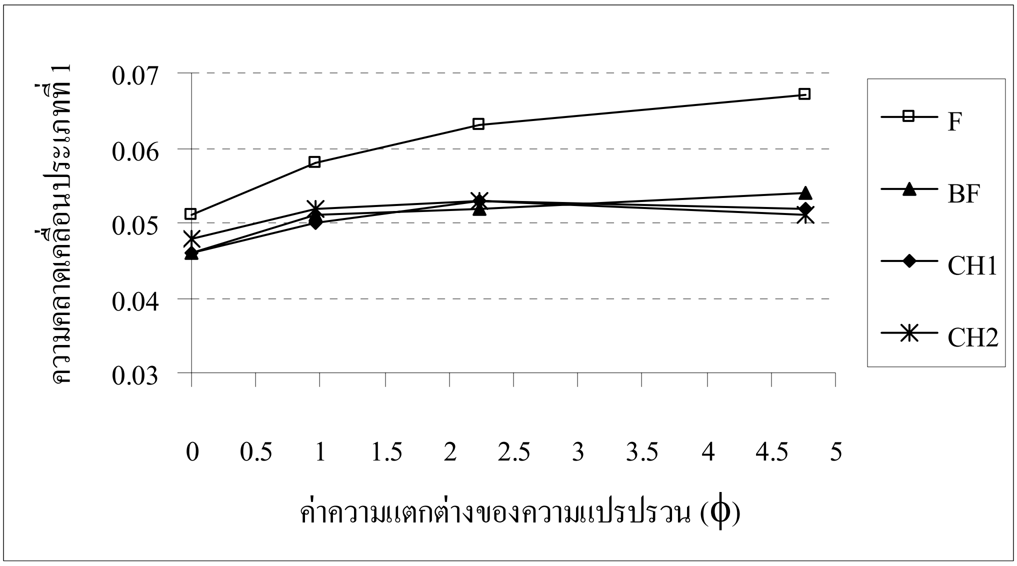
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 42 และภาพที่ 68-69 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6 : 1.8 : 2.1 : 2.4 : 2.7 : 3.0 : 3.3 : 3.7 : 4.0) ϕ = 0.96 วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 ทั้งกรณีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

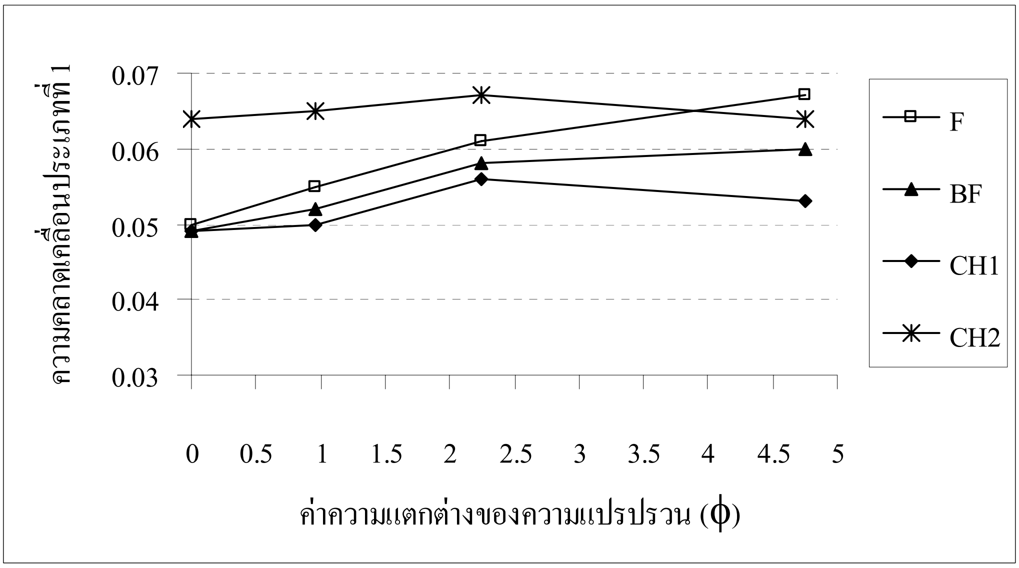
ตารางที่ 42 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.051	0.046	0.046	0.048	0.050	0.049	0.049	0.064 U
0.96	0.058	0.051	0.050	0.052	0.055	0.052	0.050	0.065 U
2.24	0.063 U	0.052	0.053	0.053	0.061 U	0.058	0.056	0.067 U
4.76	0.067 U	0.054	0.052	0.051	0.067 U	0.060	0.053	0.064 U

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 68 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 69 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5) และ β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

1.3.2 การทดสอบอิทธิพลหลัก A

ก. กรณี $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$

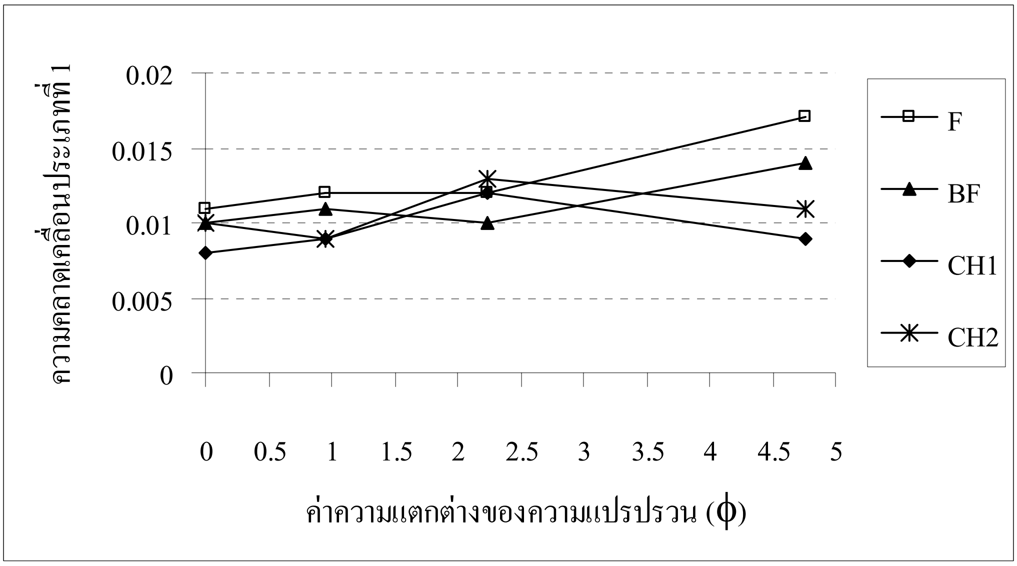
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 43 และภาพที่ 70-71 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.6 : 2.4 : 3.3 : 4.4 : 5.6 : 7.0 : 8.5 : 10.1 : 11.9 : 13.8 : 16.0) $\phi = 4.76$ ส่วนวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

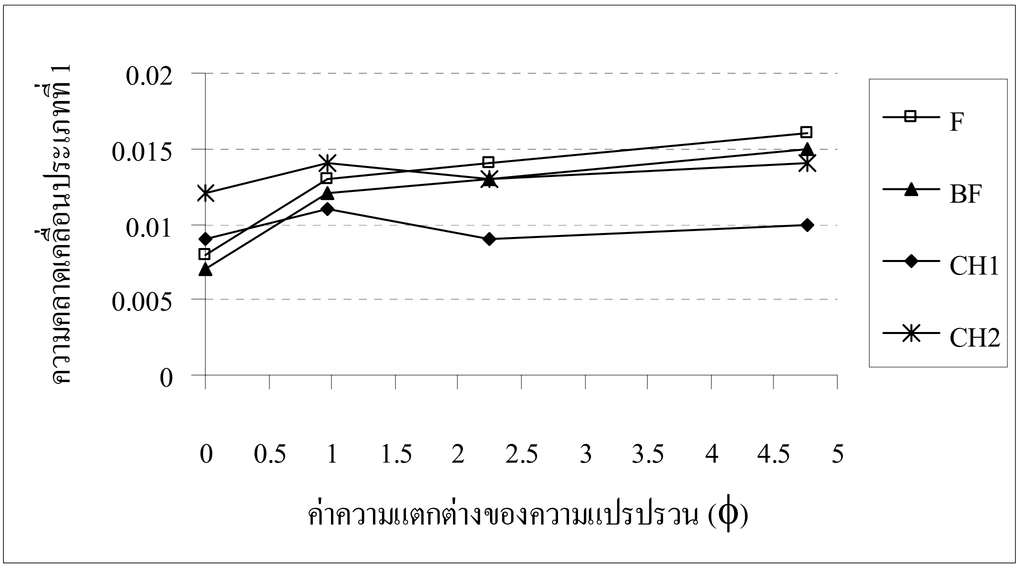
ตารางที่ 43 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.011	0.010	0.008	0.010	0.008	0.007	0.009	0.012
0.96	0.012	0.011	0.009	0.009	0.013	0.012	0.011	0.014
2.24	0.012	0.010	0.012	0.013	0.014	0.013	0.009	0.013
4.76	0.017 U	0.014	0.009	0.011	0.016 U	0.015	0.010	0.014

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 70 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (0, 0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 71 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (0, 0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

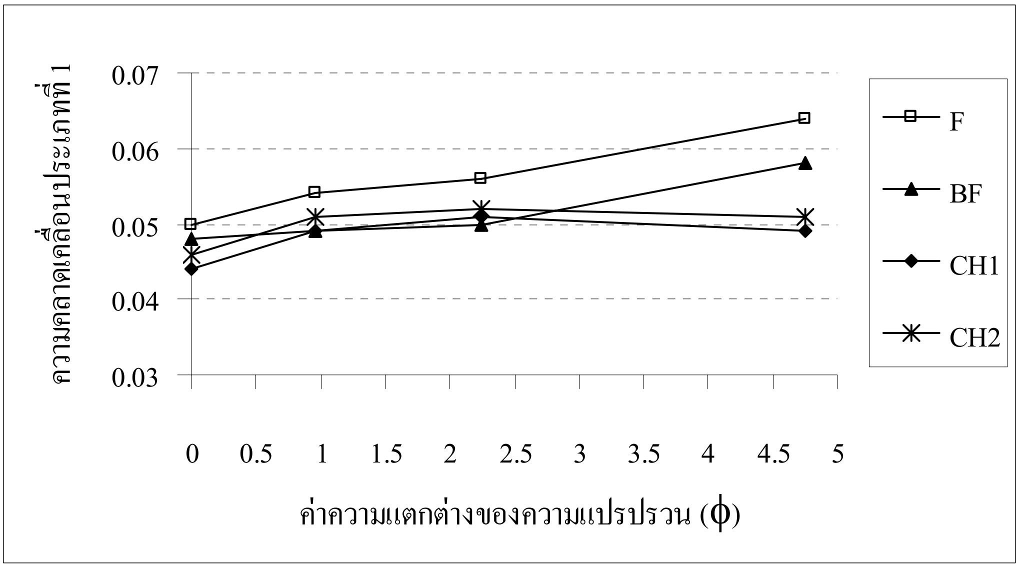
จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 44 และภาพที่ 72-73 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6 กรณีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.6 : 2.4 : 3.3 : 4.4 : 5.6 : 7.0 : 8.5 : 10.1 : 11.9 : 13.8 : 16.0) $\phi = 4.76$ ส่วนวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

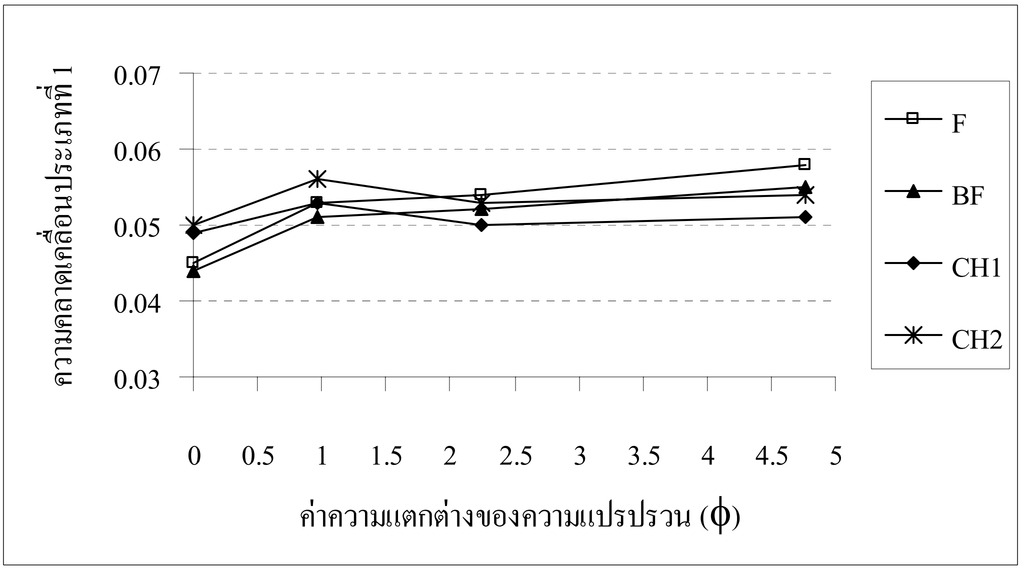
ตารางที่ 44 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.050	0.048	0.044	0.046	0.045	0.044	0.049	0.050
0.96	0.054	0.049	0.049	0.051	0.053	0.051	0.053	0.056
2.24	0.056	0.050	0.051	0.052	0.054	0.052	0.050	0.053
4.76	0.064 U	0.058	0.049	0.051	0.058	0.055	0.051	0.054

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



ภาพที่ 72 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (0, 0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 73 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (0, 0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ข. กรณี β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 45-46 และภาพที่ 74-77 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.6 : 2.4 : 3.3 : 4.4 : 5.6 : 7.0 : 8.5 : 10.1 : 11.9 : 13.8 : 16.0) ϕ = 4.76 ส่วนวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตารางที่ 45 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

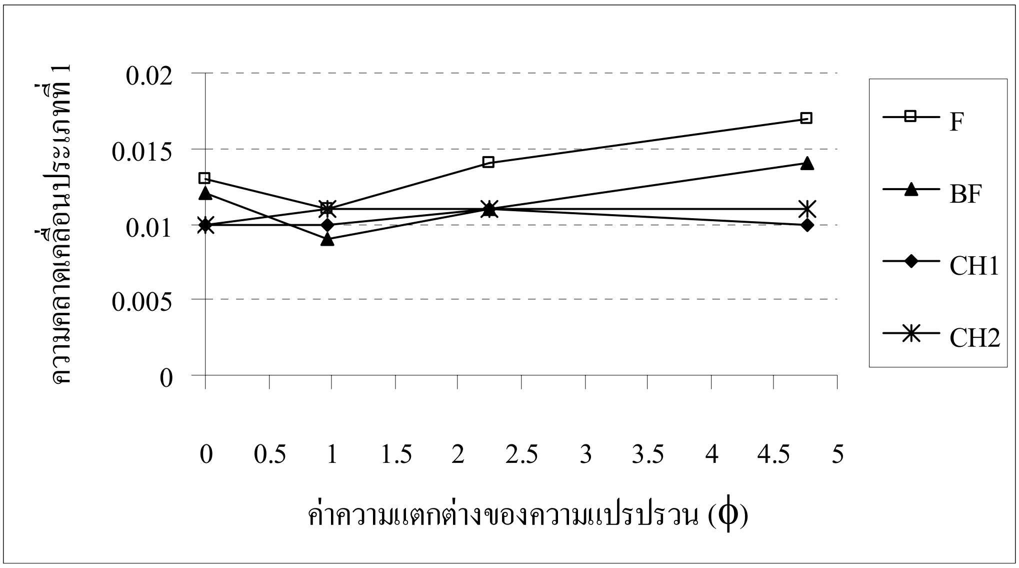
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.013	0.012	0.010	0.010	0.011	0.011	0.012	0.015
0.96	0.011	0.009	0.010	0.011	0.011	0.011	0.009	0.011
2.24	0.014	0.011	0.011	0.011	0.014	0.013	0.010	0.013
4.76	0.017 U	0.014	0.010	0.011	0.017 U	0.015	0.010	0.013

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

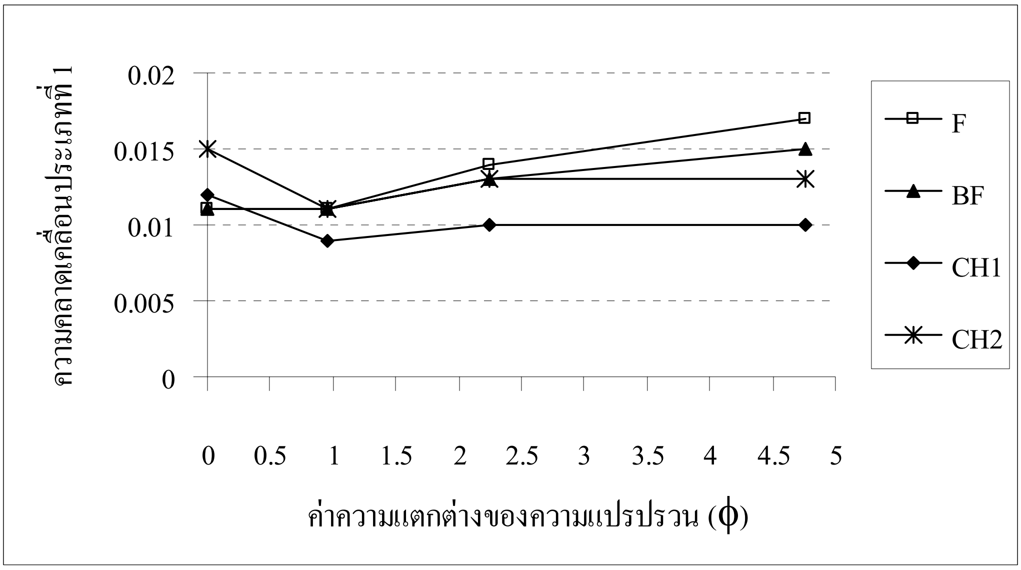
ตารางที่ 46 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.053	0.050	0.050	0.053	0.053	0.052	0.052	0.055
0.96	0.052	0.047	0.050	0.053	0.050	0.052	0.049	0.053
2.24	0.060	0.056	0.050	0.053	0.055	0.053	0.054	0.056
4.76	0.061 U	0.054	0.048	0.049	0.061 U	0.058	0.047	0.051

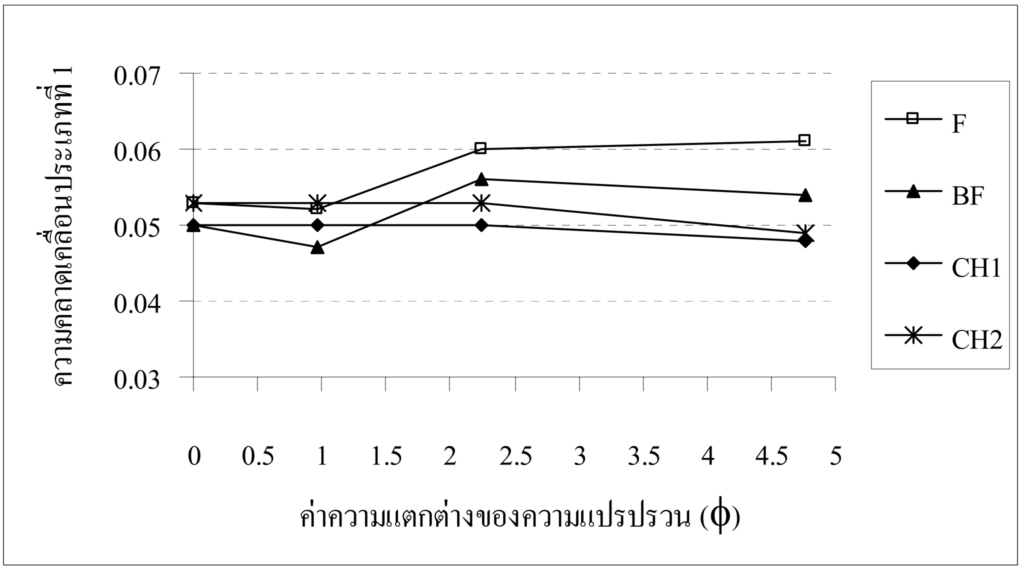
หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



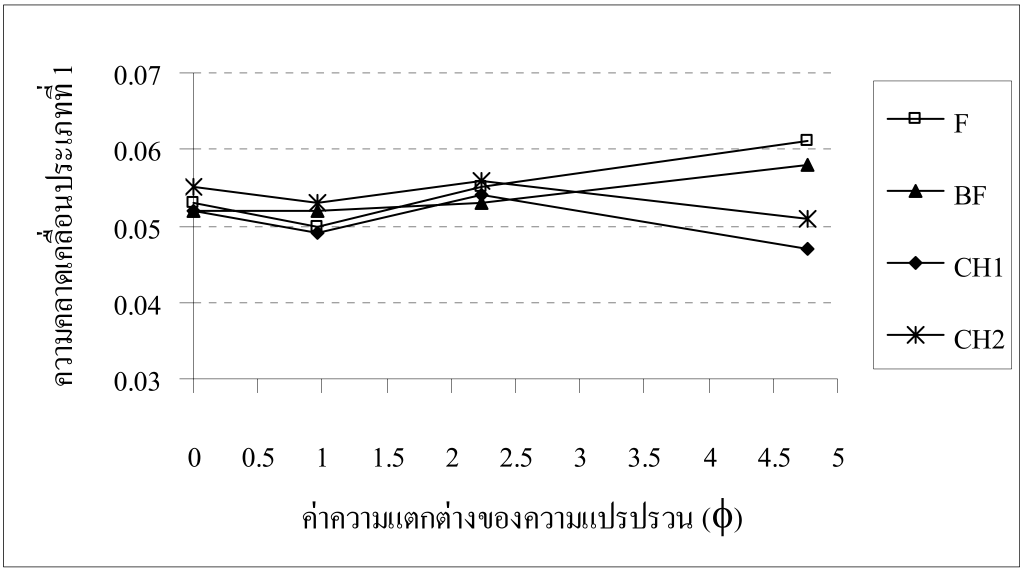
ภาพที่ 74 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 75 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 76 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 77 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ค. กรณี β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 47-48 และภาพที่ 78-81 ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.6 : 2.4 : 3.3 : 4.4 : 5.6 : 7.0 : 8.5 : 10.1 : 11.9 : 13.8 : 16.0) ϕ = 4.7 ส่วนวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างเมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตารางที่ 47 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

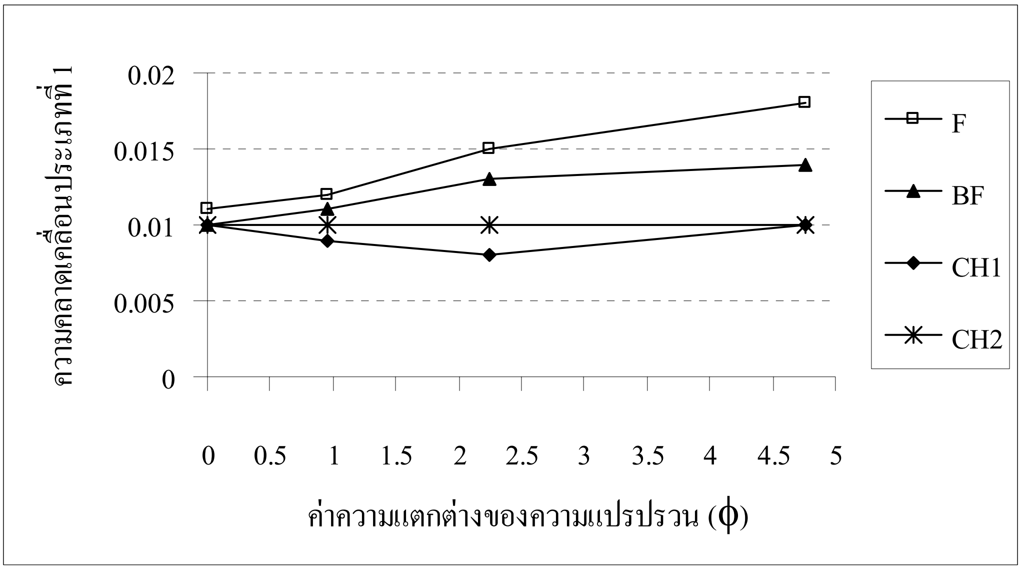
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.009	0.010	0.014
0.96	0.012	0.011	0.009	0.010	0.013	0.013	0.010	0.013
2.24	0.015	0.013	0.008	0.010	0.014	0.013	0.009	0.012
4.76	0.018 U	0.014	0.010	0.010	0.017 U	0.015	0.011	0.014

หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

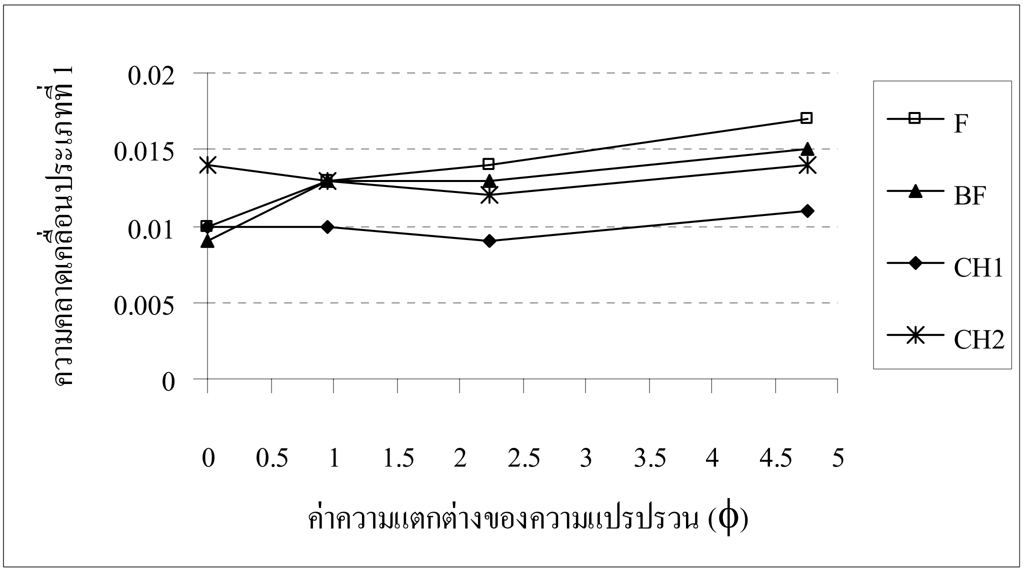
ตารางที่ 48 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.051	0.039	0.047	0.048	0.053	0.052	0.052	0.054
0.96	0.054	0.050	0.049	0.052	0.053	0.052	0.051	0.052
2.24	0.055	0.051	0.048	0.051	0.053	0.052	0.051	0.053
4.76	0.062 U	0.056	0.051	0.051	0.061 U	0.058	0.050	0.051

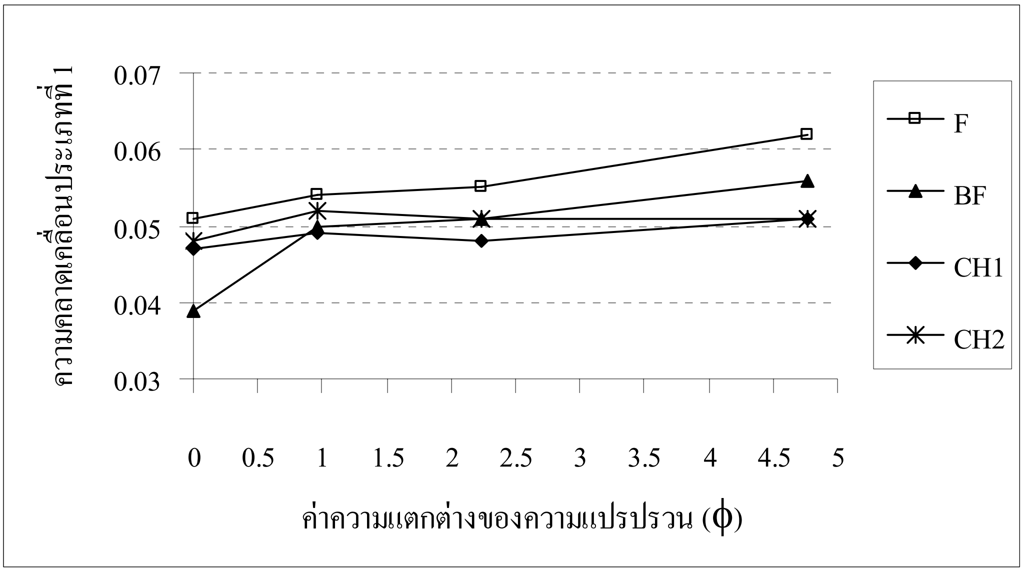
หมายเหตุ U หมายถึง ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



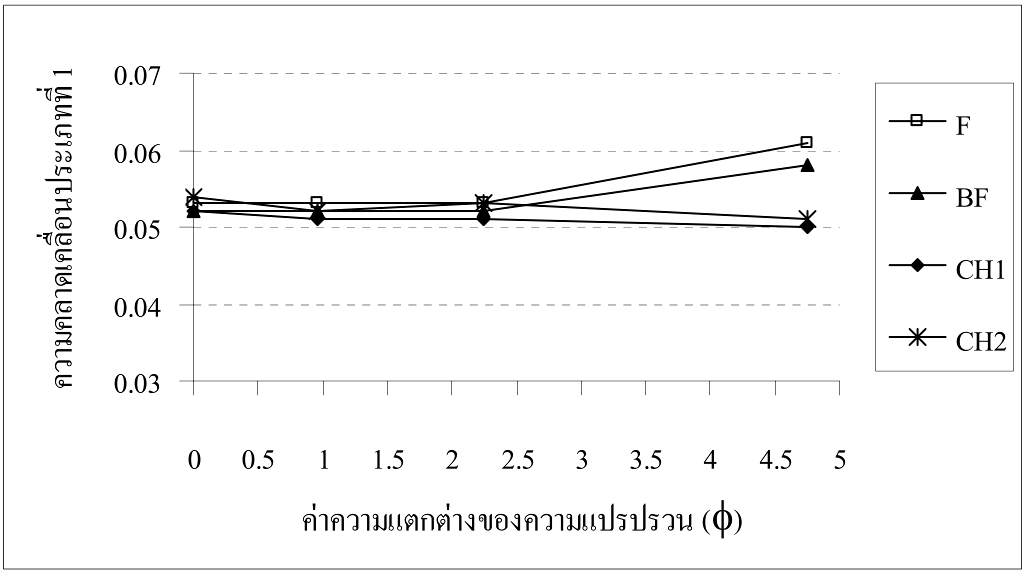
ภาพที่ 78 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 79 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 80 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 81 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

1.3.3 การทดสอบอิทธิพลหลัก B

จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามเกณฑ์ของ Cochran ในการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของแผนการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 49-50 และภาพที่ 82-85 ดังนี้

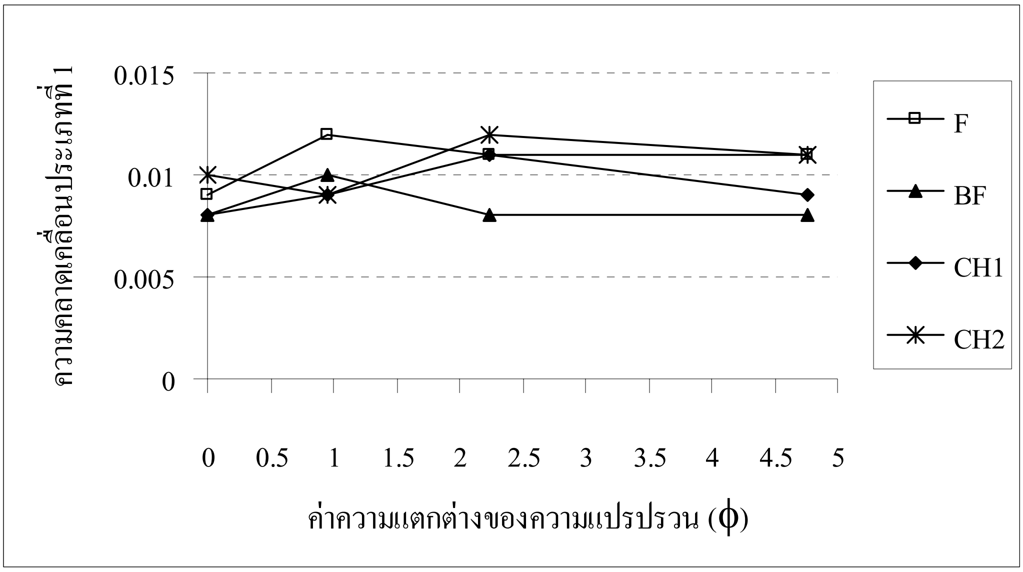
วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่าง เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน

ตารางที่ 49 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$

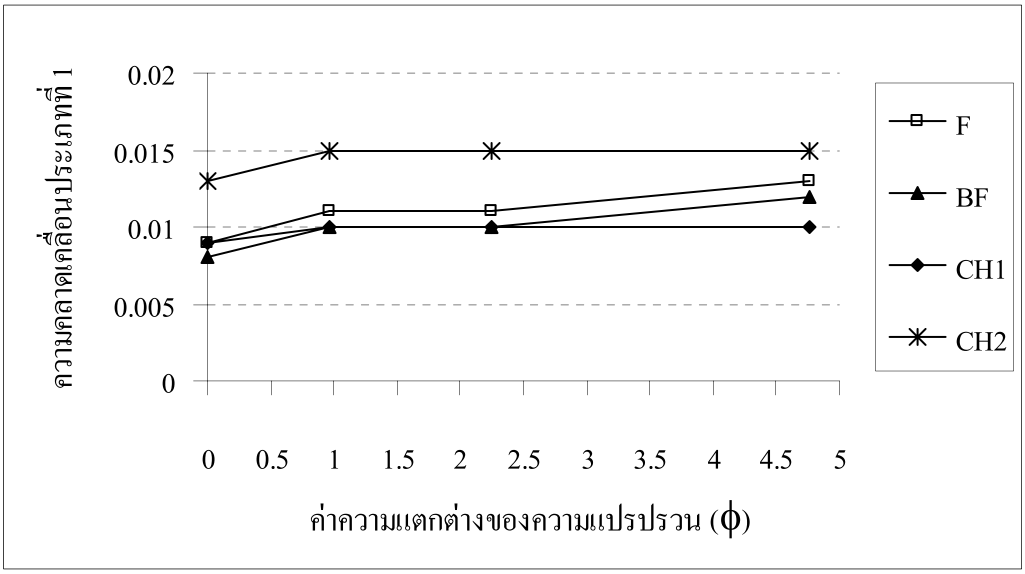
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.009	0.008	0.008	0.010	0.009	0.008	0.009	0.013
0.96	0.012	0.010	0.009	0.009	0.011	0.010	0.010	0.015
2.24	0.011	0.008	0.011	0.012	0.011	0.010	0.010	0.015
4.76	0.011	0.008	0.009	0.011	0.013	0.012	0.010	0.015

ตารางที่ 50 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $(\tau\beta)_{ij} = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$

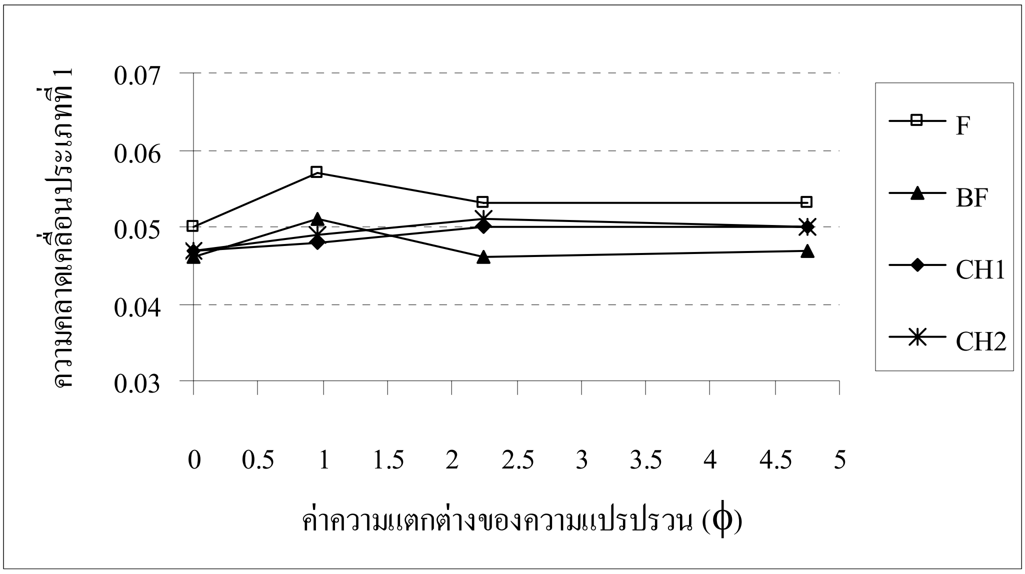
ϕ	n = 6				n = 10			
	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	0.050	0.046	0.047	0.047	0.052	0.051	0.047	0.054
0.96	0.057	0.051	0.048	0.049	0.053	0.051	0.049	0.057
2.24	0.053	0.046	0.050	0.051	0.055	0.051	0.051	0.058
4.76	0.053	0.047	0.050	0.050	0.052	0.050	0.050	0.058



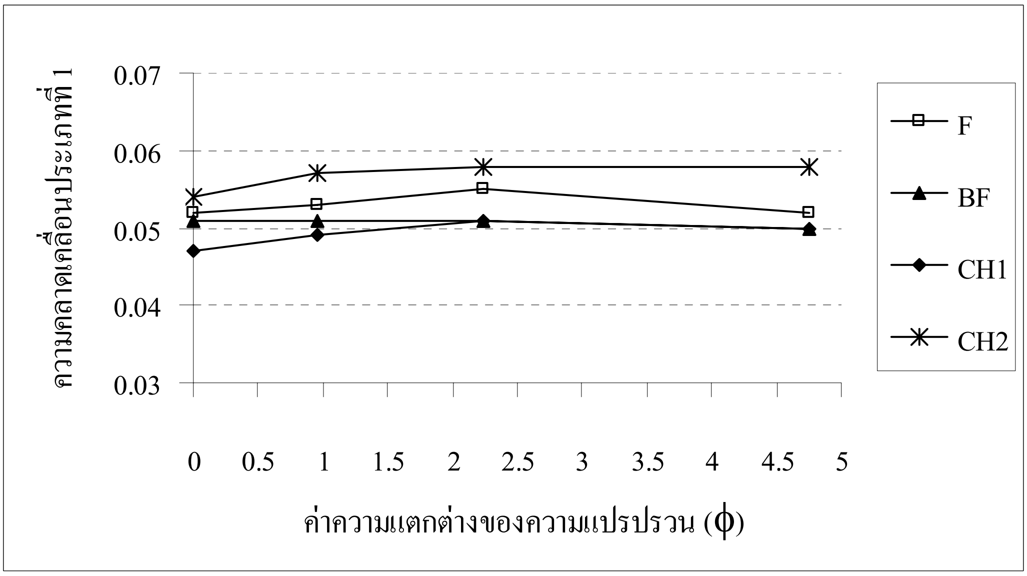
ภาพที่ 82 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 83 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 84 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 85 แสดงความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 สำหรับทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

จากผลของการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 พบว่า เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกรณีที่ทำการวิจัย และเมื่อเพิ่มขนาดของการทดลองเป็น 3×3 และ 3×4 มีผลทำให้ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียวลดลง กล่าวคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อความแตกต่างของความแปรปรวนมีค่าปานกลางและมาก วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เมื่อความแตกต่างของความแปรปรวนมีค่ามาก ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียวสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกรณีที่ทำการวิจัย ยกเว้นในการทดสอบอิทธิพลร่วมกรณีจำนวนในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

2. เปรียบเทียบอำนาจการทดสอบ

2.1 ขนาดของการทดลองเป็น 2×2

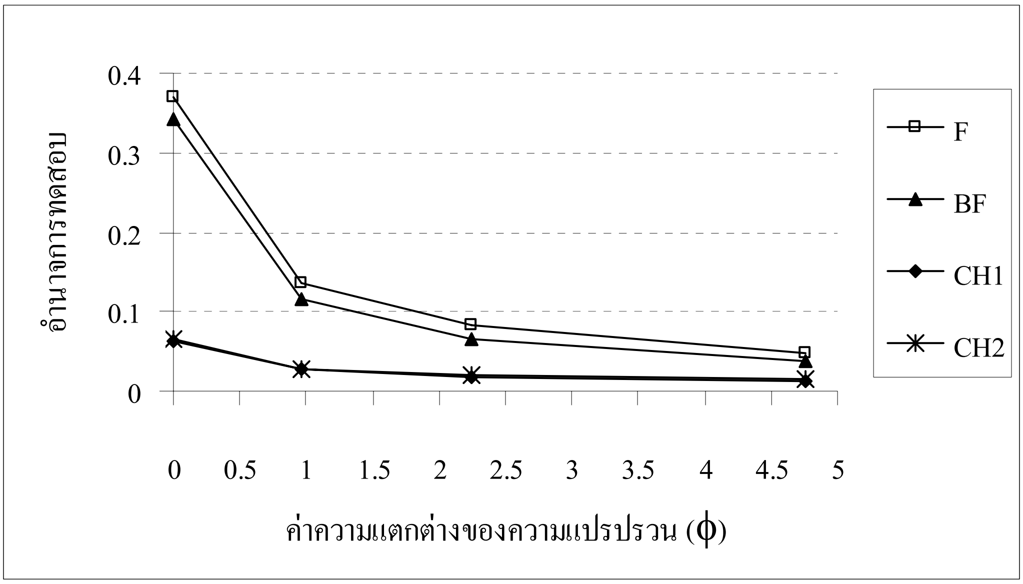
2.1.1 การทดสอบอิทธิพลร่วม

จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (0, 0) และ β_j = (0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 51 และภาพที่ 86-89 ดังนี้

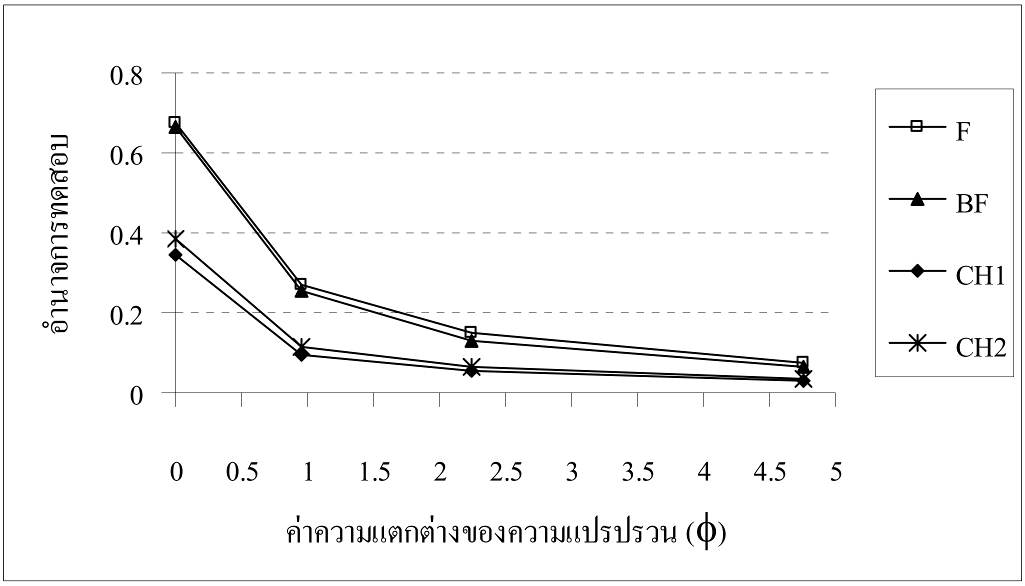
การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 51 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น $2{\times}2$ กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0)$

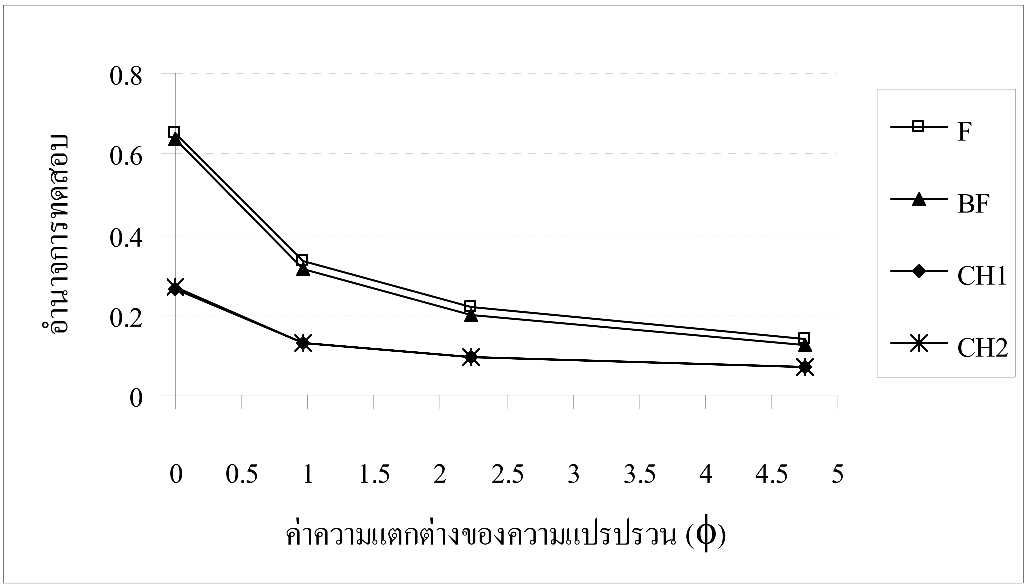
ϕ	n	$\alpha = 0.01$				$\alpha = 0.05$			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	0.370	0.342	0.064	0.065	0.650	0.637	0.265	0.269
	10	0.675	0.667	0.344	0.384	0.890	0.867	0.608	0.613
1.12	6	0.137	0.115	0.027	0.028	0.335	0.315	0.128	0.131
	10	0.269	0.254	0.097	0.116	0.512	0.501	0.271	0.276
2.62	6	0.082	0.065	0.018	0.019	0.218	0.198	0.094	0.095
	10	0.148	0.131	0.053	0.063	0.341	0.329	0.167	0.172
5.68	6	0.049	0.037	0.013	0.014	0.140	0.123	0.070	0.071
	10	0.077	0.066	0.029	0.035	0.209	0.198	0.109	0.111



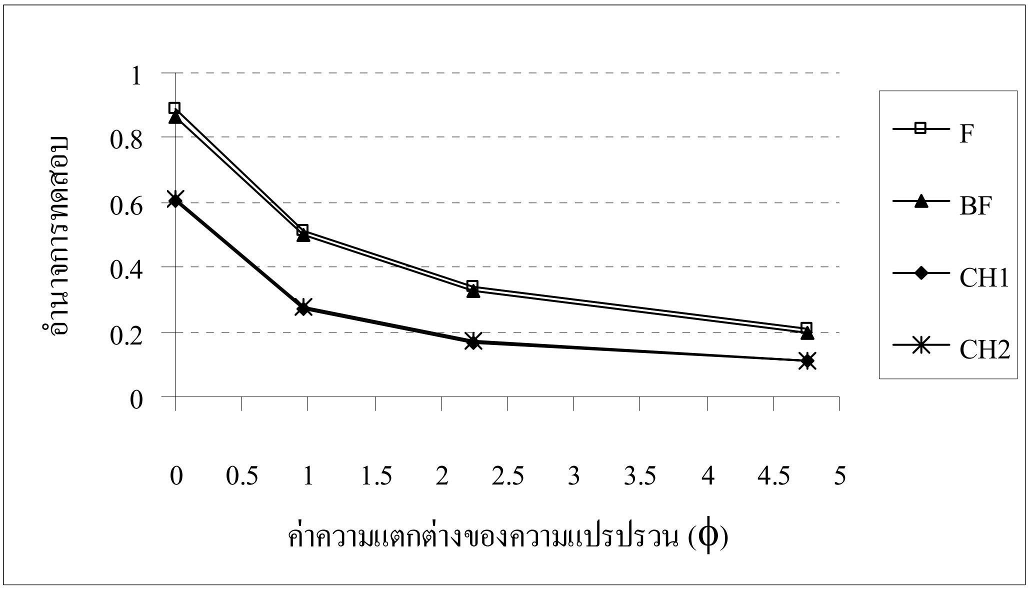
ภาพที่ 86 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น $2{\times}2$ กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 87 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 88 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี $\tau_i = (0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 89 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (0, 0) และ β_j = (0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

2.1.2 การทดสอบอิทธิพลหลัก A

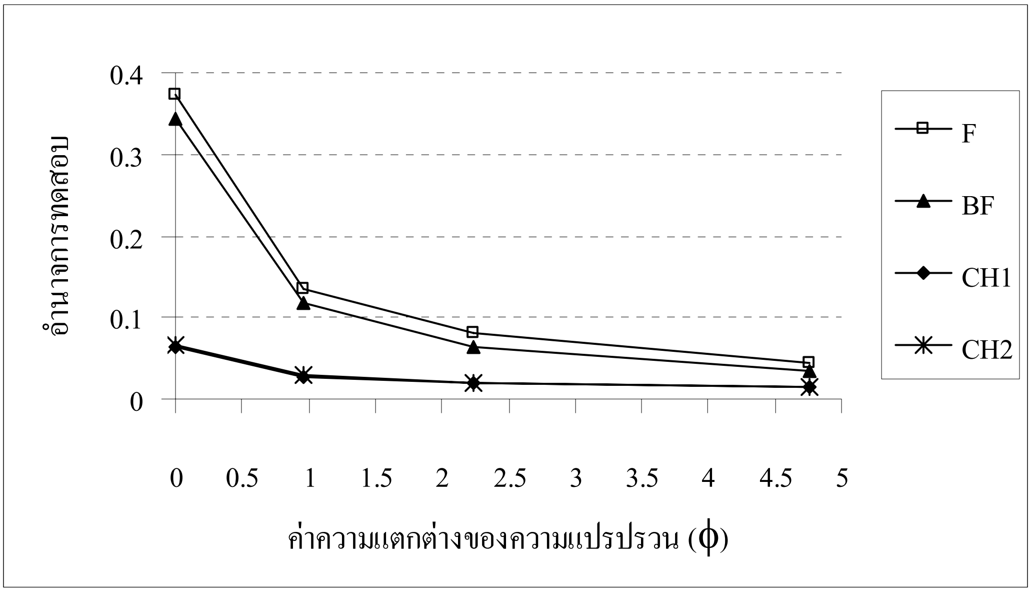
ก. กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบ ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อ τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 52 และภาพที่ 90-93 ดังนี้

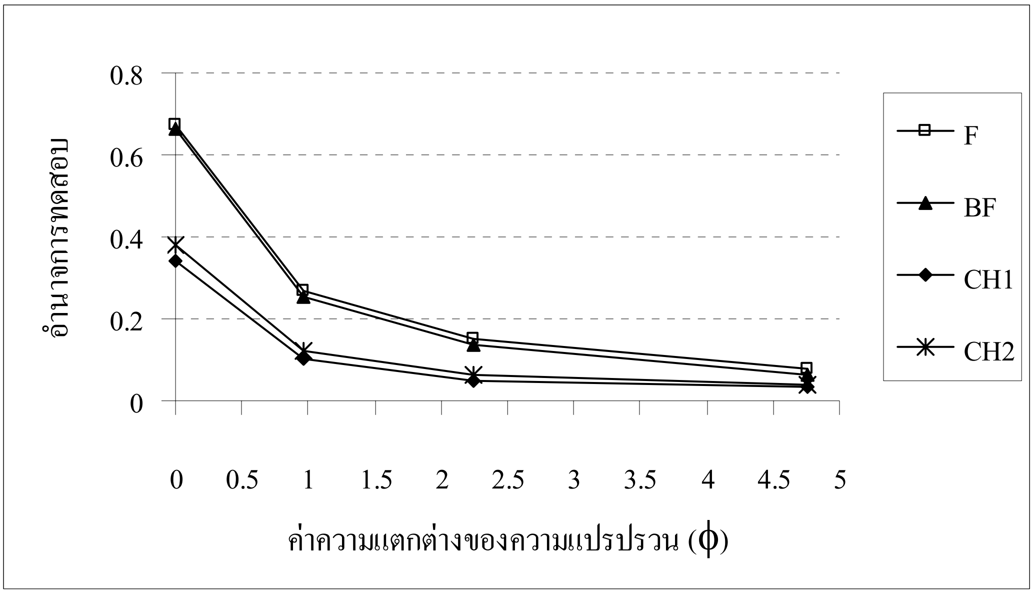
การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 52 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

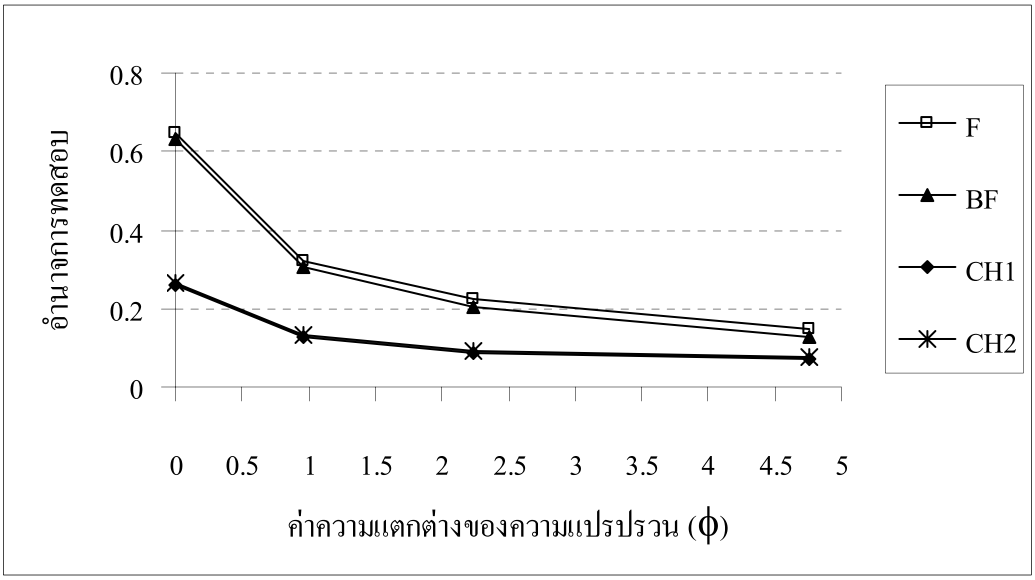
ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	0.372	0.343	0.065	0.066	0.649	0.634	0.259	0.264
	10	0.674	0.665	0.340	0.379	0.870	0.868	0.617	0.619
1.12	6	0.135	0.117	0.028	0.029	0.323	0.305	0.128	0.130
	10	0.266	0.252	0.102	0.123	0.505	0.495	0.277	0.279
2.62	6	0.080	0.063	0.020	0.020	0.224	0.204	0.089	0.091
	10	0.150	0.136	0.051	0.062	0.341	0.326	0.168	0.169
5.68	6	0.044	0.034	0.015	0.015	0.148	0.129	0.073	0.075
	10	0.078	0.065	0.032	0.040	0.213	0.200	0.112	0.114



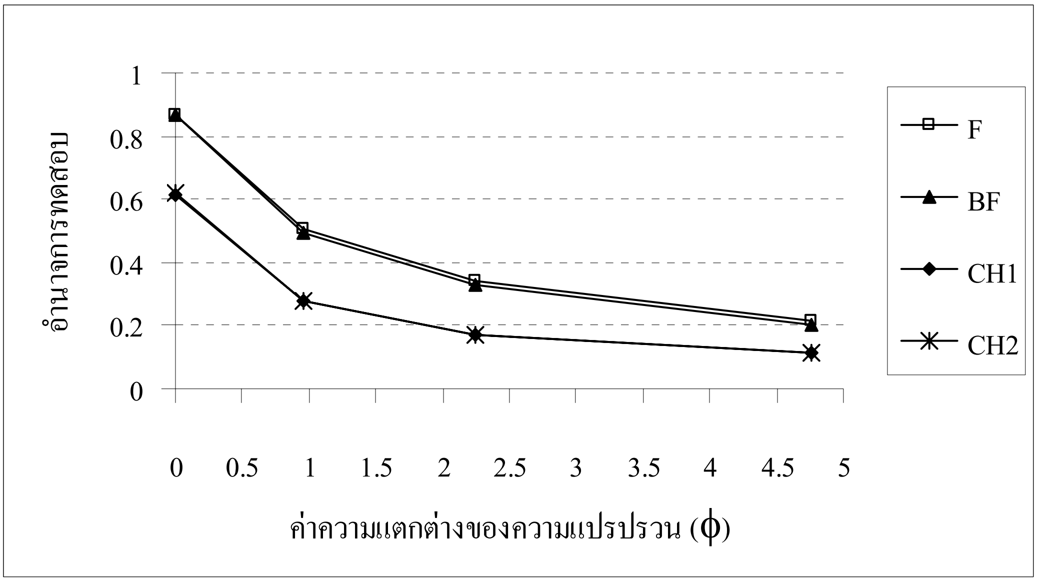
ภาพที่ 90 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 91 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 92 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 93 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

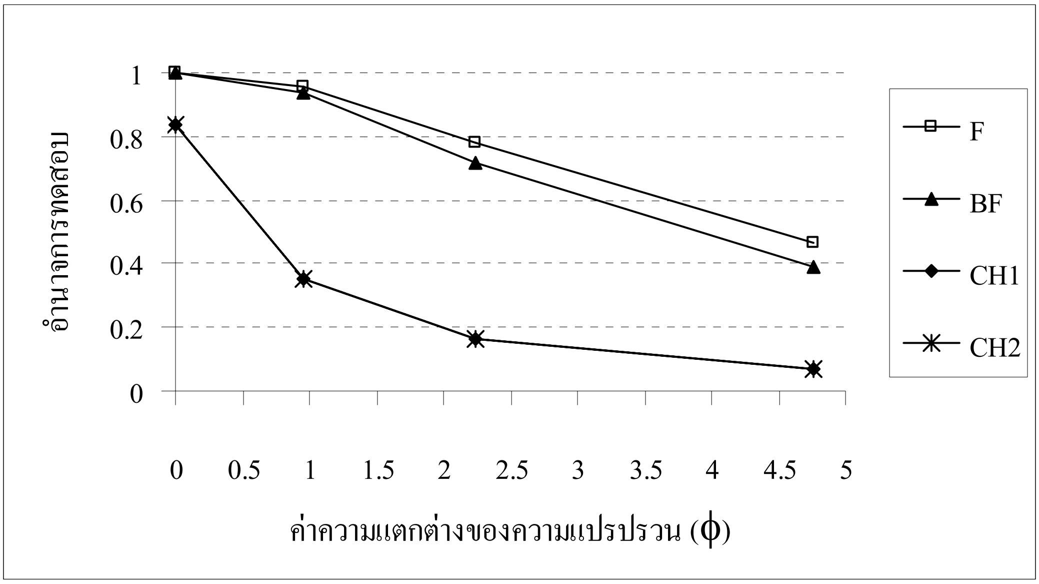
ข. กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบ ในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 53 และภาพที่ 94-97 ดังนี้

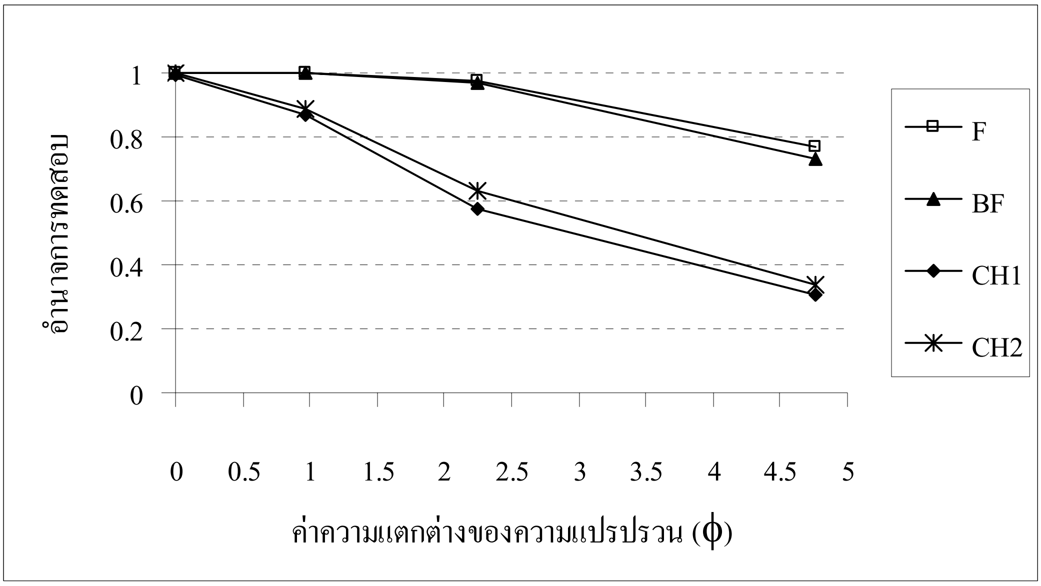
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้น ในทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นกรณีกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.8 : 2.8 : 4.0) ϕ = 1.12 เมื่อจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 ทั้ง 4 วิธีให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 53 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

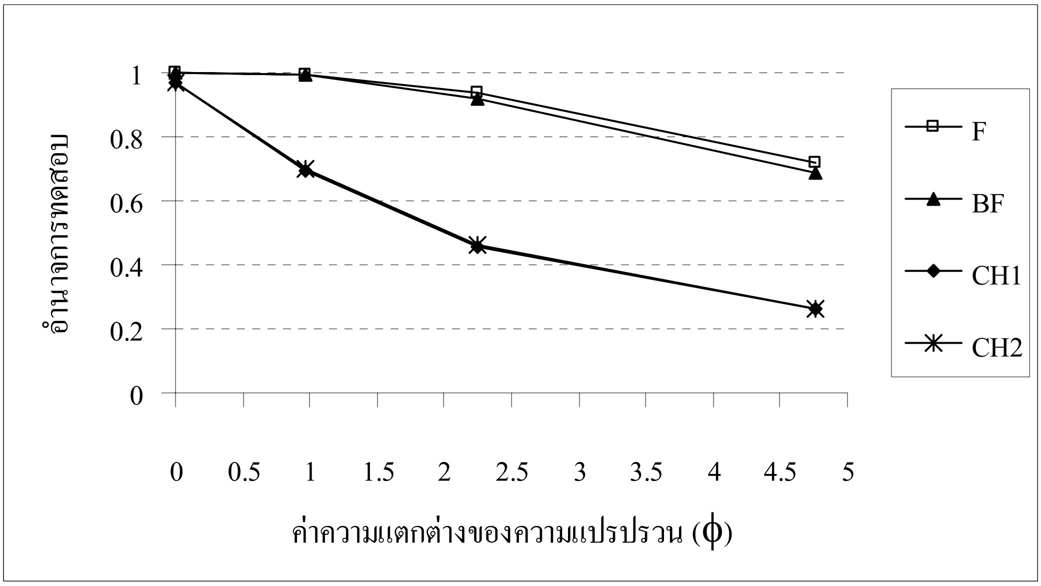
ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	1.000	1.000	0.835	0.836	1.000	1.000	0.966	0.967
	10	1.000	1.000	0.991	0.999	1.000	1.000	0.999	1.000
1.12	6	0.958	0.938	0.351	0.354	0.993	0.992	0.693	0.697
	10	1.000	0.999	0.870	0.887	1.000	1.000	0.961	0.962
2.62	6	0.780	0.715	0.163	0.166	0.936	0.921	0.456	0.461
	10	0.975	0.967	0.574	0.633	0.996	0.996	0.808	0.810
5.68	6	0.465	0.388	0.071	0.072	0.072	0.686	0.260	0.263
	10	0.767	0.733	0.305	0.340	0.918	0.910	0.553	0.555



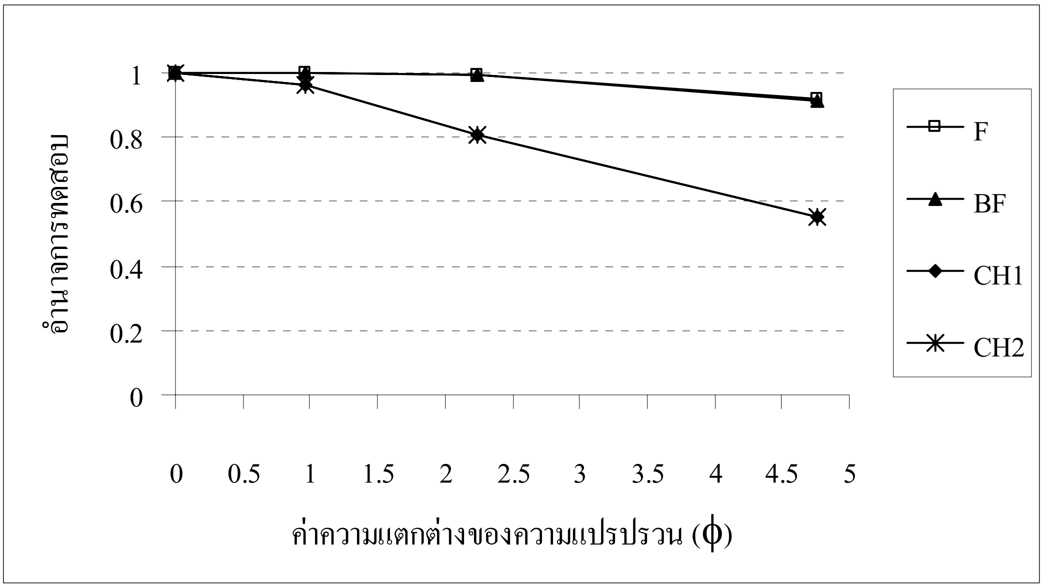
ภาพที่ 94 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 95 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 96 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 97 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

2.1.3 การทดสอบอิทธิพลหลัก B

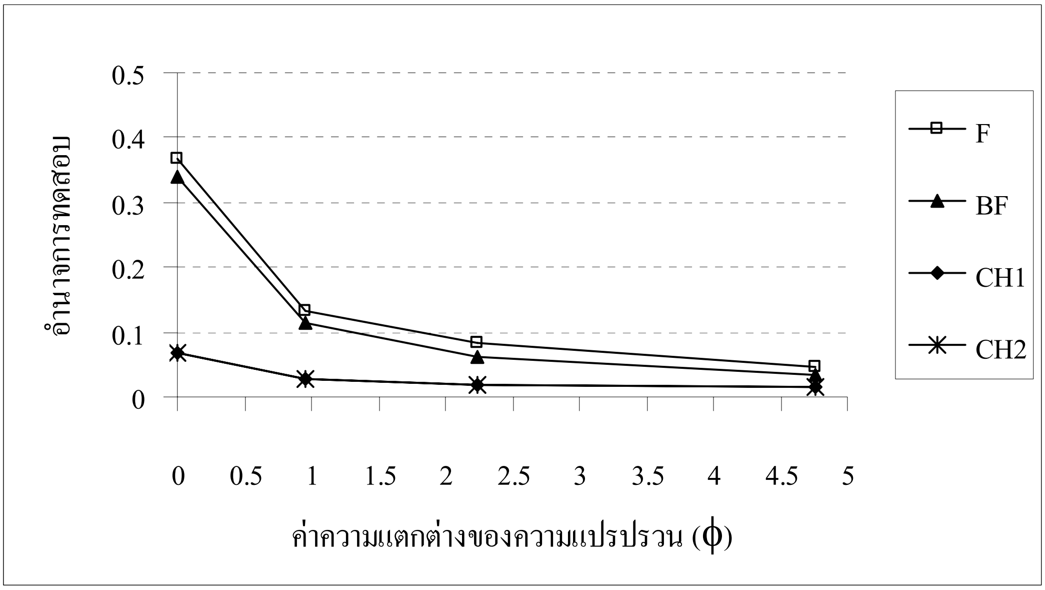
ก. กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบ ในการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 54 และภาพที่ 98-101 ดังนี้

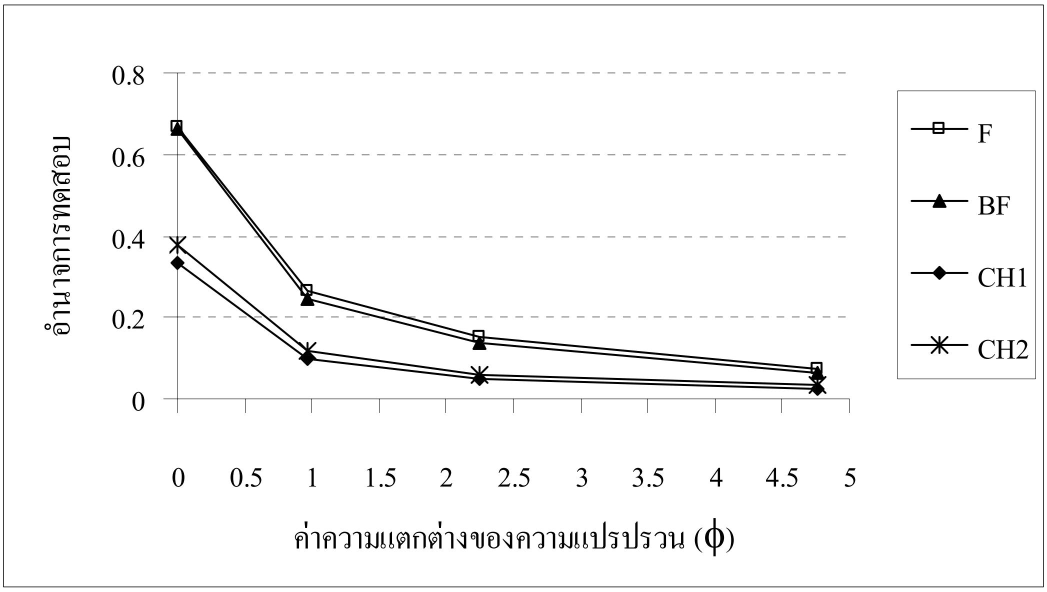
การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 54 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

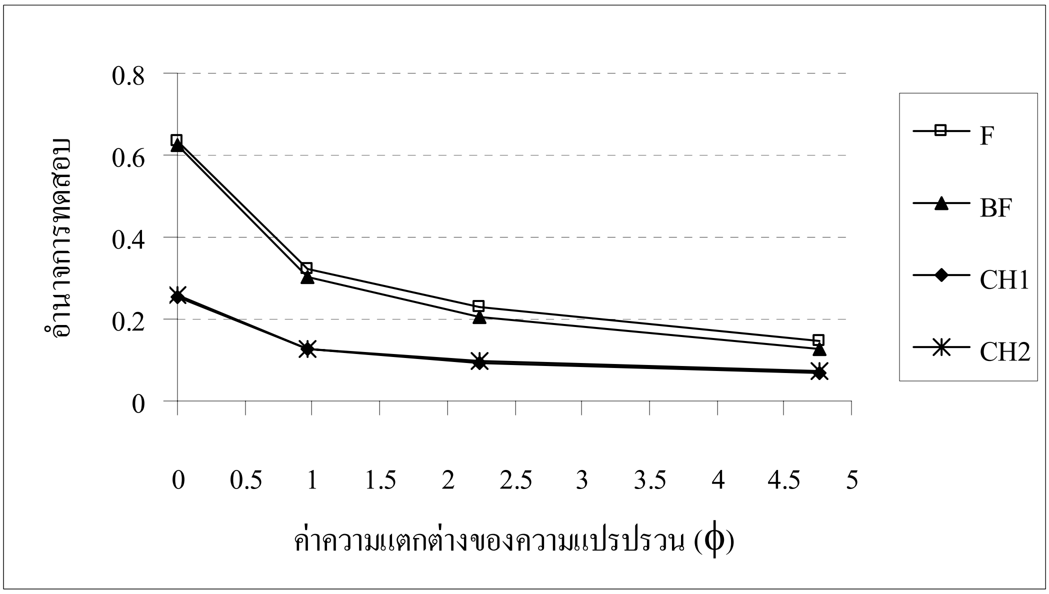
ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	0.366	0.340	0.067	0.068	0.636	0.623	0.256	0.260
	10	0.668	0.661	0.336	0.376	0.863	0.861	0.612	0.614
1.12	6	0.133	0.114	0.027	0.028	0.324	0.303	0.125	0.128
	10	0.264	0.246	0.099	0.117	0.501	0.492	0.264	0.266
2.62	6	0.084	0.063	0.019	0.020	0.230	0.206	0.094	0.096
	10	0.153	0.137	0.050	0.061	0.341	0.326	0.160	0.162
5.68	6	0.046	0.033	0.016	0.016	0.145	0.126	0.070	0.071
	10	0.076	0.064	0.026	0.032	0.206	0.193	0.104	0.105



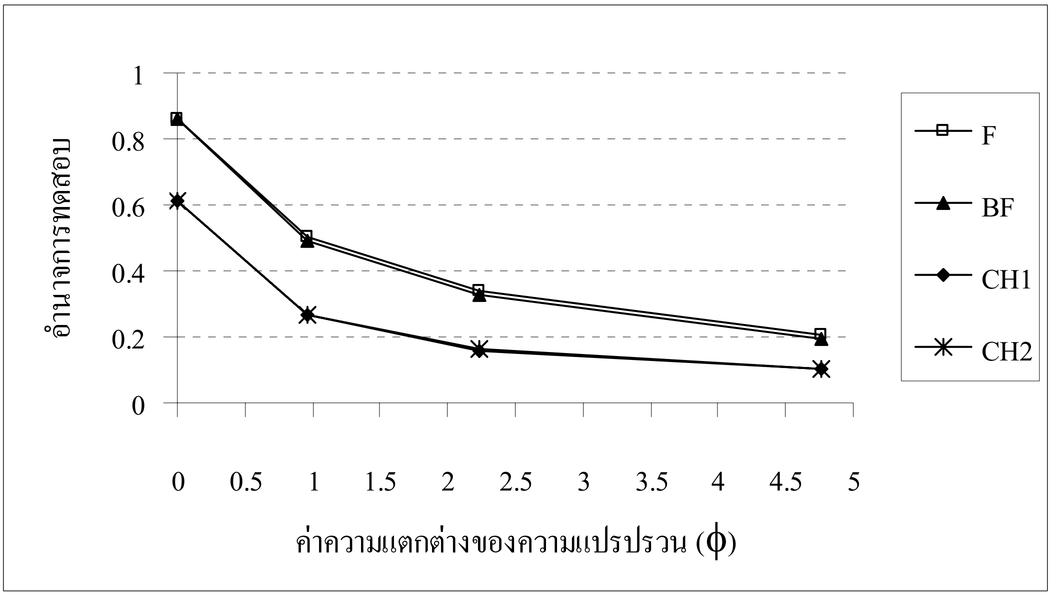
ภาพที่ 98 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 99 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 100 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 101 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-0.5, 0.5), β_j = (-0.5, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

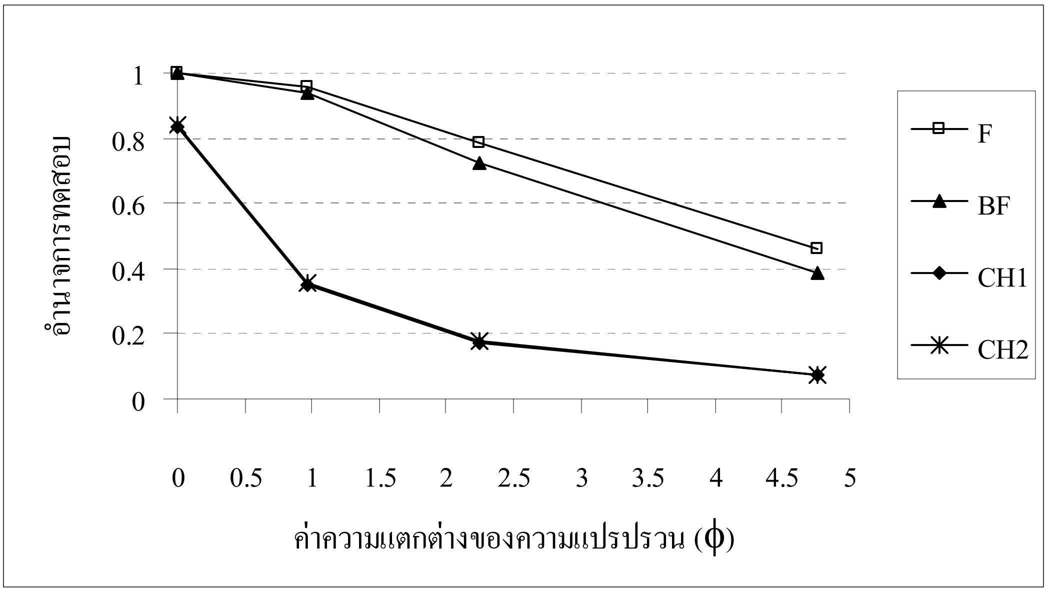
ข. กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบ ในการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลที่ได้จากตารางที่ 55 และภาพที่ 102-105 ดังนี้

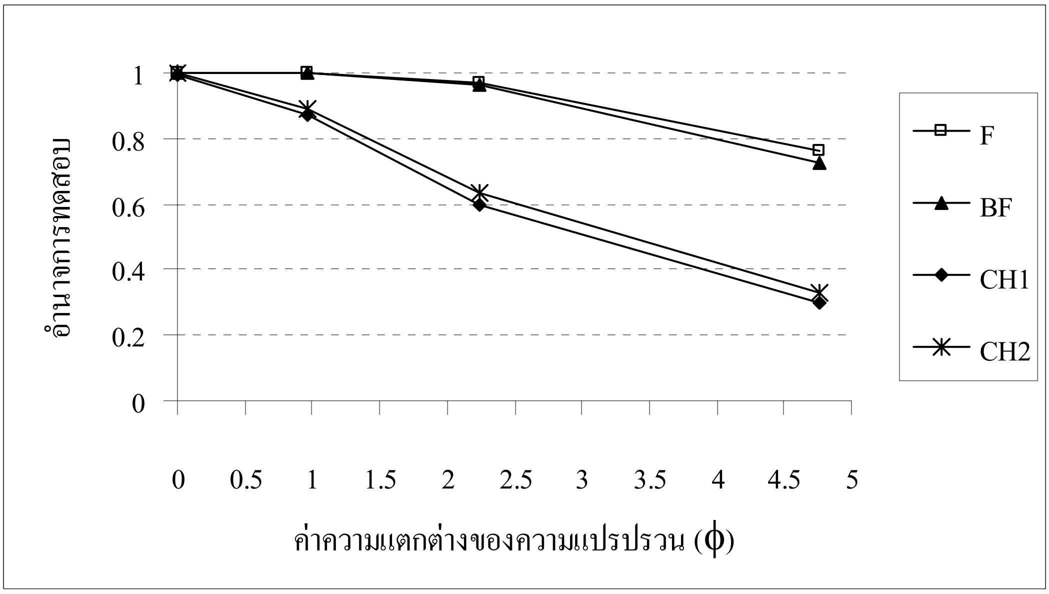
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้น ในทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นกรณีกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.8 : 2.8 : 4.0) ϕ = 1.12 เมื่อจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 ทั้ง 4 วิธีให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 55 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0)

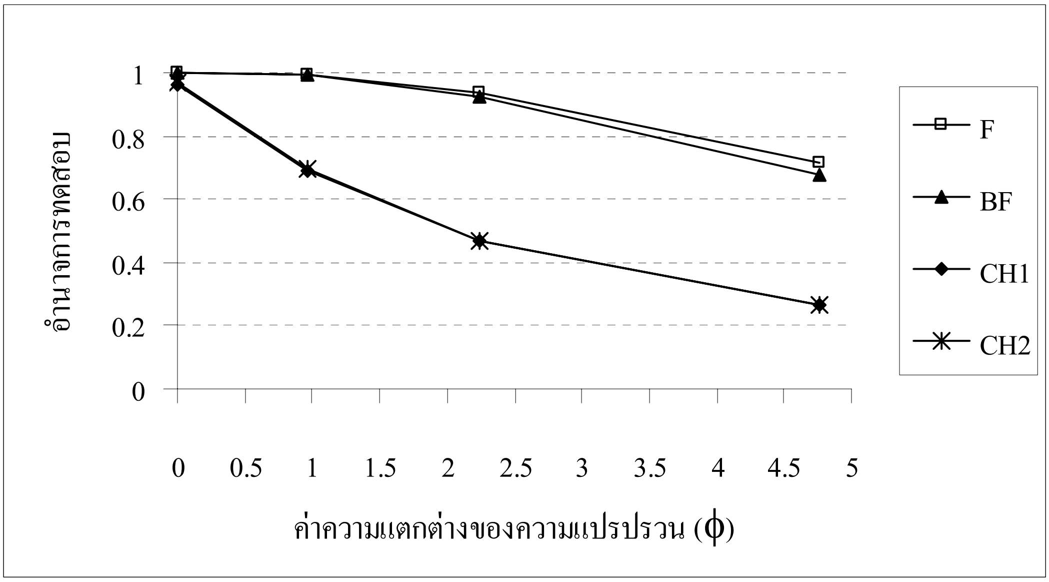
ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	1.000	1.000	0.836	0.839	1.000	1.000	0.965	0.966
	10	1.000	1.000	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
1.12	6	0.959	0.941	0.352	0.355	0.994	0.993	0.692	0.697
	10	1.000	0.999	0.873	0.893	1.000	1.000	0.964	0.964
2.62	6	0.786	0.725	0.173	0.176	0.936	0.923	0.466	0.471
	10	0.971	0.963	0.598	0.632	0.996	0.996	0.813	0.814
5.68	6	0.458	0.385	0.075	0.076	0.718	0.680	0.263	0.267
	10	0.763	0.728	0.296	0.328	0.918	0.909	0.549	0.552



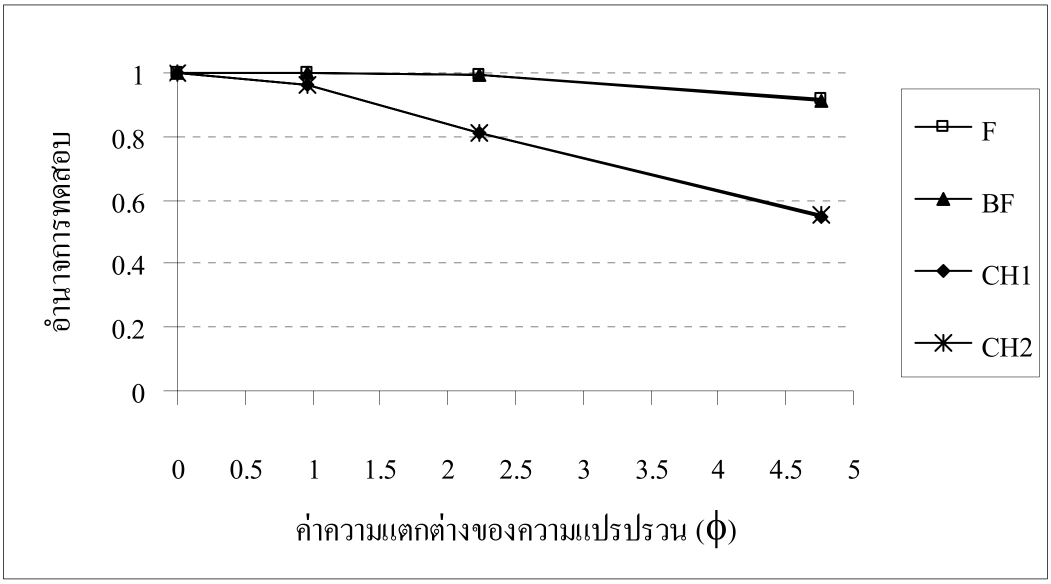
ภาพที่ 102 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 103 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 104 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 105 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 2×2 กรณี τ_i = (-1.5, 1.5), β_j = (-1.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

2.2 ขนาดของการทดลองเป็น 3×3

2.2.1 การทดสอบอิทธิพลร่วม

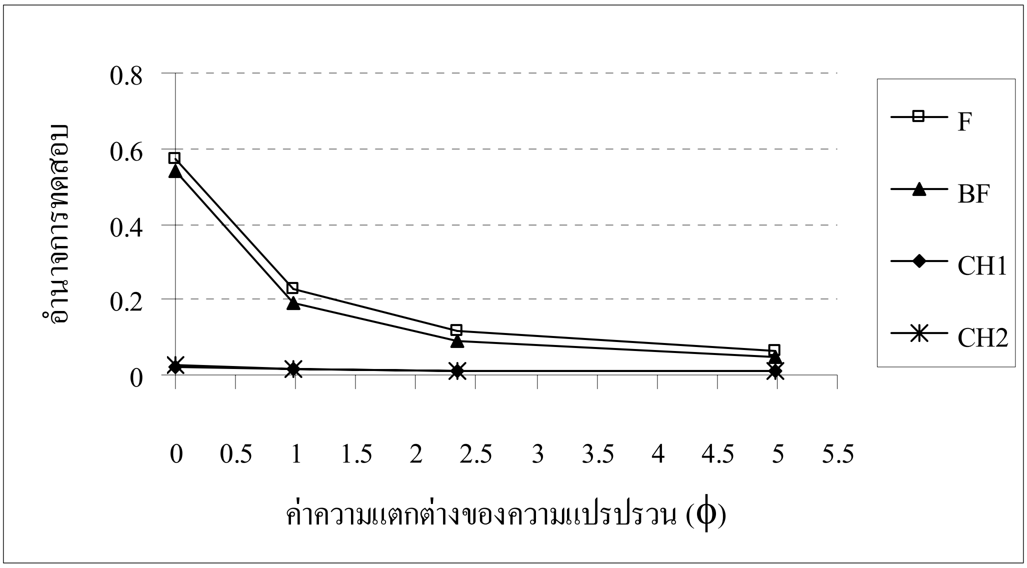
จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ β_j = (0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 56 และภาพที่ 106-109 ดังนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

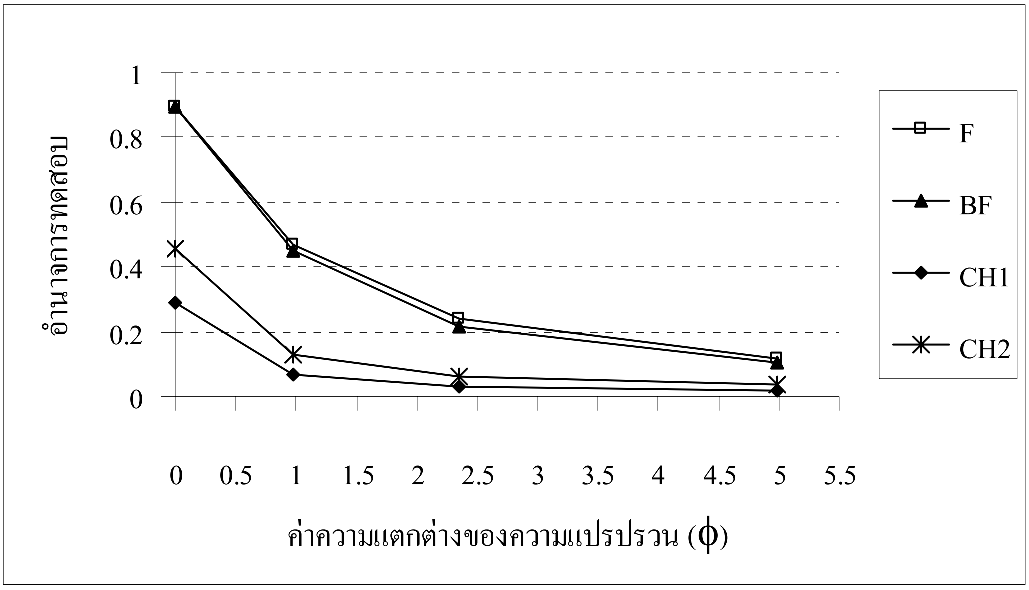
ตารางที่ 56 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0)$

ϕ	n	$\alpha = 0.01$				$\alpha = 0.05$			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	0.571	0.540	0.019	0.024	0.799	0.785	0.153	0.178
	10	0.898	0.894	0.292	0.458 *	0.971	0.970	0.613	0.682 *
0.98	6	0.228	0.191	0.015	0.017	0.449	0.420	0.084	0.091
	10	0.472	0.452	0.070	0.129 *	0.705	0.693	0.289	0.288 *
2.35	6	0.115 *	0.088	0.011	0.013	0.271 *	0.240	0.066	0.072
	10	0.240 *	0.216	0.032	0.064 *	0.456 *	0.437	0.135	0.166 *
4.99	6	0.066 *	0.046	0.012	0.013	0.177 *	0.148	0.059	0.063
	10	0.120 *	0.105	0.018	0.039 *	0.269 *	0.251	0.087	0.111 *

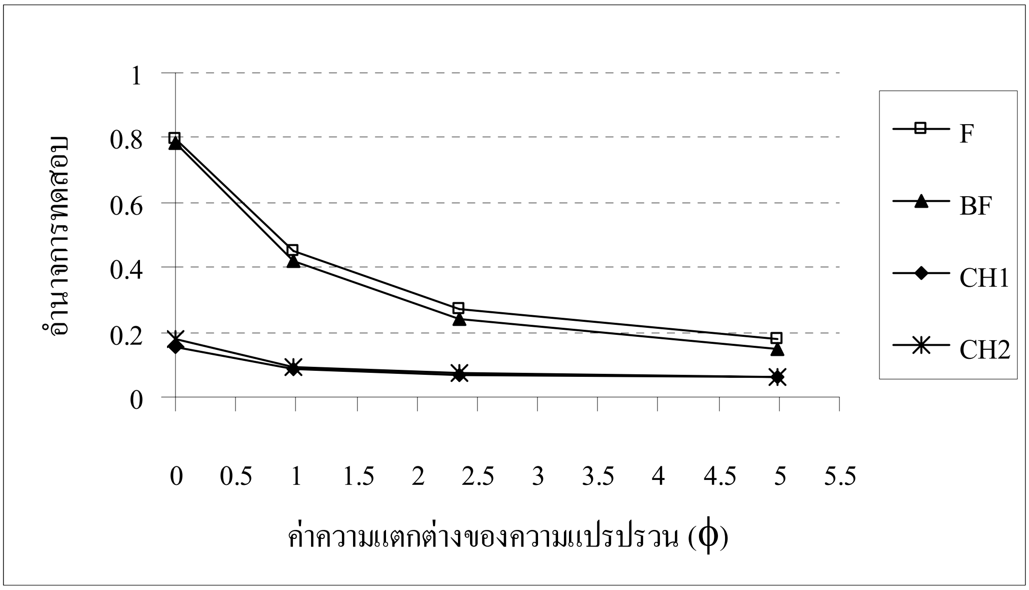
หมายเหตุ * หมายถึง ผลจากการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



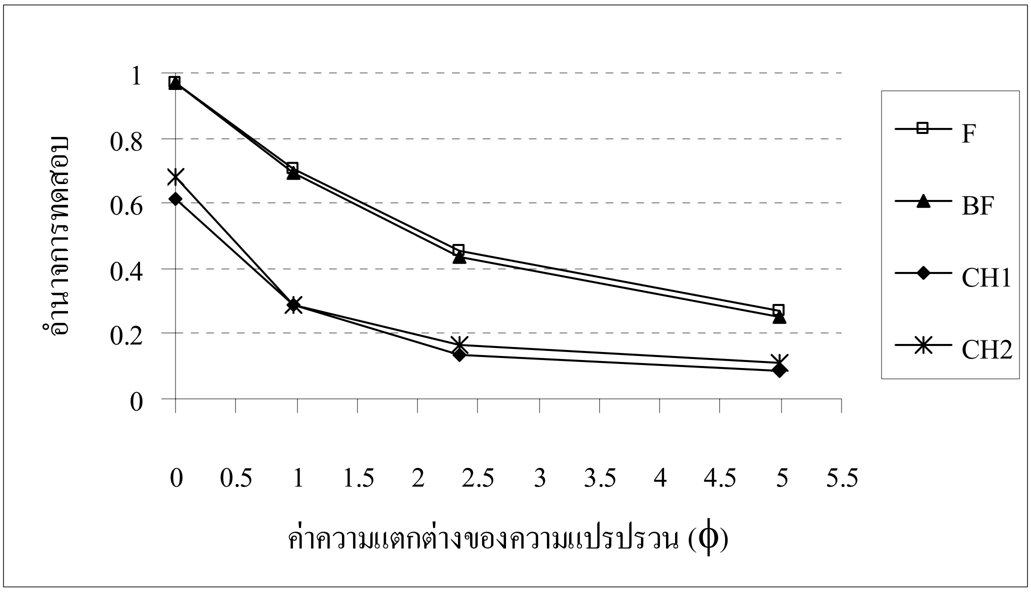
ภาพที่ 106 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$, $\beta_j = (0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 107 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$, $\beta_j = (0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 108 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$, $\beta_j = (0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 109 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (0, 0, 0), β_j = (0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

2.2.2 การทดสอบอิทธิพลหลัก A

ก. กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

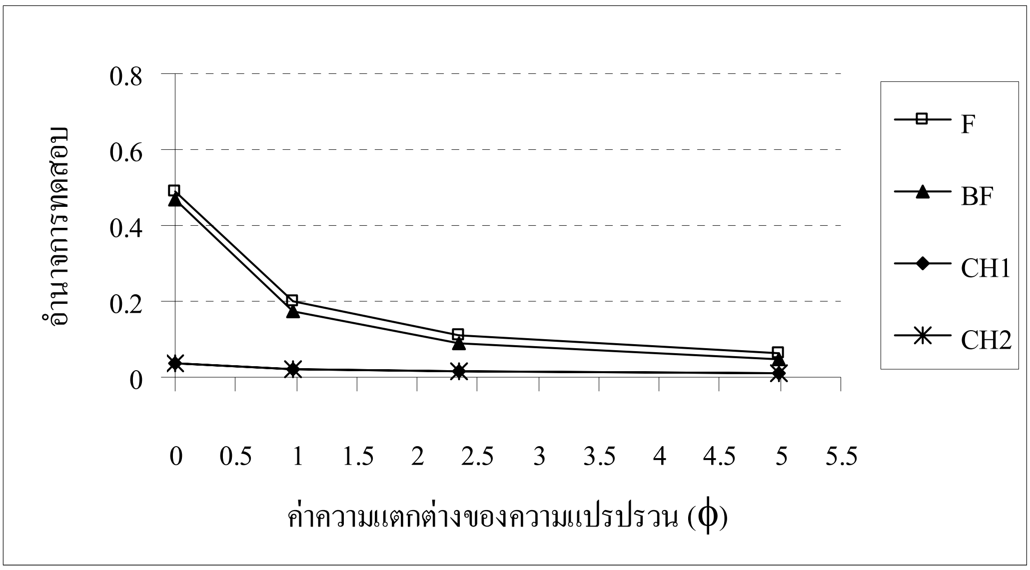
จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 57 และภาพที่ 110-113 ดังนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

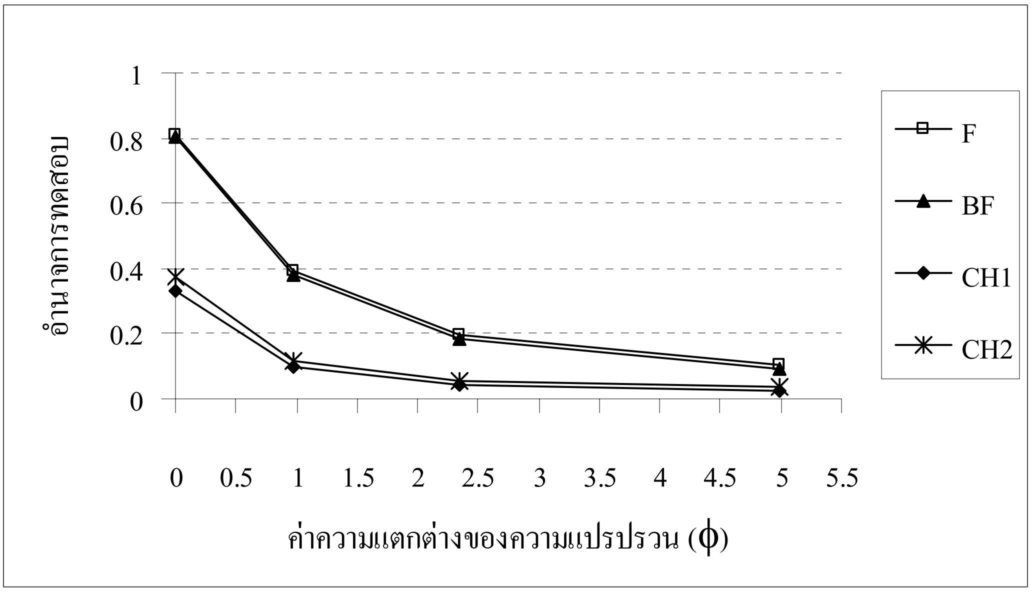
ตารางที่ 57 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	0.492	0.471	0.038	0.039	0.736	0.727	0.200	0.203
	10	0.811	0.806	0.333	0.372	0.936	0.935	0.590	0.603
0.98	6	0.198	0.175	0.020	0.020	0.408	0.391	0.104	0.107
	10	0.394	0.381	0.096	0.115	0.642	0.633	0.251	0.264
2.35	6	0.109	0.088	0.016	0.016	0.257	0.237	0.077	0.077
	10	0.196	0.182	0.046	0.058	0.391	0.381	0.150	0.158
4.99	6	0.062 *	0.049	0.012	0.012	0.167 *	0.149	0.064	0.065
	10	0.105 *	0.095	0.027	0.034	0.242 *	0.231	0.099	0.105

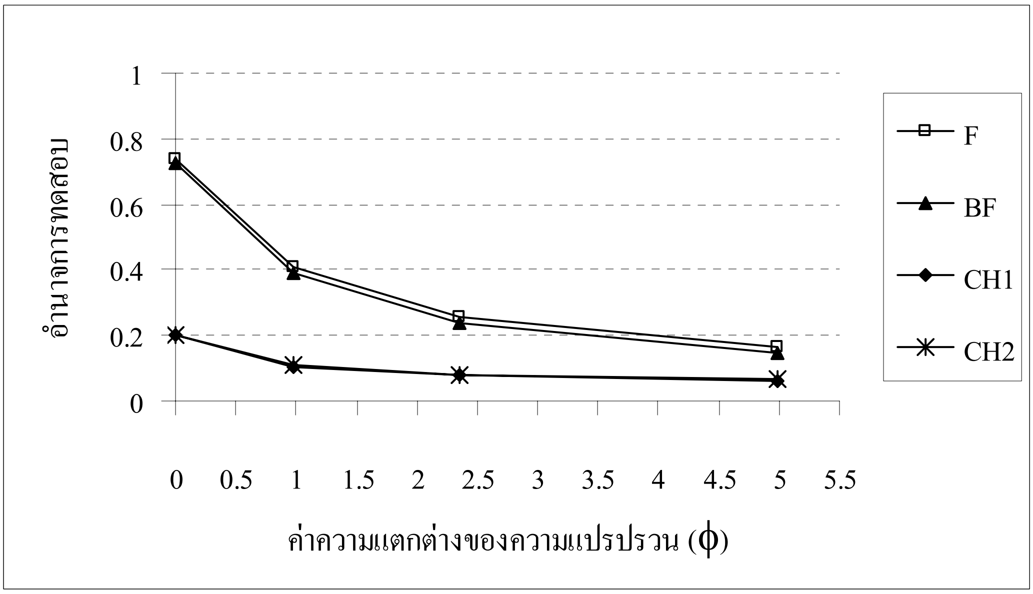
หมายเหตุ * หมายถึง ผลจากการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



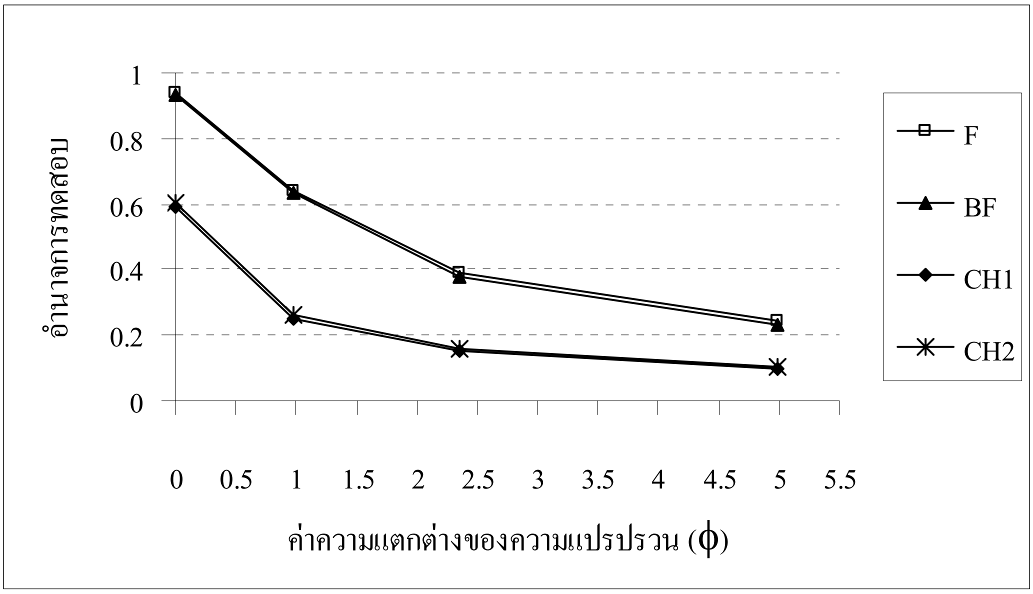
ภาพที่ 110 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 111 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 112 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 113 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ข. กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

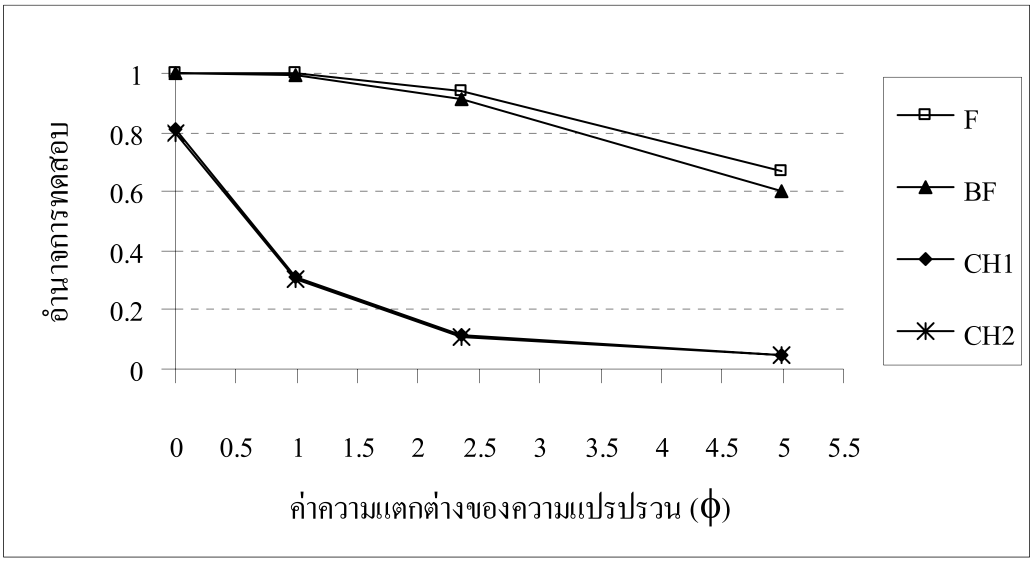
จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 58 และภาพที่ 114-117 ดังนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้น ในทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นกรณีกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.1 : 1.3 : 1.5 : 1.8 : 2.2 : 2.7 : 3.3 : 4.0) ϕ = 0.98 เมื่อจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 ทั้ง 4 วิธีให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

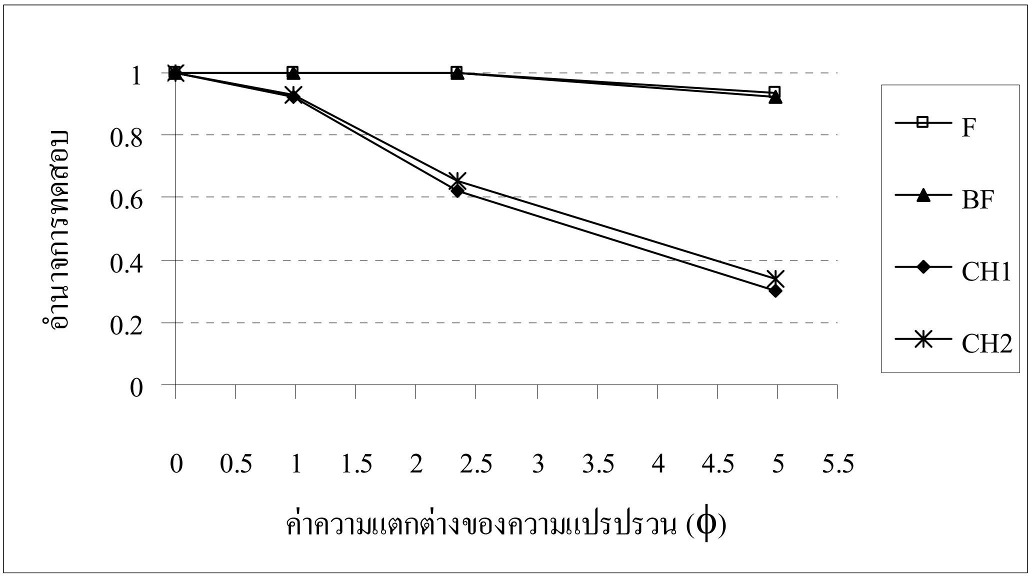
ตารางที่ 58 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลักA เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	1.000	1.000	0.810	0.798	1.000	1.000	0.989	0.960
	10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.98	6	0.998	0.996	0.311	0.302	1.000	1.000	0.660	0.660
	10	1.000	1.000	0.920	0.930	1.000	1.000	0.976	0.979
2.35	6	0.938	0.912	0.116	0.110	0.986	0.983	0.376	0.376
	10	0.998	0.998	0.621	0.655	1.000	1.000	0.818	0.826
4.99	6	0.667 *	0.604	0.047	0.048	0.871 *	0.847	0.211	0.215
	10	0.937 *	0.925	0.301	0.341	0.986 *	0.984	0.548	0.560

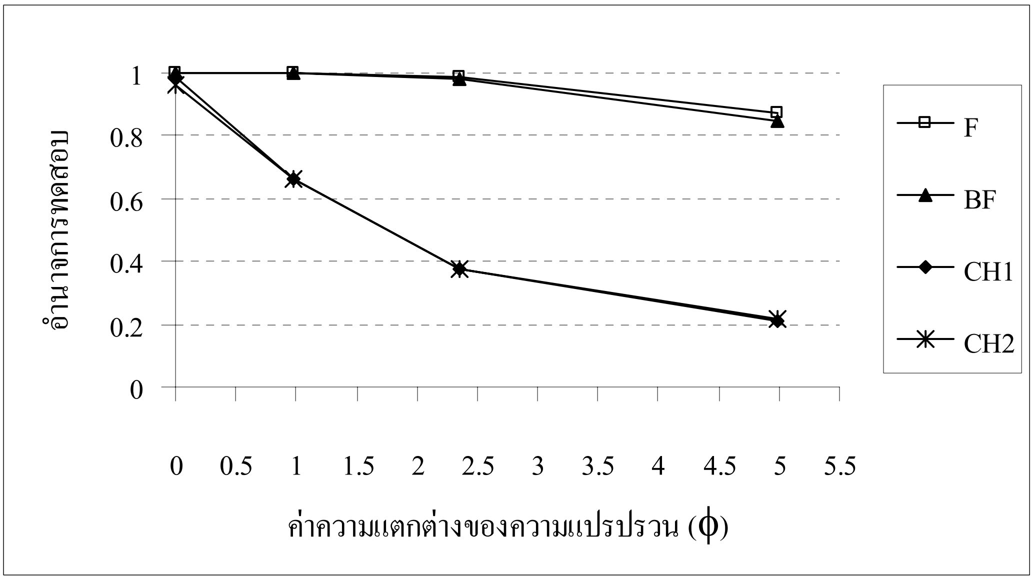
หมายเหตุ * หมายถึง ผลจากการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



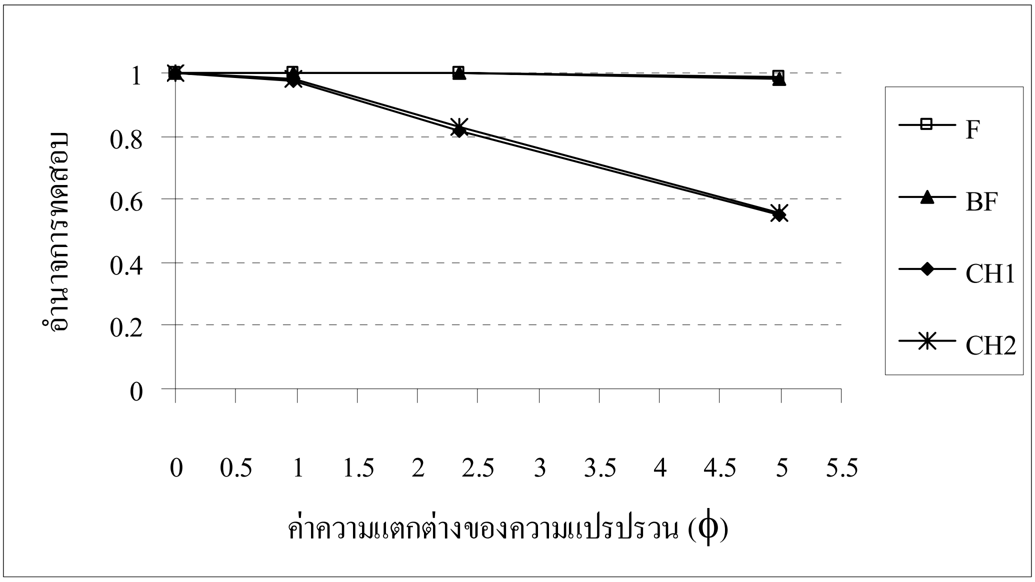
ภาพที่ 114 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 115 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 116 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 117 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

2.2.3 การทดสอบอิทธิพลหลัก B

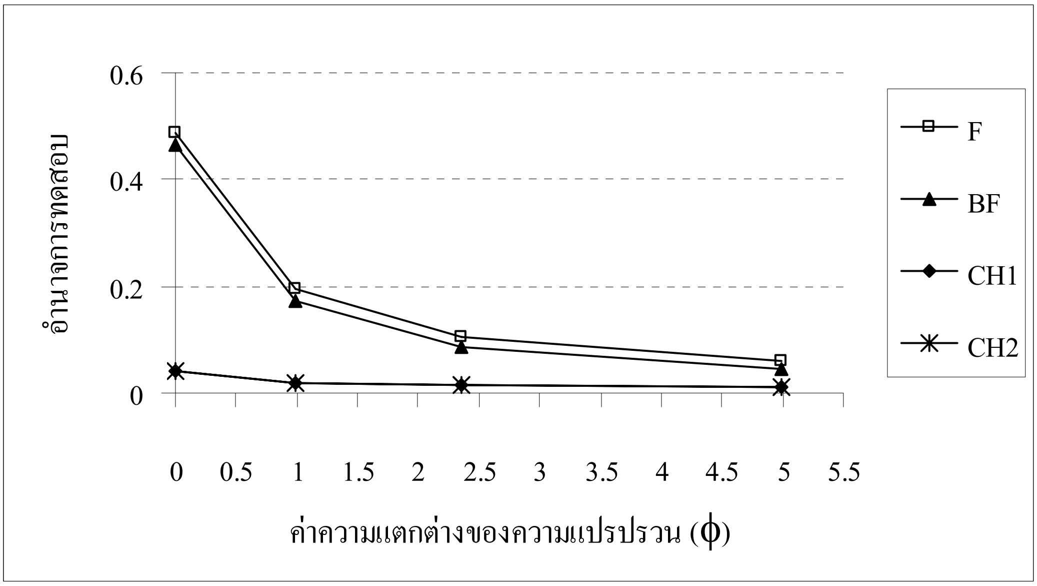
ก. กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 59 และภาพที่ 118-121 ดังนี้

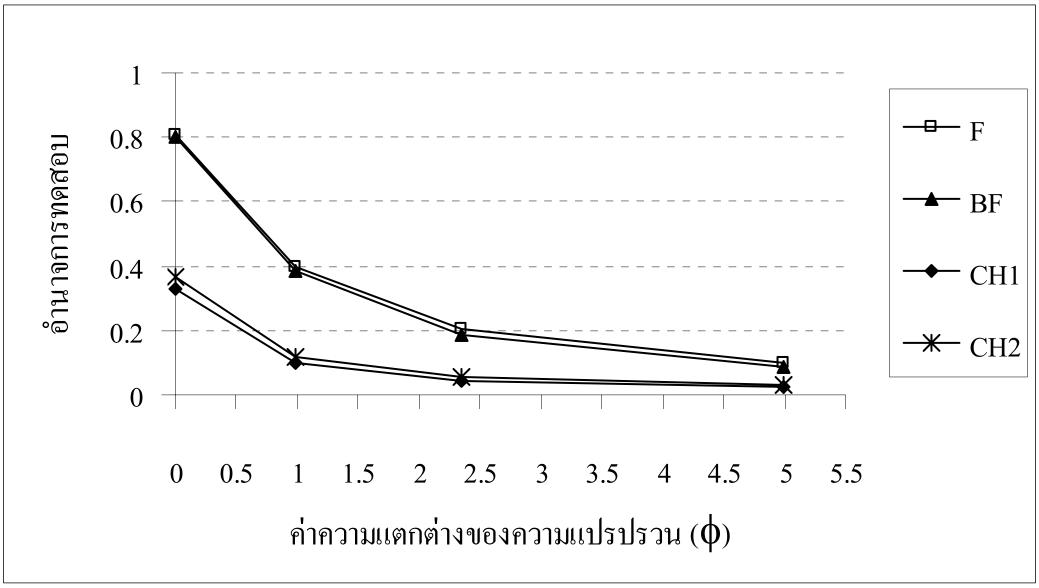
การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 59 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

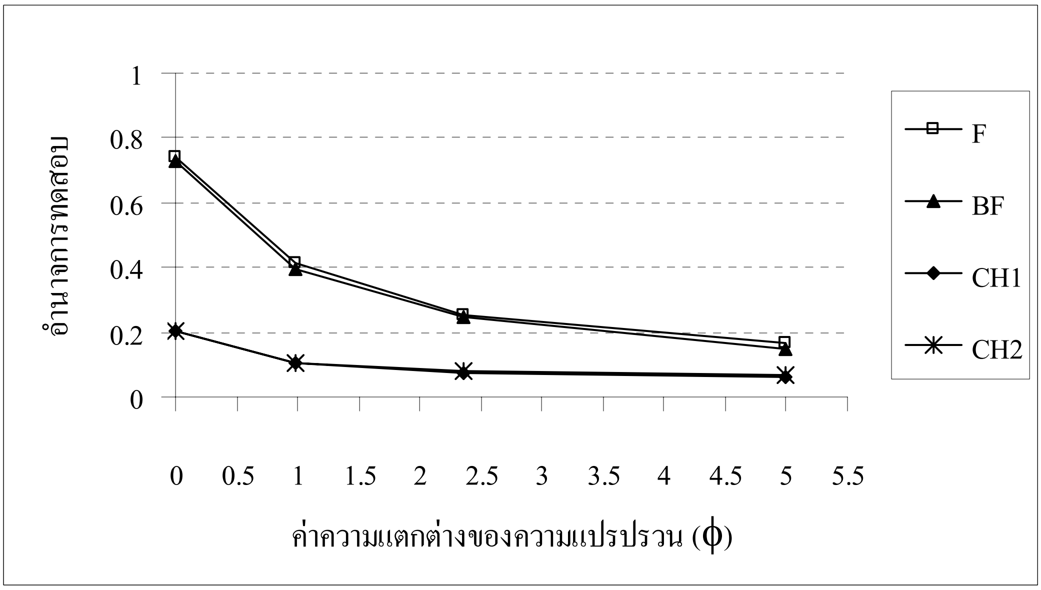
ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	0.487	0.465	0.042	0.041	0.738	0.728	0.205	0.205
	10	0.805	0.800	0.327	0.367	0.934	0.933	0.581	0.593
0.98	6	0.196	0.174	0.020	0.020	0.411	0.393	0.107	0.108
	10	0.399	0.383	0.097	0.116	0.648	0.641	0.256	0.270
2.35	6	0.105	0.086	0.014	0.014	0.255	0.245	0.076	0.079
	10	0.204	0.187	0.043	0.056	0.412	0.400	0.142	0.153
4.99	6	0.060	0.046	0.011	0.012	0.167	0.148	0.064	0.065
	10	0.098	0.087	0.025	0.032	0.246	0.234	0.098	0.103



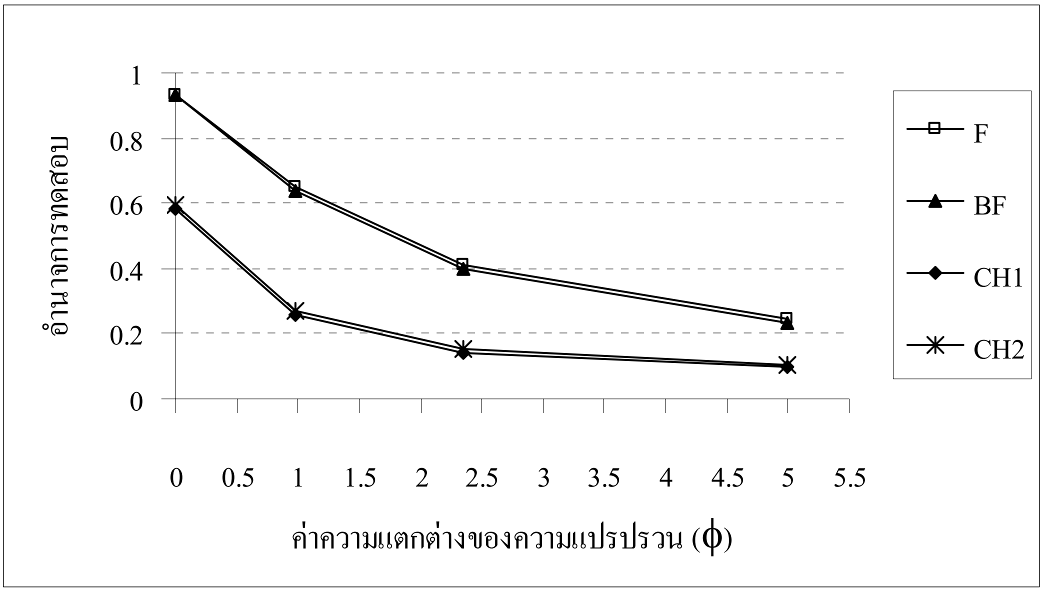
ภาพที่ 118 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 119 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 120 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 121 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

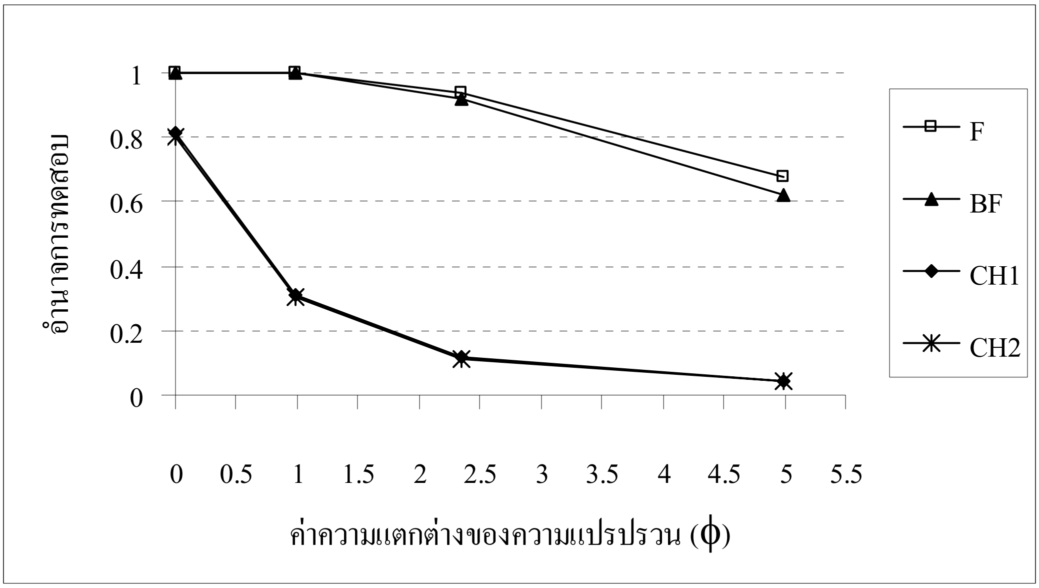
ข. กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 60 และภาพที่ 122-125 ดังนี้

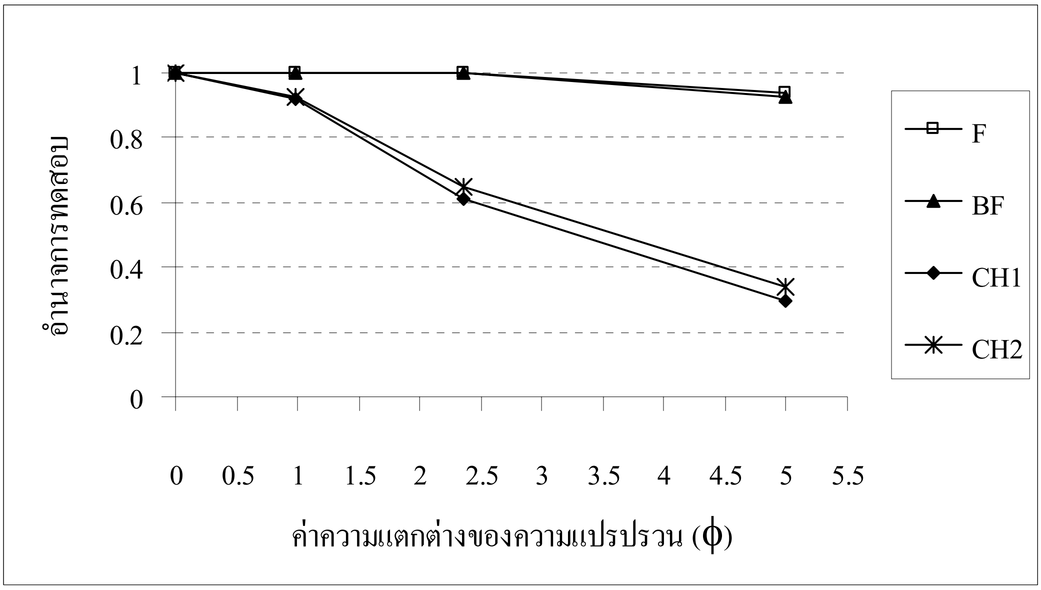
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้น ในทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นกรณีกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.1 : 1.3 : 1.5 : 1.8 : 2.2 : 2.7 : 3.3 : 4.0) ϕ = 0.98 เมื่อจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 ทั้ง 4 วิธีให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 60 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

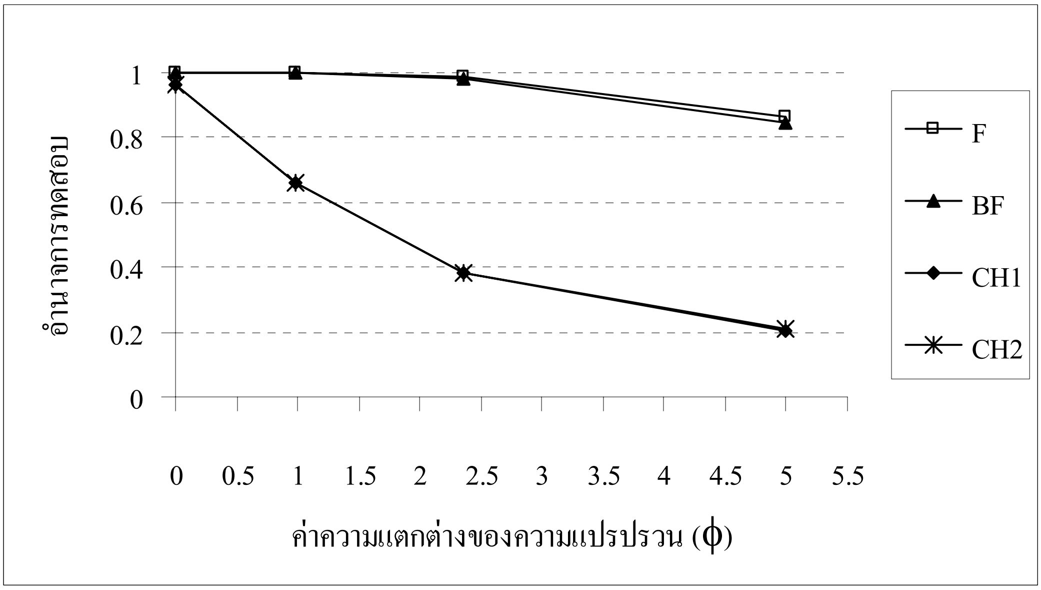
ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	1.000	1.000	0.816	0.804	1.000	1.000	0.962	0.963
	10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.98	6	0.998	0.997	0.312	0.302	1.000	1.000	0.663	0.662
	10	1.000	1.000	0.917	0.928	1.000	1.000	0.975	0.977
2.35	6	0.937	0.918	0.115	0.112	0.985	0.983	0.380	0.382
	10	0.999	0.999	0.614	0.648	1.000	1.000	0.814	0.823
4.99	6	0.677	0.619	0.044	0.045	0.866	0.845	0.206	0.207
	10	0.938	0.927	0.298	0.339	0.986	0.984	0.543	0.555



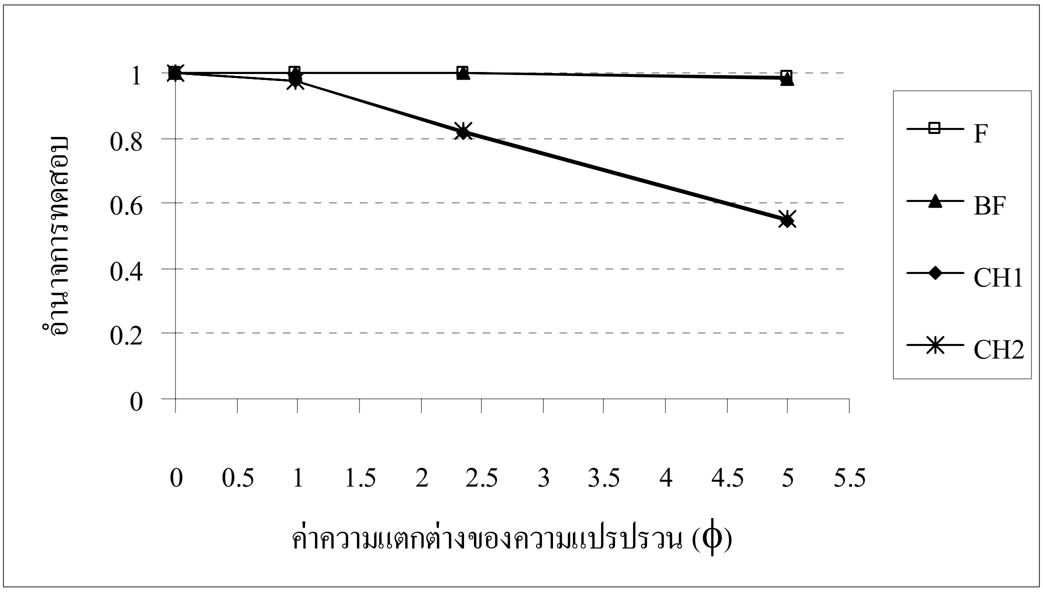
ภาพที่ 122 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 123 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 124 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 125 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, 0, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

2.3 ขนาดของการทดลองเป็น 3×4

2.3.1 การทดสอบอิทธิพลร่วม

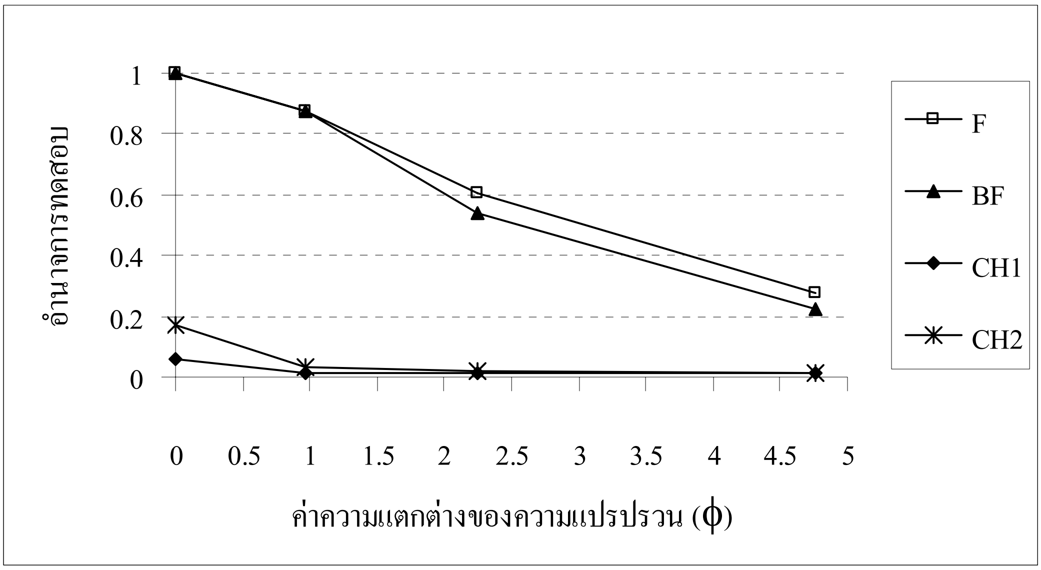
จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (0, 0, 0) และ β_j = (0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 61 และภาพที่ 126-129 ดังนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว

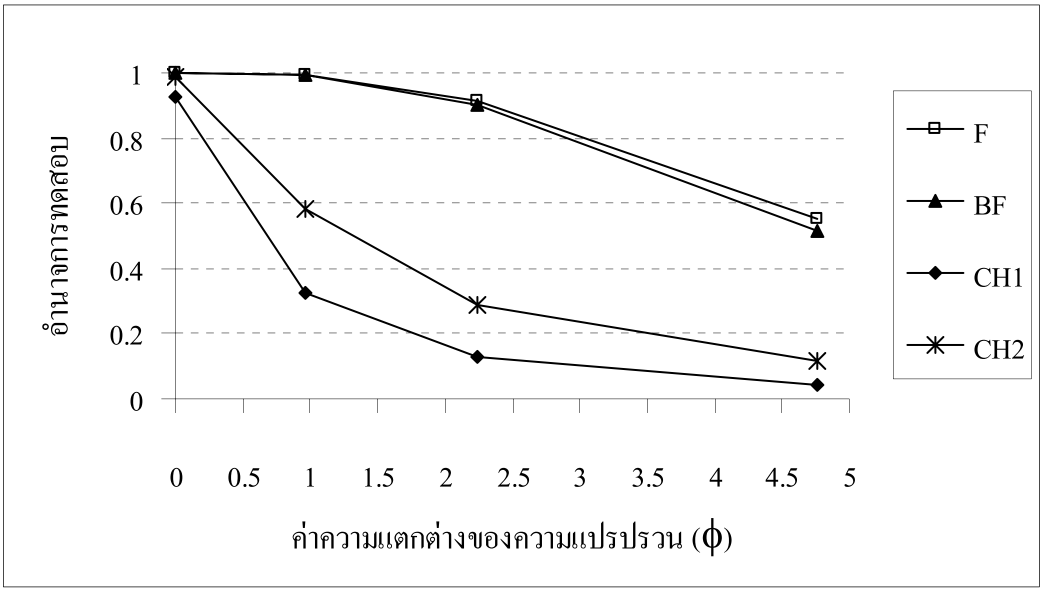
ตารางที่ 61 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$ และ $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$

ϕ	n	$\alpha = 0.01$				$\alpha = 0.05$			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	1.000	1.000	0.058	0.169	1.000	1.000	0.468	0.632
	10	1.000	1.000	0.927	0.989 *	1.000	1.000	0.990	0.998 *
0.96	6	0.873	0.872	0.016	0.030	0.965	0.959	0.148	0.207
	10	0.996	0.995	0.323	0.585 *	1.000	1.000	0.652	0.782 *
2.24	6	0.604 *	0.539	0.015	0.021	0.811 *	0.782	0.100	0.127
	10	0.916 *	0.902	0.126	0.286 *	0.978 *	0.976	0.376	0.499 *
4.76	6	0.279 *	0.222	0.011	0.014	0.494 *	0.451	0.067	0.080
	10	0.550 *	0.517	0.045	0.116 *	0.773 *	0.755	0.182	0.256 *

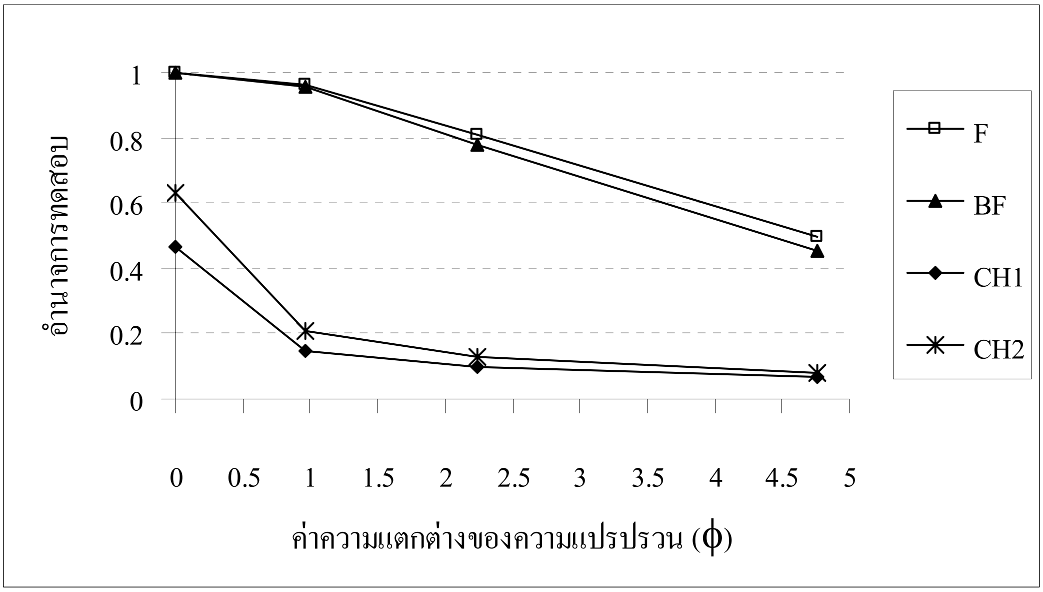
หมายเหตุ * หมายถึง ผลจากการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



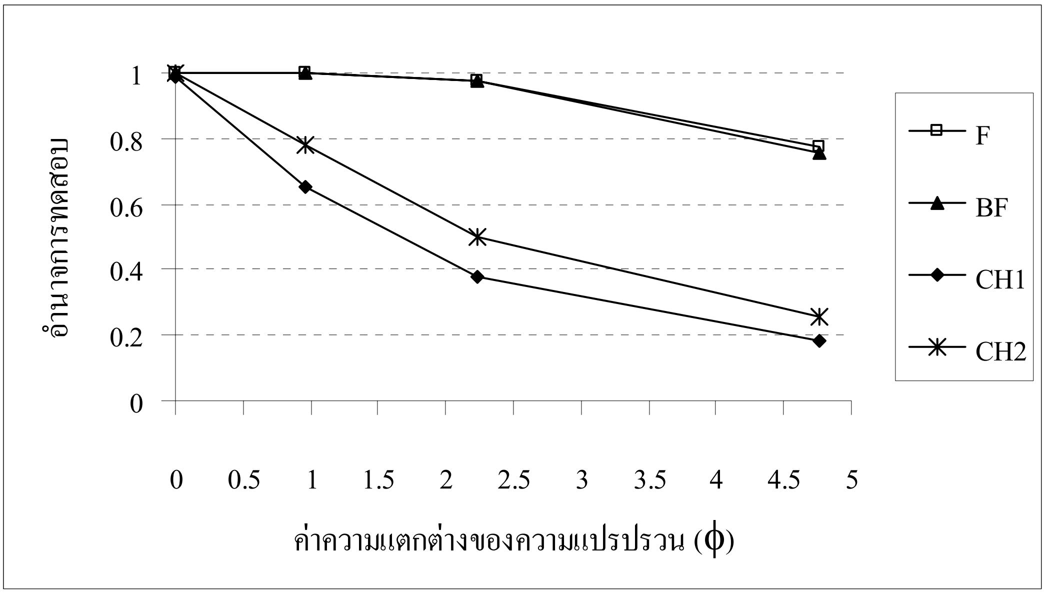
ภาพที่ 126 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$, $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 127 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$, $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 128 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี $\tau_i = (0, 0, 0)$, $\beta_j = (0, 0, 0, 0)$ และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 129 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลร่วม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (0, 0, 0), β_j = (0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

2.3.1 การทดสอบอิทธิพลหลัก A

ก. เมื่อ τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

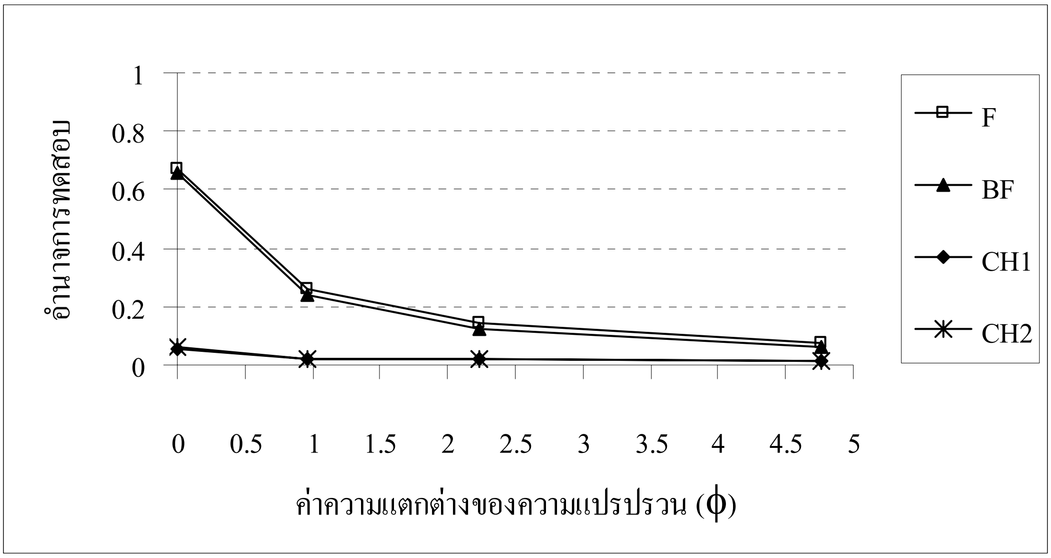
จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 62 และภาพที่ 130-133 ดังนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

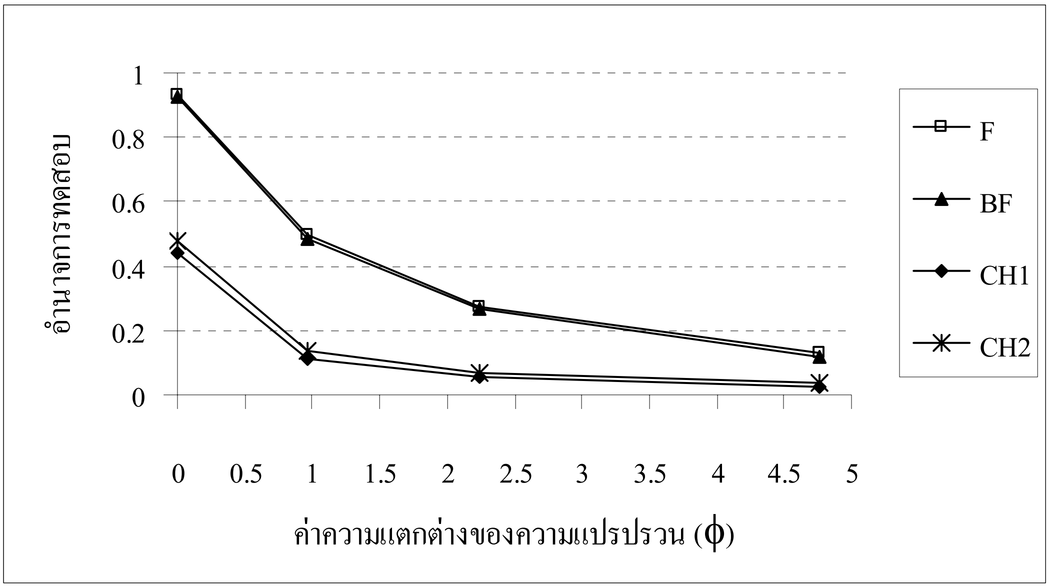
ตารางที่ 62 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	0.671	0.657	0.056	0.061	0.823	0.857	0.244	0.249
	10	0.929	0.927	0.438	0.477	0.983	0.983	0.697	0.703
0.96	6	0.263	0.241	0.021	0.023	0.490	0.475	0.111	0.116
	10	0.496	0.485	0.114	0.135	0.731	0.726	0.298	0.308
2.24	6	0.143	0.124	0.018	0.019	0.320	0.304	0.086	0.089
	10	0.276	0.264	0.057	0.070	0.513	0.501	0.182	0.187
4.76	6	0.074 *	0.063	0.012	0.013	0.189 *	0.175	0.060	0.062
	10	0.129 *	0.120	0.027	0.036	0.288 *	0.280	0.112	0.120

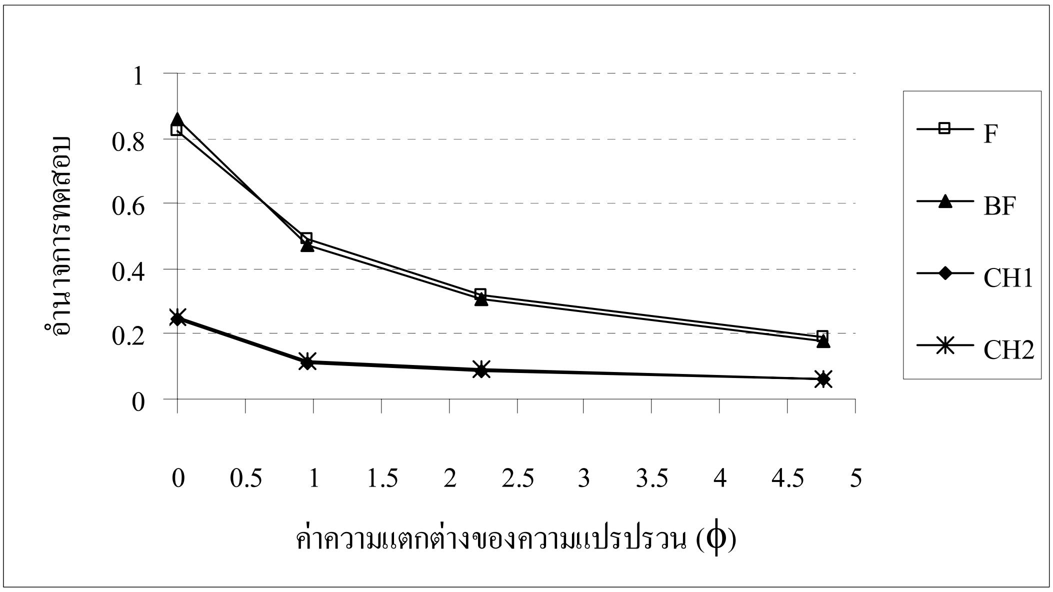
หมายเหตุ * หมายถึง ผลจากการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



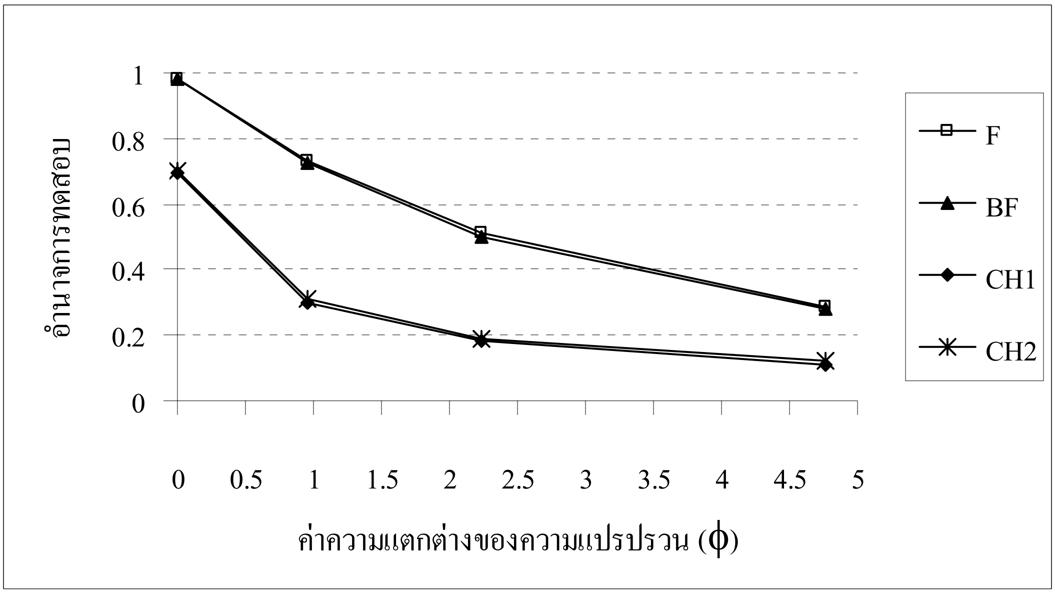
ภาพที่ 130 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 131 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 132 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 133 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

ข. กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

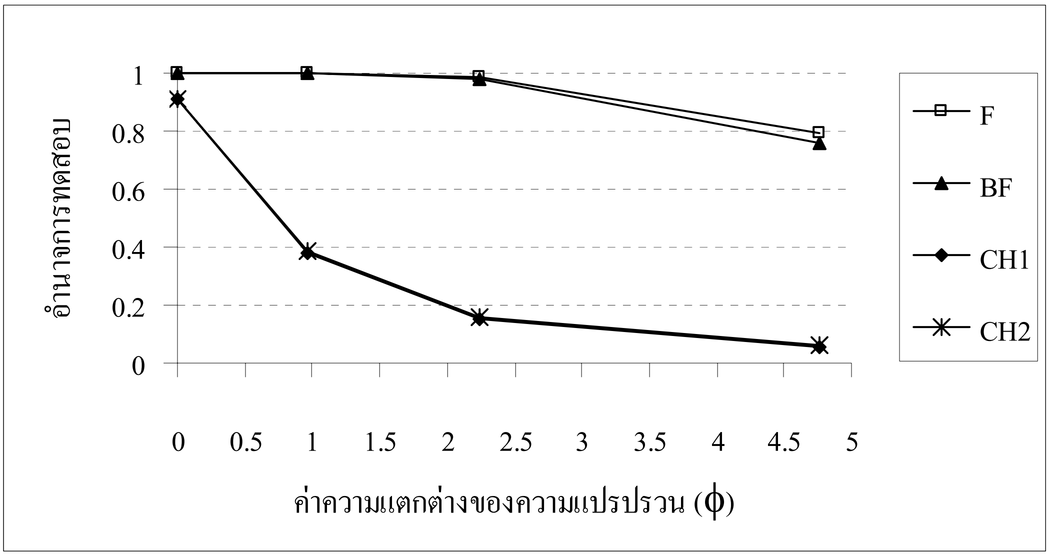
จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลหลัก A กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 63 และภาพที่ 134-137 ดังนี้

การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้น ในทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นกรณีกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6 : 1.8 : 2.1 : 2.4 : 2.7 : 3.0 : 3.3 : 3.7 : 4.0) ϕ = 0.96 เมื่อจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 ทั้ง 4 วิธีให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

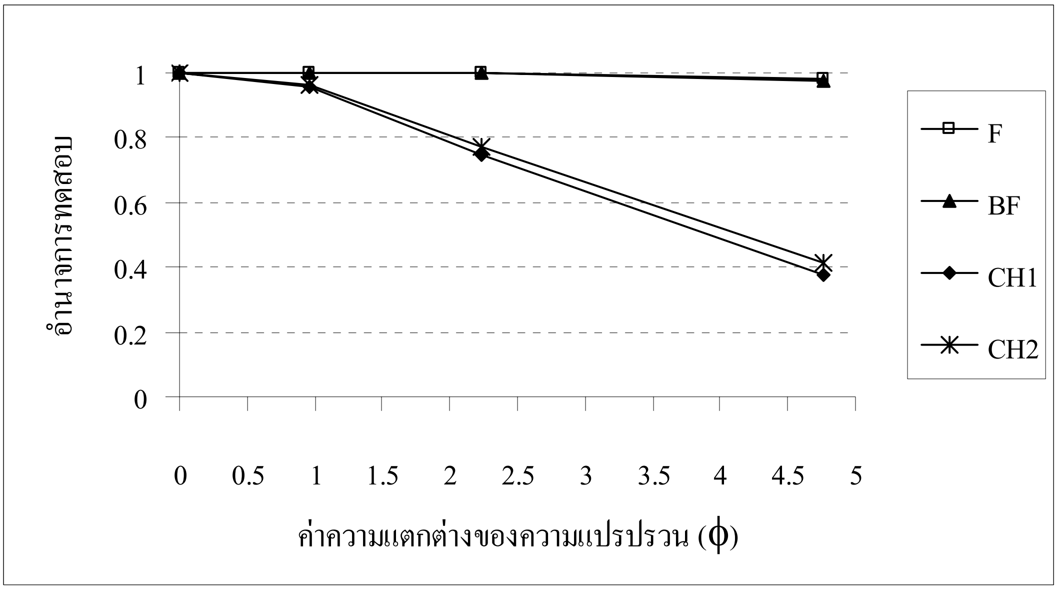
ตารางที่ 63 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	1.000	1.000	0.908	0.909	1.000	1.000	0.984	0.984
	10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.96	6	1.000	1.000	0.378	0.384	1.000	1.000	0.514	0.539
	10	1.000	1.000	0.956	0.962	1.000	1.000	0.956	0.966
2.24	6	0.985	0.980	0.155	0.160	0.998	0.997	0.451	0.459
	10	1.000	1.000	0.744	0.770	1.000	1.000	0.897	0.902
4.76	6	0.791 *	0.759	0.058	0.061	0.930 *	0.921	0.233	0.239
	10	0.980 *	0.976	0.378	0.415	0.997 *	0.996	0.631	0.638

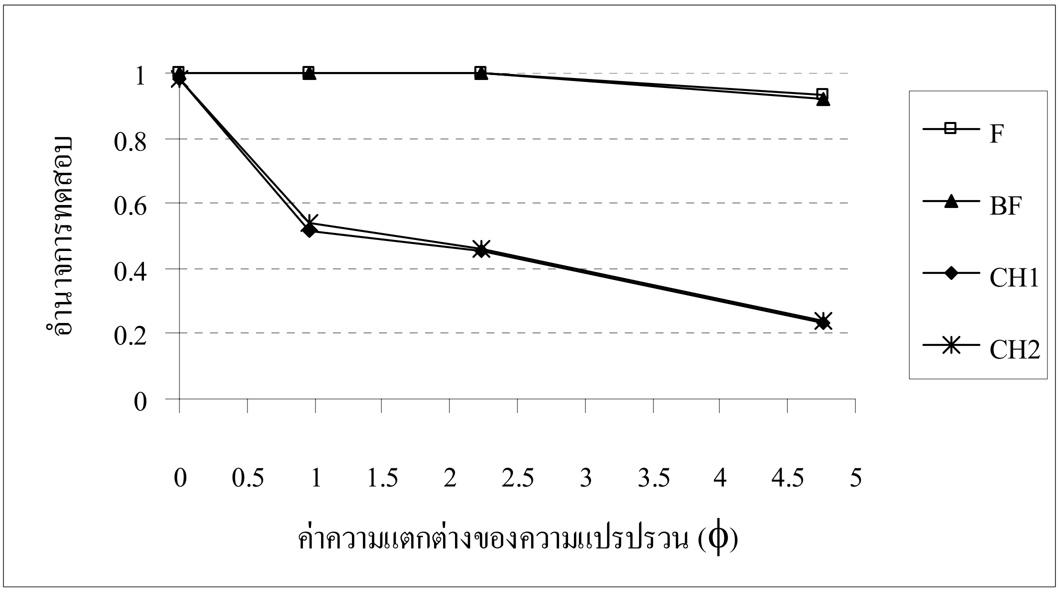
หมายเหตุ * หมายถึง ผลจากการเปรียบเทียบความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้



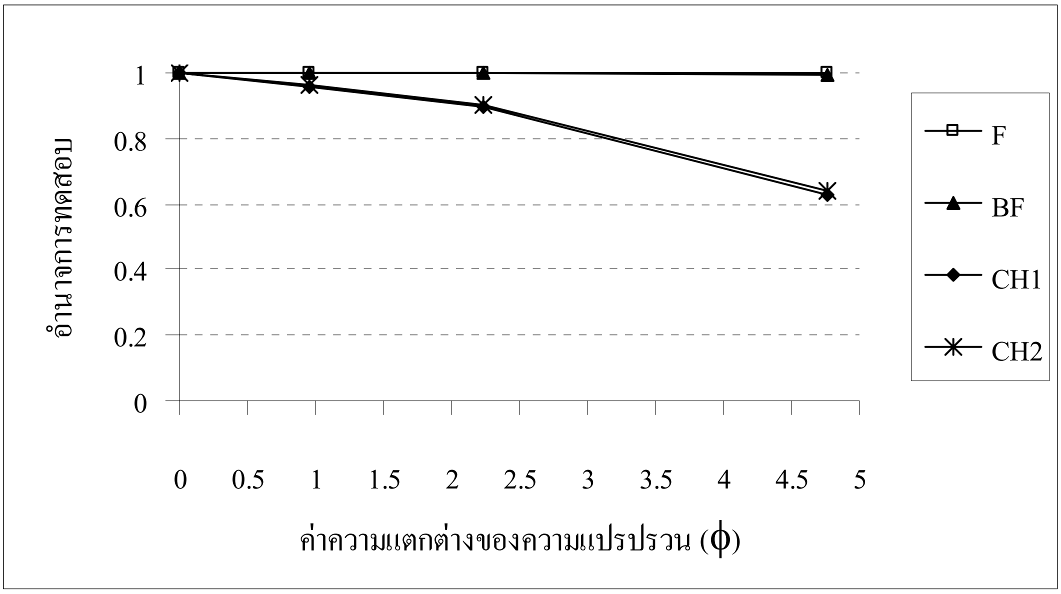
ภาพที่ 134 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 135 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 136 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 137 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก A ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

2.3.3 การทดสอบอิทธิพลหลัก B

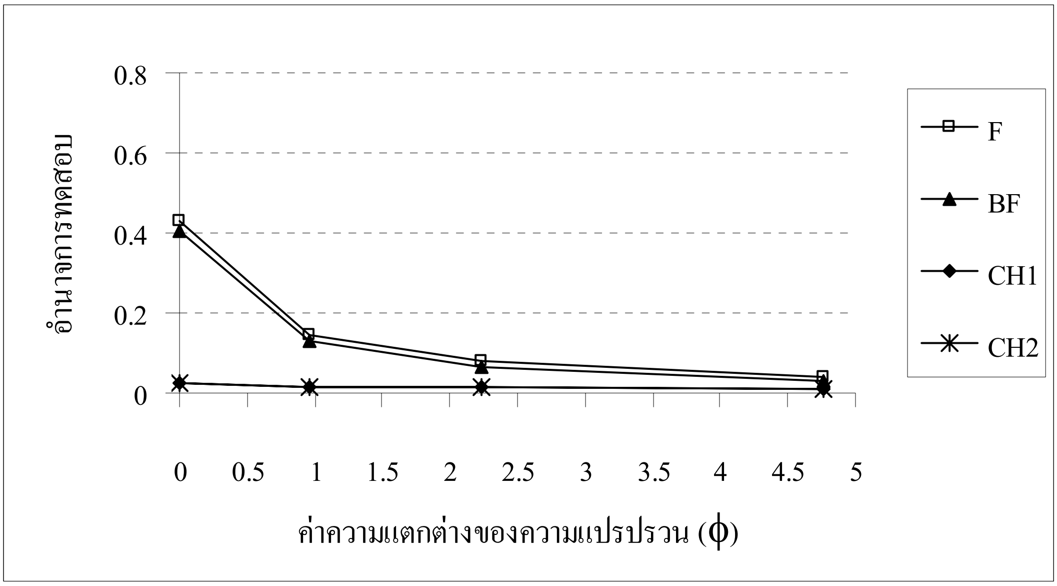
ก. กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 64 และภาพที่ 138-141 ดังนี้

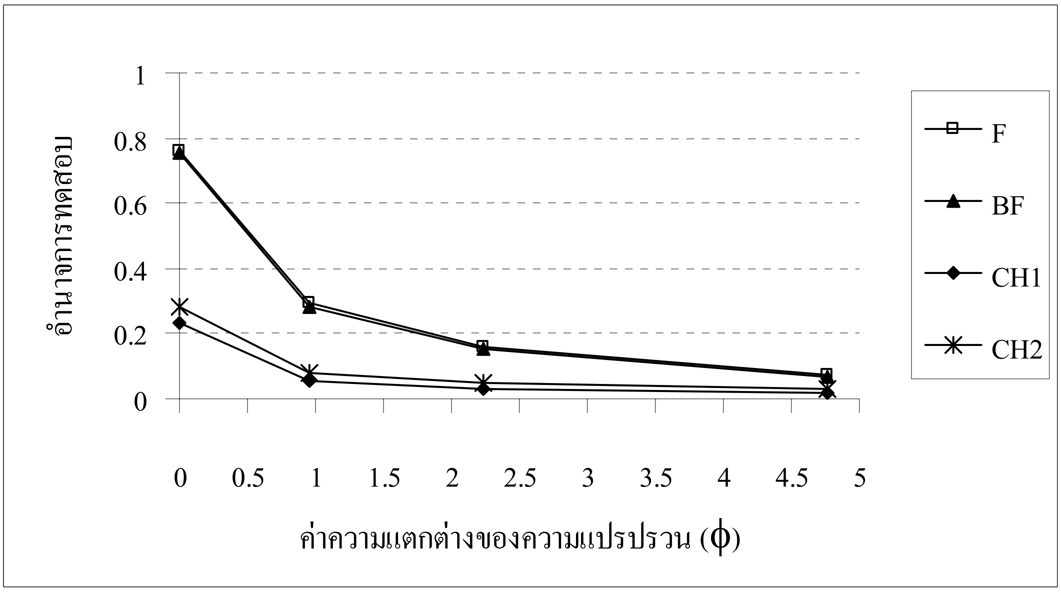
การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ซึ่งการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน ส่วนวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

ตารางที่ 64 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

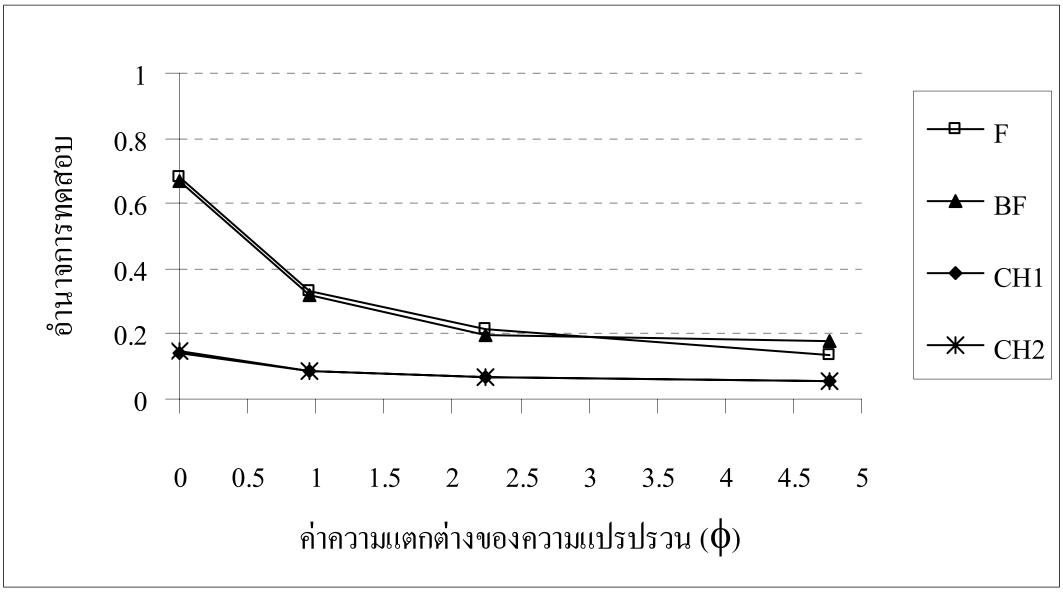
ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	0.428	0.406	0.026	0.027	0.681	0.670	0.144	0.150
	10	0.761	0.755	0.231	0.280	0.906	0.904	0.485	0.509
0.96	6	0.146	0.132	0.014	0.015	0.333	0.316	0.084	0.087
	10	0.293	0.282	0.058	0.079	0.526	0.517	0.188	0.206
2.24	6	0.080	0.064	0.014	0.015	0.215	0.198	0.067	0.070
	10	0.162	0.151	0.028	0.049	0.357	0.347	0.112	0.125
4.76	6	0.040	0.032	0.011	0.012	0.132	0.177	0.054	0.056
	10	0.072	0.066	0.020	0.028	0.198	0.188	0.077	0.089



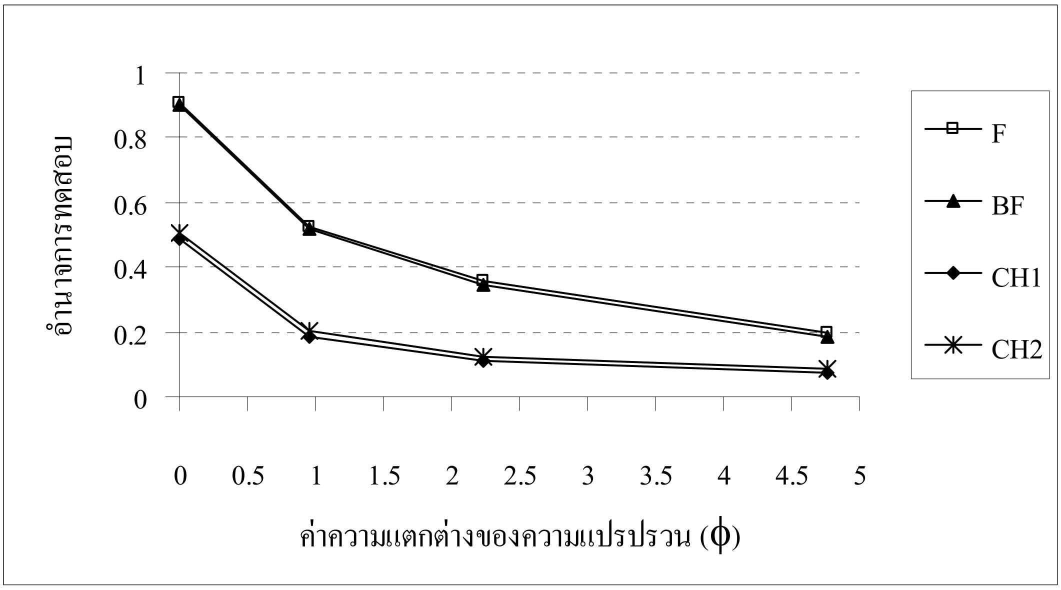
ภาพที่ 138 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 139 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 140 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 141 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-0.5, 0, 0.5), β_j = (-0.5, 0, 0, 0.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

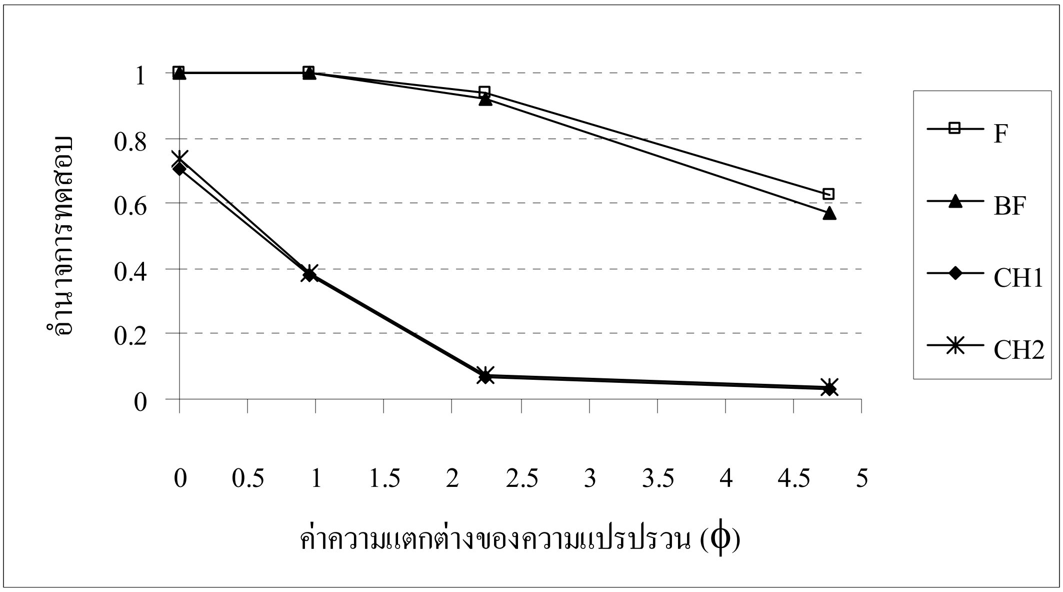
ข. กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

จากการพิจารณาอำนาจการทดสอบในการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สรุปผลได้จากตารางที่ 65 และภาพที่ 142-145 ดังนี้

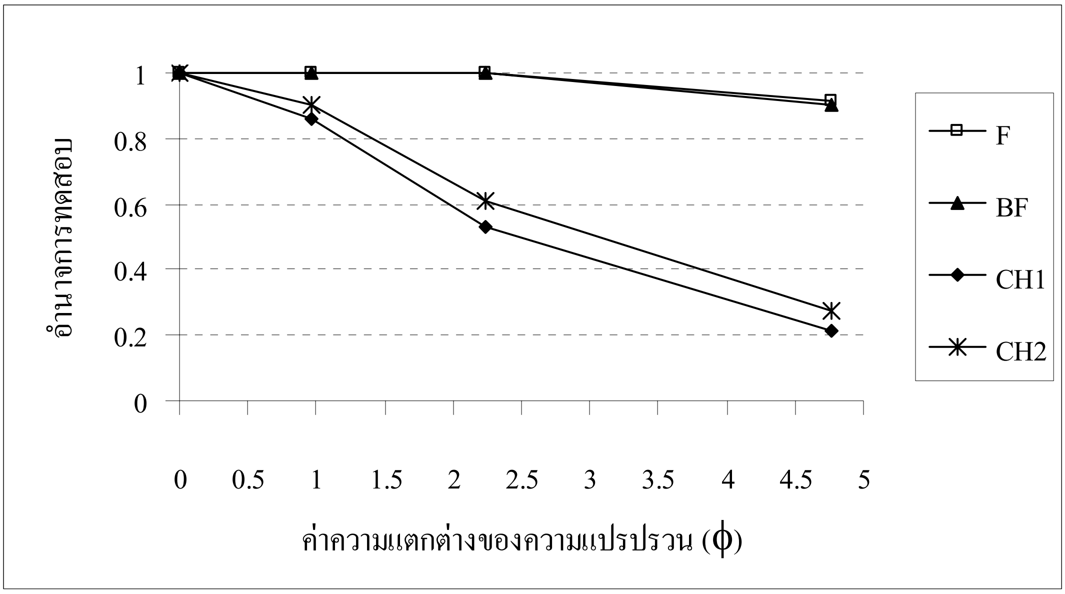
การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนเท่ากัน และเมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ ให้ค่าอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้น ในทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นกรณีกลุ่มตัวอย่างมีอัตราส่วนของความแปรปรวน (1.0 : 1.2 : 1.4 : 1.6 : 1.8 : 2.1 : 2.4 : 2.7 : 3.0 : 3.3 : 3.7 : 4.0) ϕ = 0.96 เมื่อจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 ทั้ง 4 วิธีให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 65 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5) และ $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0)

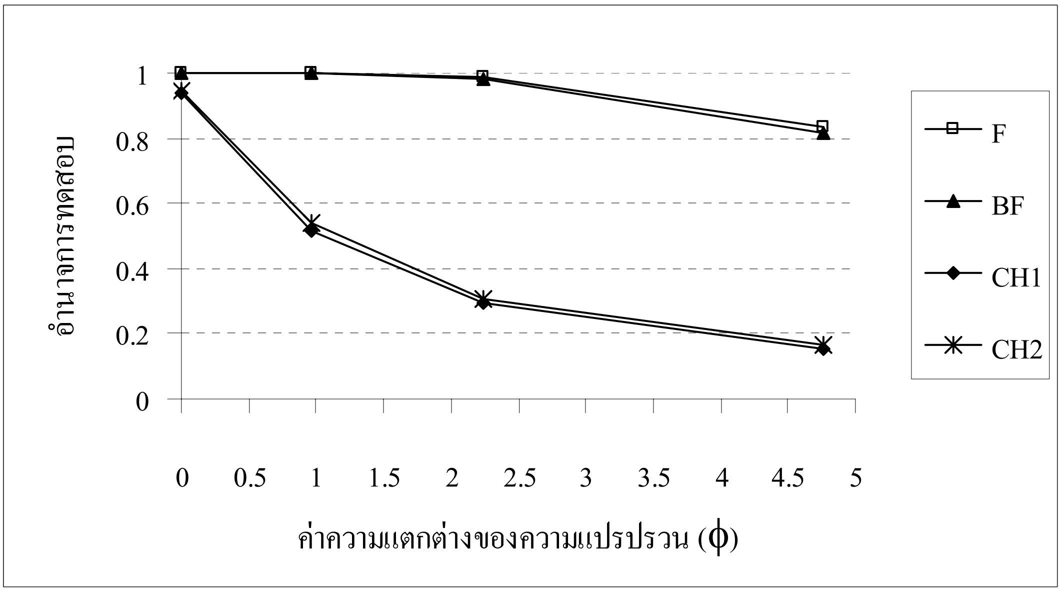
ϕ	n	α = 0.01				α = 0.05			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
0	6	1.000	1.000	0.703	0.736	1.000	1.000	0.937	0.946
	10	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.96	6	1.000	1.000	0.378	0.384	1.000	1.000	0.514	0.539
	10	1.000	1.000	0.858	0.901	1.000	1.000	0.956	0.966
2.24	6	0.941	0.921	0.066	0.075	0.985	0.982	0.292	0.307
	10	0.999	0.999	0.529	0.612	1.000	1.000	0.770	0.798
4.76	6	0.625	0.572	0.031	0.034	0.836	0.814	0.156	0.166
	10	0.912	0.901	0.213	0.272	0.976	0.974	0.453	0.490



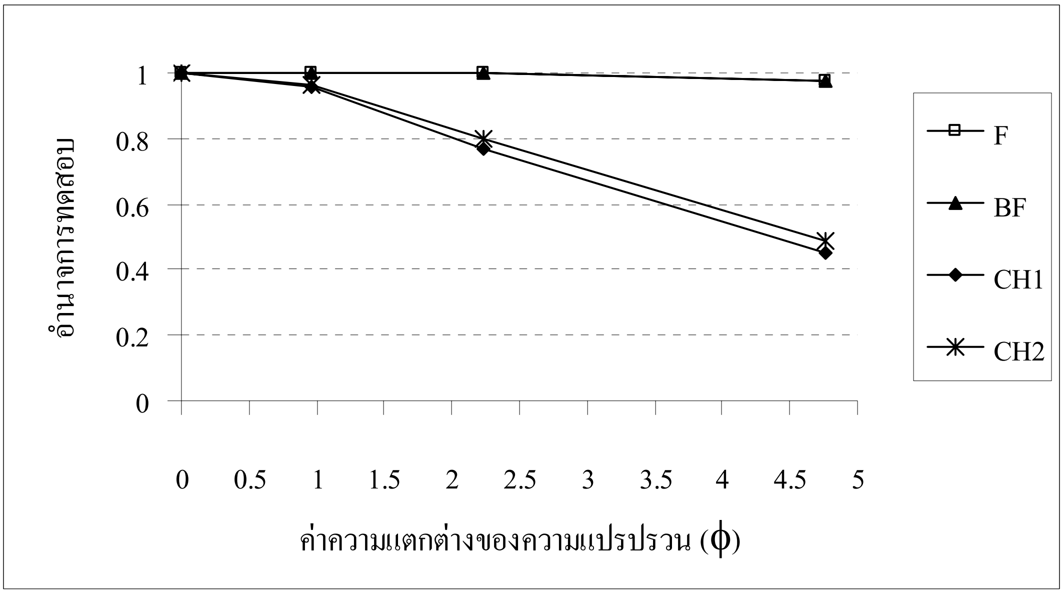
ภาพที่ 142 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 143 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10



ภาพที่ 144 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 6



ภาพที่ 145 แสดงอำนาจการทดสอบของการทดสอบอิทธิพลหลัก B ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×4 กรณี τ_i = (-1.5, 0, 1.5), β_j = (-1.5, -0.5, 0.5, 1.5), $(\tau\beta)_{ij}$ = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

อำนาจการทดสอบของวิธีการทดสอบทั้ง 4 วิธี ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความแปรปรวน ขนาดของการทดลอง จำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์ ค่าอิทธิพลของแฟคทอเรียล และระดับนัยสำคัญที่กำหนด โดยอำนาจการทดสอบจะมีค่าลดลง เมื่อความแตกต่างของความแปรปรวนมีค่ามากขึ้น และอำนาจการทดสอบจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดของแผนการทดลอง จำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์ ค่าอิทธิพลของแฟคทอเรียล และระดับนัยสำคัญที่กำหนดมีค่าเพิ่มขึ้น จากผลของการเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของวิธีการทดสอบทั้ง 4 วิธี พบว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้อำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์จะให้อำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว และทั้ง 4 วิธีการทดสอบจะให้อำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน กรณีกำหนดให้อิทธิพลของแฟคทอเรียลมีค่าแตกต่างกันมากกว่าขึ้น เมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนเท่ากันและความแตกต่างของความแปรปรวนมีค่าน้อย

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาเปรียบเทียบวิธีการทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล 4 วิธีการทดสอบ ได้แก่ การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งงานวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1

ความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว จากการพิจารณาความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ตามเกณฑ์ของ Cochran สรุปผลได้ดังนี้

1.1 เมื่อประชากรมีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากัน

เมื่อประชากรมีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ และวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกการทดสอบและขนาดของการทดลองทุกขนาด ส่วนวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกการทดสอบ ยกเว้นในการทดสอบอิทธิพลร่วม กรณีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 เมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 และ 3×4

1.2 เมื่อประชากรมีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากัน

1.2.1 การทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อประชากรมีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 66 และ 67 ตามลำดับ ดังนี้

ตารางที่ 66 แสดงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สำหรับการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

n	ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ขนาดของการทดลอง											
		2×2				3×3				3×4			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
6	น้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ปานกลาง	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
	มาก	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
10	น้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×
	ปานกลาง	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	×	✓	✓	×
	มาก	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	×	×	×	✓	×

หมายเหตุ ✓ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

× ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 67 แสดงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สำหรับการทดสอบอิทธิพลร่วม เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

n	ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ขนาดของการทดลอง											
		2×2				3×3				3×4			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
6	น้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ปานกลาง	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
	มาก	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
10	น้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×
	ปานกลาง	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	×	✓	✓	×
	มาก	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	×	×	✓	✓	×

หมายเหตุ ✓ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

× ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย กรณีขนาดของการทดลองเป็น 2×2 เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน และเมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 และ 3×4 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกันน้อย

วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกันมาก และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 กรณีขนาดของการทดสอบเป็น 3×3 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 และขนาดของการทดสอบเป็น 3×4 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย กรณีขนาดของการทดลองเป็น 2×2 เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน และเมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 และ 3×4 วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้กรณีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10

1.2.2 การทดสอบอิทธิพลหลัก A เมื่อประชากรมีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 68 และ 69 ตามลำดับ ดังนี้

วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ในทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย กรณีขนาดของการทดลองเป็น 2×2 และเมื่อขนาดของการทดลองเป็น 3×3 และ 3×4 สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เฉพาะเมื่ออัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกันน้อยและปานกลาง

วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้เกือบทุกกลุ่มตัวอย่าง ยกเว้นเมื่อขนาดของการทดสอบเป็น 3×3 กรณีอัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกันมาก และจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์เท่ากับ 10 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างทีทำการวิจัย เมื่อความแปรปรวนไม่เท่ากัน

ตารางที่ 68 แสดงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 สำหรับการทดสอบอิทธิพลหลัก A

n	ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ขนาดของการทดลอง											
		2×2				3×3				3×4			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
6	น้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ปานกลาง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	มาก	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
10	น้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ปานกลาง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	มาก	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	×	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

× ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

ตารางที่ 69 แสดงความสามารถในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สำหรับการทดสอบอิทธิพลหลัก A

n	ระดับความแตกต่างของความแปรปรวน	ขนาดของการทดลอง											
		2×2				3×3				3×4			
		F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2	F	BF	CH1	CH2
6	น้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ปานกลาง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	มาก	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓
10	น้อย	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ปานกลาง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	มาก	✓	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	✓	✓

หมายเหตุ ✓ สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

× ไม่สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้

1.2.3 การทดสอบอิทธิพลหลัก B

เมื่อประชากรมีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียวสามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ได้ทุกกลุ่มตัวอย่างที่ทำการวิจัย

2. อำนาจการทดสอบ

การเปรียบเทียบอำนาจการทดสอบของการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 อำนาจการทดสอบของวิธีการทดสอบแต่ละวิธี ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความแปรปรวน ขนาดของแผนการทดลอง จำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์ ค่าอิทธิพลของแฟคทอเรียล และระดับนัยสำคัญที่กำหนด โดยอำนาจการทดสอบจะมีค่าลดลง เมื่อความแตกต่างของความแปรปรวนมีค่ามากขึ้น และอำนาจการทดสอบจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อขนาดของแผนการทดลอง จำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์ ค่าอิทธิพลของแฟคทอเรียล และระดับนัยสำคัญที่กำหนดมีค่าเพิ่มขึ้น

2.2 กรณีอิทธิพลของแฟคทอเรียลมีค่าแตกต่างกันน้อย การวิเคราะห์ความแปรปรวนและวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ (การวิเคราะห์ความแปรปรวนให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์) มีอำนาจการทดสอบมากกว่าวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวและวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว (วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียวให้ค่าอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว) เมื่อความแปรปรวนเท่ากันและไม่เท่ากัน ส่วนกรณีอิทธิพลของแฟคทอเรียลมีค่าแตกต่างกันมาก วิธีการทดสอบทั้ง 4 วิธี มีอำนาจการทดสอบใกล้เคียงกัน เมื่อความแปรปรวนเท่ากันและอัตราส่วนของความแปรปรวนแตกต่างกัน
น้อย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัยสำหรับการเลือกใช้วิธีการทดสอบที่เหมาะสม เพื่อใช้ทดสอบอิทธิพลของแฟคทอเรียล เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนไม่เท่ากัน มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ถ้าขนาดของการทดลองเป็น 2×2 ควรเลือกใช้วิธีการทดสอบดังนี้

1.1.1 ถ้าในการทดลองเลือกควบคุมความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 วิธีการที่เหมะสมคือ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว และถ้าต้องการอำนาจการทดสอบสูงด้วย วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และวิธีทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์

1.1.2 ถ้าในการทดลองเลือกควบคุมความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 นั่นคือต้องการอำนาจการทดสอบสูง วิธีการที่เหมาะสมคือ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และวิธีทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์

1.2 ถ้าขนาดของการทดลองเป็น 3×3 และ 3×4 ควรเลือกใช้วิธีการทดสอบดังนี้

1.2.1 ถ้าในการทดลองเลือกควบคุมความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 วิธีการที่เหมาะสมคือ

ก. ความแปรปรวนมีค่าแตกต่างกันน้อย วิธีการที่เหมาะสมคือ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ($n \leq 6$) และถ้าต้องการอำนาจการทดสอบสูงด้วย วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน และวิธีทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์

ข. ความแปรปรวนมีค่าแตกต่างกันปานกลาง วิธีการที่เหมาะสมคือ วิธีทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ($n = 6$) และถ้าต้องการอำนาจการทดสอบสูงด้วย วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือ วิธีทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์

ค. ความแปรปรวนมีค่าแตกต่างกันมาก วิธีการที่เหมาะสมคือ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว ($n \leq 6$)

1.2.2 ถ้าในการทดลองเลือกควบคุมความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 2 นั่นคือต้องการอำนาจการทดสอบสูง วิธีการที่เหมาะสมคือ วิธีทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากงานวิจัยครั้งนี้ศึกษากรณีขนาดของการทดลองแค่ 3 ขนาด คือ 2×2, 3×3 และ 3×4 ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งต่อไปอาจจะศึกษาในกรณีที่ขนาดของการทดลองเป็นแบบอื่น

2.2 ศึกษากรณีประชากรมีการแจกแจงแบบอื่น เช่น การแจกแจงแบบเอ็กโปเนนเซียล การแจกแจงแบบแกมมา และการแจกแจงแบบเบต้า เป็นต้น

2.3 ศึกษากรณีประชากรมีจำนวนซ้ำในแต่ละเซลล์ไม่เท่ากัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิ่งทอง ยงยุทธมีชัย. 2533. **การเปรียบเทียบตัวสถิติทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรที่มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน : กรณีศึกษาสำหรับแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรัญ จันทลักขณา. 2534. **สถิติวิธีวิเคราะห์และการวางแผนดำเนินงานวิจัย**. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

จินตนา ศรีศันสนีย์. 2541. **ผลกระทบต่อการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนและการแจกแจงแบบปกติในการควบคุมความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทวัน บำรุงสวัสดิ์. 2533. **การเปรียบเทียบวิธีการทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยเมื่อความแปรปรวนของประชากรไม่เท่ากัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิญญา หิรัญวงษ์. 2544. **การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Brown, M.B. and A.B. Forsythe. 1974a. The ANOVA and multiple comparisons for data with heterogeneous variances. **Biometrics** 30: 719-724.

_______. 1974b. The small sample behavior of some statistics which test the equality of several means. **Technometrics** 16(1): 129-132.

Chen, H.J. and S.Y. Chen. 1998. Single-stage analysis of variance under heteroscedasticity. **Communications in Statistics Simulation and Computation** 27(3): 641-666.

_______. 2000. A range test for the equality of means when variances are unequal. **American Journal of Mathematical and Management Sciences** 20(1): 145-170.

Chen, S.Y.. 2001. One-stage and two-stage statistical inference under heteroscedasticity. **Communications in Statistics Simulation and Computation** 30(4): 991-1009.

Cocharn, W.G.. 1954. Some methods for strengthening the common χ^2 test. **Biometrics** 10: 417-451.

Games, P.A., H.B. Winkler and D.A. Probert. 1972. A robust tests for homogeneity of variances. **Educational and Psychological Measurement** 32: 1887-1909.

Montgomery, D.C.. 2001. **Design and Analysis of Experiments**. 5th ed. John Wiley and Sons, Inc., New York.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

โปรแกรมที่ใช้สำหรับงานวิจัย

ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้สำหรับคำนวณความน่าจะเป็นของการเกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 และอำนาจการทดสอบของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน วิธีการทดสอบของบราวน์และฟอร์ไซต์ วิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว และวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว สำหรับขนาดของการทดลองเป็น 2×2 มีรายละเอียดดังนี้

```
dm'log;clear;out;clear;';
options nodate nonumber ps=60 ls=72;
/*----------------------------------------------------------------------------------------------------------------*
 *                                   Generate data                                                                *
 *----------------------------------------------------------------------------------------------------------------*/
data generate;
	array y11{6};
	array y12{6};
	array y21{6};
	array y22{6};
	n=6;
	t1=0; t2=0;
	b1=0; b2=0;
	tb11=-0.5;
	tb12=-0.5;
	tb21=-0.5;
	tb22=1.5;
	mu=100;
	var11=1;
	var12=4*var11;
	var21=9*var11;
	var22=16*var11;
	seed=0;
	do rep=1 to 10000;
		do i=1 to n;
			err11=sqrt(var11)*rannor(seed);
```

```
                    err12=sqrt(var12)*rannor(seed);
                    err21=sqrt(var21)*rannor(seed);
                    err22=sqrt(var22)*rannor(seed);
                    y11(i)=mu+t1+b1+tb11+err11;
                    y12(i)=mu+t1+b2+tb12+err12;
                    y21(i)=mu+t2+b1+tb21+err21;
                    y22(i)=mu+t2+b2+tb22+err22;
               end;
          output;
          end;
title'GENERATE DATA';
proc print data=generate;
run;
/*--------------------------------------------------------------------------------------------------------------*
 *                              Analysis of Variance Method                                                     *
 *--------------------------------------------------------------------------------------------------------------*/
data anova;
          set generate;
          array y11{6};
          array y12{6};
          array y21{6};
          array y22{6};
          array uy11{6};
          array uy12{6};
          array uy21{6};
          array uy22{6};
          array sy{4};
          array suy{4};
          array usy{4};
          n=6;
          a=2;
```

```
b=2;
ncell=a*b;
do i=1 to n;
	uy11(i)=y11(i)**2;
	uy12(i)=y12(i)**2;
	uy21(i)=y21(i)**2;
	uy22(i)=y22(i)**2;
end;
do i=1 to ncell;
	sy1=sum(of y11:);
	sy2=sum(of y12:);
	sy3=sum(of y21:);
	sy4=sum(of y22:);
	suy1=sum(of uy11:);
	suy2=sum(of uy12:);
	suy3=sum(of uy21:);
	suy4=sum(of uy22:);
	usy1=sy1**2;
	usy2=sy2**2;
	usy3=sy3**2;
	usy4=sy4**2;
end;
ssy=sum(of sy:);
ssuy=sum(of suy:);
susy=sum(of usy:);
yidot1=sy1+sy2;
yidot2=sy3+sy4;
suyidot=(yidot1**2)+(yidot2**2);
ydotj1=sy1+sy3;
ydotj2=sy2+sy4;
suydotj=(ydotj1**2)+(ydotj2**2);
```

```
ct=ssy**2/(a*b*n);
ssa=((1/(b*n))*suyidot)-ct;
ssb=((1/(a*n))*suydotj)-ct;
ssab=((1/n)*susy)-ct-ssa-ssb;
sst=ssuy-ct;
sse=sst-ssab-ssa-ssb;
dfab=(a-1)*(b-1);
dfa=a-1;
dfb=b-1;
dferr=a*b*(n-1);
fab=(dferr*ssab)/(dfab*sse);
fa=(dferr*ssa)/(dfa*sse);
fb=(dferr*ssb)/(dfb*sse);
p_fab=1-probf(fab,dfab,dferr);
p_fa=1-probf(fa,dfa,dferr);
p_fb=1-probf(fb,dfb,dferr);
if p_fab<0.01 then do;
        anova_ab01="reject01";
        end;
else do;
        anova_ab01="accept01";
        end;
if p_fa<0.01 then do;
        anova_a01="reject01";
        end;
else do;
        anova_a01="accept01";
        end;
if p_fb<0.01 then do;
        anova_b01="reject01";
        end;
```

```
        else do;
                anova_b01="accept01";
                end;
        if p_fab<0.05 then do;
                anova_ab05="reject05";
                end;
        else do;
                anova_ab05="accept05";
                end;
        if p_fa<0.05 then do;
                anova_a05="reject05";
                end;
        else do;
                anova_a05="accept05";
                end;
        if p_fb<0.05 then do;
                anova_b05="reject05";
                end;
        else do;
                anova_b05="accept05";
                end;
        output;
title'ANALYSIS OF VARIANCE';
proc freq; tables anova_ab01; run;
proc freq; tables anova_a01; run;
proc freq; tables anova_b01; run;
proc freq; tables anova_ab05; run;
proc freq; tables anova_a05; run;
proc freq; tables anova_b05; run;
proc print data=anova;
run;
```

```
/*--------------------------------------------------------------------------------------------------------------*
 *                              Brown and Forsythe Method                              *
 *--------------------------------------------------------------------------------------------------------------*/
data bf;
        set generate;
        set anova;
        array y11{6};
        array y12{6};
        array y21{6};
        array y22{6};
        array var_bf{4};
        array c{4};
        array uc{4};
        n=6;
        a=2;
        b=2;
        ncell=a*b;
        do i=1 to ncell;
                var_bf1=var(of y11:);
                var_bf2=var(of y12:);
                var_bf3=var(of y21:);
                var_bf4=var(of y22:);
        end;
        svar_bf=sum(of var_bf:);
        do i=1 to ncell;
                c(i)=var_bf(i)/svar_bf;
        end;
        do i=1 to ncell;
                uc(i)=c(i)**2;
        end;
        suc=sum(of uc:);
```

```
f=1/(suc/(n-1));
p_bfab=1-probf(fab,dfab,f);
p_bfa=1-probf(fa,dfa,f);
p_bfb=1-probf(fb,dfb,f);
if p_bfab<0.01 then do;
        bf_ab01="reject01";
        end;
else do;
        bf_ab01="accept01";
        end;
if p_bfa<0.01 then do;
        bf_a01="reject01";
        end;
else do;
        bf_a01="accept01";
        end;
if p_bfb<0.01 then do;
        bf_b01="reject01";
        end;
else do;
        bf_b01="accept01";
        end;
if p_bfab<0.05 then do;
        bf_ab05="reject05";
        end;
else do;
        bf_ab05="accept05";
        end;
if p_bfa<0.05 then do;
        bf_a05="reject05";
        end;
```

```
            else do;
                        bf_a05="accept05";
                        end;
            if p_bfb<0.05 then do;
                        bf_b05="reject05";
                        end;
            else do;
                        bf_b05="accept05";
                        end;
            output;
title'BROWN AND FORSYTHE METHOD';
proc freq; tables bf_ab01; run;
proc freq; tables bf_a01; run;
proc freq; tables bf_b01; run;
proc freq; tables bf_ab05; run;
proc freq; tables bf_a05; run;
proc freq; tables bf_b05; run;
proc print data=bf;
run;
/*-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------*
 *                                          One-Stage Range Test                                                   *
 *-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------*/
data range;
            set generate;
            array y11{6};
            array y12{6};
            array y21{6};
            array y22{6};
            array var_1stage{4};
            array U{4};
            array V{4};
```

```
array yijd{4};
array yidd{2};
array ydjd{2};
array Hab{4};
n=6;
a=2;
b=2;
ncell=a*b;
cv_ab01=2.08;
cv_a01=4.16;
cv_b01=4.16;
cv_ab05=1.40;
cv_a05=2.80;
cv_b05=2.80;
do i=1 to ncell;
        var_1stage1=var(of y111-y115);
        var_1stage2=var(of y121-y125);
        var_1stage3=var(of y211-y215);
        var_1stage4=var(of y221-y225);
end;
varmax=max(of var_1stage:);
z=varmax/n;
do i=1 to ncell;
        g=(varmax/var_1stage(i))-1;
        U(i)=(1/n)+((1/n)*sqrt((1/(n-1))*g));
        V(i)=(1/n)-((1/n)*sqrt((n-1)*g));
end;
do i=1 to ncell;
        yijd1=(U1*sum(of y111-y115))+(V1*y116);
        yijd2=(U2*sum(of y121-y125))+(V2*y126);
        yijd3=(U3*sum(of y211-y215))+(V3*y216);
```

```
        yijd4=(U4*sum(of y221-y225))+(V4*y226);
end;
yddd=(1/(a*b))*sum(of yijd:);
do i=1 to a;
        yidd1=(1/b)*sum(of yijd1-yijd2);
        yidd2=(1/b)*sum(of yijd3-yijd4);
end;
yiddmax=max(of yidd:);
yiddmin=min(of yidd:);
H_a=(yiddmax-yiddmin)/sqrt(z);
do i=1 to b;
        ydjd1=(1/a)*(yijd1+yijd3);
        ydjd2=(1/a)*(yijd2+yijd4);
end;
ydjdmax=max(of ydjd:);
ydjdmin=min(of ydjd:);
H_b=(ydjdmax-ydjdmin)/sqrt(z);
do i=1 to ncell;
        Hab1=abs((yijd1-yidd1-ydjd1+yddd)/sqrt(z));
        Hab2=abs((yijd2-yidd1-ydjd2+yddd)/sqrt(z));
        Hab3=abs((yijd3-yidd2-ydjd1+yddd)/sqrt(z));
        Hab4=abs((yijd4-yidd2-ydjd2+yddd)/sqrt(z));
end;
H_ab=max(of Hab:);
if H_ab>cv_ab01 then do;
        range_ab01="reject01";
        end;
else do;
        range_ab01="accept01";
        end;
if H_a>cv_a01 then do;
```

```
                range_a01="reject01";
                end;
        else do;
                range_a01="accept01";
                end;
        if H_b>cv_b01 then do;
                range_b01="reject01";
                end;
        else do;
                range_b01="accept01";
                end;
        if H_ab>cv_ab05 then do;
                range_ab05="reject05";
                end;
        else do;
                range_ab05="accept05";
                end;
        if H_a>cv_a05 then do;
                range_a05="reject05";
                end;
        else do;
                range_a05="accept05";
                end;
        if H_b>cv_b05 then do;
                range_b05="reject05";
                end;
        else do;
                range_b05="accept05";
                end;
        output;
title'ONE STAGE RANGE TEST';
```

```
proc freq; tables range_ab01; run;
proc freq; tables range_a01; run;
proc freq; tables range_b01; run;
proc freq; tables range_ab05; run;
proc freq; tables range_a05; run;
proc freq; tables range_b05; run;
proc print data=range;
run;
/*----------------------------------------------------------------------------------------------------------------*
 *                                  One-Stage ANOVA Test                                                           *
 *----------------------------------------------------------------------------------------------------------------*/
data one_stage_anova;
        set generate;
        set range;
        array y11{6};
        array y12{6};
        array y21{6};
        array y22{6};
        array var_1stage{4};
        array U{4};
        array V{4};
        array yijd{4};
        array yidd{2};
        array ydjd{2};
        array fab_1stage{4};
        array fa_1stage{2};
        array fb_1stage{2};
        n=6;
        a=2;
        b=2;
        ncell=a*b;
```

```
cvab_01=17.18;
cva_01=17.18;
cvb_01=17.18;
cvab_05=7.73;
cva_05=7.75;
cvb_05=7.75;
do i=1 to ncell;
        fab_1stage1=(yijd1-yidd1-ydjd1+yddd)**2/z;
        fab_1stage2=(yijd2-yidd1-ydjd2+yddd)**2/z;
        fab_1stage3=(yijd3-yidd2-ydjd1+yddd)**2/z;
        fab_1stage4=(yijd4-yidd2-ydjd2+yddd)**2/z;
end;
f1=sum(of fab_1stage:);
do i=1 to a;
        fa_1stage(i)=(yidd(i)-yddd)**2;
end;
f2=b*(sum(of fa_1stage:)/z);
do i=1 to b;
        fb_1stage(i)=(ydjd(i)-yddd)**2;
end;
f3=a*(sum(of fb_1stage:)/z);
if f1>cvab_01 then do;
        one_stage_AB01="reject";
        end;
else do;
        one_stage_AB01="accept";
        end;
if f2>cva_01 then do;
        one_stage_A01="reject";
        end;
else do;
```

```
        one_stage_A01="accept";
        end;
    if f3>cvb_01 then do;
        one_stage_B01="reject";
        end;
    else do;
        one_stage_B01="accept";
        end;
    if f1>cvab_05 then do;
        one_stage_AB05="reject";
        end;
    else do;
        one_stage_AB05="accept";
        end;
    if f2>cva_05 then do;
        one_stage_A05="reject";
        end;
    else do;
        one_stage_A05="accept";
        end;
    if f3>cvb_05 then do;
        one_stage_B05="reject";
        end;
    else do;
        one_stage_B05="accept";
        end;
    output;
title'ONE STAGE ANOVA TEST';
proc freq; tables one_stage_AB01; run;
proc freq; tables one_stage_A01; run;
proc freq; tables one_stage_B01; run;
```

```
proc freq; tables one_stage_AB05; run;
proc freq; tables one_stage_A05; run;
proc freq; tables one_stage_B05; run;
proc print data=one_stage_anova;
run;
```

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงค่าวิกฤต

ตารางผนวกที่ ข1 แสดงค่าวิกฤต $\tilde{F}$ สำหรับการทดสอบอิทธิพลหลัก A และ B ของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว

a	b	df	25%	10%	5%	2.5%	1%
2	2	2	4.35	12.44	24.70	46.31	109.9
	3	2	4.94	13.67	26.15	48.90	112.7
	4	2	5.31	14.24	26.81	49.10	113.4
	6	2	5.88	15.46	28.36	50.95	114.8
	2	4	2.22	5.00	7.75	11.22	17.18
	3	4	2.32	5.10	7.73	10.85	16.00
	4	4	2.36	5.10	7.66	10.65	15.64
	6	4	2.44	5.19	7.64	10.55	15.12
	2	6	1.85	3.98	5.92	8.10	11.37
	3	6	1.90	4.01	5.89	7.97	11.14
	4	6	1.90	4.01	5.85	7.82	10.77
	6	6	1.93	4.02	5.84	7.76	10.49
3	2	2	10.08	25.49	48.76	93.39	211.2
	3	2	11.33	27.39	50.45	94.32	211.7
	4	2	12.06	28.55	51.96	96.11	225.6
	6	2	13.16	30.25	54.00	96.84	226.5
	2	4	4.81	8.99	12.84	17.69	26.29
	3	4	4.94	9.01	12.75	17.21	24.90
	4	4	5.04	9.12	12.69	16.84	23.56
	6	4	5.17	9.14	12.61	16.53	22.76
	2	6	3.92	6.97	9.55	12.44	16.93
	3	6	3.99	6.95	9.37	12.11	15.91
	4	6	4.03	6.93	9.31	11.81	15.46
	6	6	4.06	6.93	9.23	11.63	15.21
4	2	2	16.15	38.52	71.56	133.9	324.0
	3	2	17.93	41.12	75.20	139.9	326.5
	4	2	19.22	42.91	77.27	142.4	328.0
	6	2	20.96	45.39	79.38	143.7	332.5
	2	4	7.30	12.59	17.57	23.73	34.86

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

a	b	df	25%	10%	5%	2.5%	1%
	3	4	7.53	12.71	17.19	22.56	31.37
	4	4	7.65	12.63	16.93	22.06	30.55
	6	4	7.77	12.62	16.68	21.26	28.57
	2	6	5.89	9.54	12.64	15.99	20.98
	3	6	6.01	9.59	12.44	15.54	19.94
	4	6	6.02	9.51	12.22	15.15	19.31
	6	6	6.05	9.45	12.11	14.91	18.59
6	2	2	29.29	65.87	120.6	223.4	524.0
	3	2	32.15	70.32	125.3	232.1	528.6
	4	2	34.22	71.76	127.7	233.1	541.8
	6	2	37.14	76.94	131.9	234.2	551.0
	2	4	12.26	19.51	26.03	33.96	48.28
	3	4	12.46	19.32	25.35	32.51	44.86
	4	4	12.64	19.23	24.78	31.19	42.11
	6	4	12.74	18.97	24.14	29.73	38.74
	2	6	9.71	14.45	18.26	22.31	28.38
	3	6	9.75	14.27	17.80	21.55	27.02
	4	6	9.81	14.26	17.62	21.18	26.08
	6	6	9.85	14.18	17.33	20.45	24.90

ที่มา: Chen and Chen (1998)

ตารางผนวกที่ ข2 แสดงค่าวิกฤต $\tilde{F}^*$ สำหรับการทดสอบอิทธิพลร่วม ของวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนขั้นเดียว

a	b	df	25%	10%	5%	2.5%	1%
2	2	2	4.35	12.45	24.50	46.14	108.4
2	3	2	10.08	25.45	48.28	91.59	213.8
2	4	2	16.16	38.80	71.82	135.8	314.8
2	6	2	19.32	66.15	120.6	221.6	530.0
3	3	2	22.37	51.44	94.41	180.3	407.5
3	4	2	35.15	78.42	143.8	272.4	658.8
3	6	2	63.02	135.4	244.7	452.8	1080
4	4	2	55.58	121.2	218.1	413.1	937.1
4	6	2	99.12	205.2	367.5	674.9	1636
6	6	2	176.4	357.4	620.6	1139	2702
2	2	4	2.25	5.03	7.73	11.15	17.18
2	3	4	4.83	9.00	12.91	17.81	26.48
2	4	4	7.30	12.60	17.47	23.50	34.46
2	6	4	12.24	19.49	26.06	34.30	48.44
3	3	4	9.73	16.01	21.74	28.96	41.98
3	4	4	14.50	22.76	30.15	39.30	55.66
3	6	4	23.94	35.22	45.09	57.79	80.19
4	4	4	21.54	32.23	41.80	53.58	76.79
4	6	4	35.47	49.68	62.39	78.25	107.8
6	6	4	58.05	77.54	95.73	116.0	152.4
2	2	6	1.85	3.99	5.88	8.01	11.35
2	3	6	3.93	6.96	9.51	12.40	16.69
2	4	6	5.91	9.63	12.69	16.19	21.24
2	6	6	9.72	14.46	18.29	22.47	28.52
3	3	6	7.79	12.04	15.65	19.55	25.75
3	4	6	11.52	16.84	21.08	25.81	32.76
3	6	6	18.70	25.60	31.16	36.87	45.62

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

a	b	df	25%	10%	5%	2.5%	1%
4	4	6	16.87	23.34	28.44	33.91	42.28
4	6	6	27.41	35.87	42.29	49.04	59.29
6	6	6	44.42	55.44	63.74	72.73	85.30

ที่มา: Chen and Chen (1998)

ตารางผนวกที่ ข3 แสดงค่าวิกฤต R สำหรับการทดสอบอิทธิพลหลัก A และ B ของวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว

b	a	υ	10%	5%	1%	b	a	υ	10%	5%	1%
2	2	2	3.53	4.91	10.5	3	2	2	3.02	4.16	8.67
2	3	2	4.72	6.42	13.3	3	3	2	4.06	5.49	11.2
2	4	2	5.65	7.68	15.8	3	4	2	4.79	6.46	13.1
2	6	2	7.15	9.64	19.6	3	6	2	5.98	7.93	15.6
2	2	4	2.23	2.80	4.16	3	2	4	1.85	2.27	3.27
2	3	4	2.87	3.42	4.89	3	3	4	2.36	2.80	3.91
2	4	4	3.28	3.88	5.39	3	4	4	2.68	3.14	4.30
2	6	4	3.84	4.47	6.11	3	6	4	3.11	3.59	4.79
2	2	6	2.00	2.43	3.41	3	2	6	1.63	1.99	2.72
2	3	6	2.53	2.96	3.90	3	3	6	2.06	2.40	3.11
2	4	6	2.86	3.28	4.24	3	4	6	2.32	2.66	3.40
2	6	6	3.28	3.72	4.75	3	6	6	2.66	3.00	3.72
2	2	8	1.88	2.27	3.10	3	2	8	1.54	1.85	2.50
2	3	8	2.38	2.76	3.59	3	3	8	1.94	2.24	2.85
2	4	8	2.68	3.05	3.85	3	4	8	2.18	2.48	3.08
2	6	8	3.06	3.44	4.24	3	6	8	2.48	2.77	3.39
2	2	10	1.84	2.21	3.00	3	2	10	1.49	1.79	2.41
2	3	10	2.30	2.65	3.39	3	3	10	1.88	2.16	2.74

ตารางผนวกที่ ข3 (ต่อ)

b	a	υ	10%	5%	1%	b	a	υ	10%	5%	1%
2	4	10	2.59	2.94	3.66	3	4	10	2.11	2.39	2.96
2	6	10	2.94	3.28	4.01	3	6	10	2.40	2.66	3.21
4	2	2	2.67	3.65	7.37	6	2	2	2.26	3.05	6.13
4	3	2	3.60	4.82	9.66	6	3	2	3.02	4.02	7.96
4	4	2	4.24	5.62	11.0	6	4	2	3.55	4.70	9.20
4	6	2	5.28	7.04	14.2	6	6	2	4.41	5.81	11.6
4	2	4	1.61	1.96	2.80	6	2	4	1.32	1.61	2.25
4	3	4	2.05	2.43	3.33	6	3	4	1.67	1.95	2.62
4	4	4	2.31	2.68	3.59	6	4	4	1.88	2.17	2.85
4	6	4	2.67	3.06	4.02	6	6	4	2.14	2.46	3.17
4	2	6	1.42	1.71	2.32	6	2	6	1.16	1.39	1.87
4	3	6	1.77	2.05	2.64	6	3	6	1.45	1.67	2.13
4	4	6	2.01	2.29	2.90	6	4	6	1.63	1.85	2.32
4	6	6	2.29	2.57	3.18	6	6	6	1.86	2.08	2.53
4	2	8	1.34	1.61	2.15	6	2	8	1.09	1.31	1.74
4	3	8	1.68	1.93	2.46	6	3	8	1.38	1.57	1.99
4	4	8	1.88	2.14	2.66	6	4	8	1.54	1.74	2.14
4	6	8	2.14	2.38	2.87	6	6	8	1.74	1.94	2.33
4	2	10	1.30	1.56	2.08	6	2	10	1.06	1.27	1.68
4	3	10	1.62	1.86	2.36	6	3	10	1.32	1.52	1.92
4	4	10	1.82	2.06	2.53	6	4	10	1.49	1.67	2.05
4	6	10	2.07	2.30	2.75	6	6	10	1.69	1.87	2.24

ที่มา: Chen and Chen (2001)

ตารางผนวกที่ ข4 แสดงค่าวิกฤต R^* สำหรับการทดสอบอิทธิพลร่วมของวิธีการทดสอบพิสัยขั้นเดียว

b	a	υ	10%	5%	1%	b	a	υ	10%	5%	1%
2	2	2	1.74	2.46	5.27	3	4	2	5.56	7.85	17.5
2	3	2	2.78	3.86	8.29	3	6	2	7.44	10.6	23.5
2	4	2	3.51	4.95	10.9	4	4	2	7.09	10.1	22.3
2	6	2	4.61	6.51	14.3	4	6	2	9.55	13.6	30.1
3	3	2	4.40	6.16	13.6	6	6	2	12.9	18.4	41.2
2	2	2	1.74	2.46	5.27	3	4	2	5.56	7.85	17.5
2	2	4	1.12	1.40	2.08	3	4	4	2.76	3.28	4.83
2	3	4	1.66	2.00	2.89	3	6	4	3.29	3.93	5.77
2	4	4	1.95	2.33	3.32	4	4	4	3.22	3.82	5.65
2	6	4	2.32	2.77	4.04	4	6	4	3.89	4.63	6.88
3	3	4	2.37	2.88	4.04	6	6	4	4.70	5.62	8.43
2	2	6	0.99	1.21	1.68	3	4	6	2.33	2.66	3.44
2	3	6	1.45	1.70	2.31	3	6	6	2.69	3.05	3.98
2	4	6	1.68	1.95	2.58	4	4	6	2.66	3.04	3.99
2	6	6	1.97	2.27	2.98	4	6	6	3.09	3.51	4.63
3	3	6	2.04	2.34	3.04	6	6	6	3.60	4.09	5.42
2	2	8	0.95	1.14	1.55	3	4	8	2.16	2.43	3.04
2	3	8	1.37	1.60	2.06	3	6	8	2.48	2.76	3.47
2	4	8	1.57	1.81	2.32	4	4	8	2.45	2.74	3.44
2	6	8	1.82	2.08	2.64	4	6	8	2.81	3.13	3.92
3	3	8	1.92	2.17	2.73	6	6	8	3.22	3.59	4.46
2	2	10	0.92	1.11	1.49	3	4	10	2.08	2.33	2.85
2	3	10	1.33	1.53	1.96	3	6	10	2.37	2.62	3.21
2	4	10	1.52	1.74	2.20	4	4	10	2.34	2.61	3.21
2	6	10	1.75	1.98	2.47	4	6	10	2.67	2.96	3.63
3	3	10	1.85	2.08	2.57	6	6	10	3.02	3.33	4.10

ที่มา: Chen and Chen (2001)

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวจิราภา จันทร์หอม
วัน เดือน ปี ที่เกิด	28 มิถุนายน 2520
สถานที่เกิด	อำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	อาจารย์ประจำ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนโครงการพัฒนาอาจารย์จากมหาวิทยาลัยกรุงเทพ (พ.ศ. 2547)