

## การวิเคราะห์ผลแบบ Paired Sample T-Test

เป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของ 2 กลุ่มว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยที่ตัวอย่างจะทำการสุ่มทีละคู่ (Paired Sample Test) กล่าวได้ว่าในการทดสอบจะทดสอบความแตกต่างของแต่ละคู่มีความแตกต่างจากศูนย์หรือไม่

**ขั้นตอนของการทดสอบ** สามารถดำเนินการได้ดังนี้

### ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐาน

เป็นการตั้งสมมติฐานทางสถิติ ซึ่งประกอบด้วยสมมติฐานหลัก (Null hypothesis) ( $H_0$ ) และสมมติฐานรอง (Alternative hypothesis) ( $H_1$ ) ในที่นี้ทีมที่ปรึกษาต้องการทดสอบเครื่องมือการตรวจทั้ง 3 คัน ผลการทดสอบใกล้เคียงกันที่ 95 % หรือไม่ จึงทำการตั้งสมมติฐานรองแบบไม่มีทิศทาง ซึ่งจะทำการทดสอบแบบสองทาง (Two-tailed test) ผลการสำรวจของรถทั้ง 3 คัน โดยจับเป็นคู่ได้แก่

- ค่าที่ได้จากรถสำรวจมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เทียบกับ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ค่าที่ได้จากรถสำรวจมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เทียบกับ เอส ที เอส
- ค่าที่ได้จากรถสำรวจจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เทียบกับ เอส ที เอส

### ขั้นที่ 2 กำหนดระดับนัยสำคัญ

ซึ่งเป็นการกำหนดความน่าจะเป็นที่ผู้วิจัยจะยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนประเภทที่ 1 ( $\alpha$ ) จากการปฏิเสธสมมติฐานหลักที่เป็นจริงในงานวิจัยนี้ เนื่องจากต้องทดสอบที่ค่าความมั่นใจ 95 % จึงใช้  $\alpha = 0.05$

### ขั้นที่ 3 เลือกสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ในการทดสอบค่าเฉลี่ยแบบ Paired Sample T-Test จะใช้ T-Test เป็นสถิติในการทดสอบ โดยมีสมการ ดังนี้

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{S_d / \sqrt{n}} \quad df = n - 1 \quad (n = \text{จำนวนคู่})$$

โดยที่  $\bar{d}$  คือ ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของข้อมูลระหว่างการสำรวจทั้ง 2 ครั้ง



$$\bar{d} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n}$$

$d_i$  คือ ความแตกต่างของข้อมูลระหว่างการวัดทั้ง 3 คู่ โดยการวิจัยนี้แบ่งเป็นดังนี้

$d_i = X_i(\text{มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์}) - X_i(\text{จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย})$  และ

$d_i = X_i(\text{มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์}) - X_i(\text{เอส ที เอส})$  และ

$d_i = X_i(\text{จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย}) - X_i(\text{เอส ที เอส})$

$S_d$  คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต่างนั้น

### สรุปผลการวิเคราะห์จากการสำรวจ

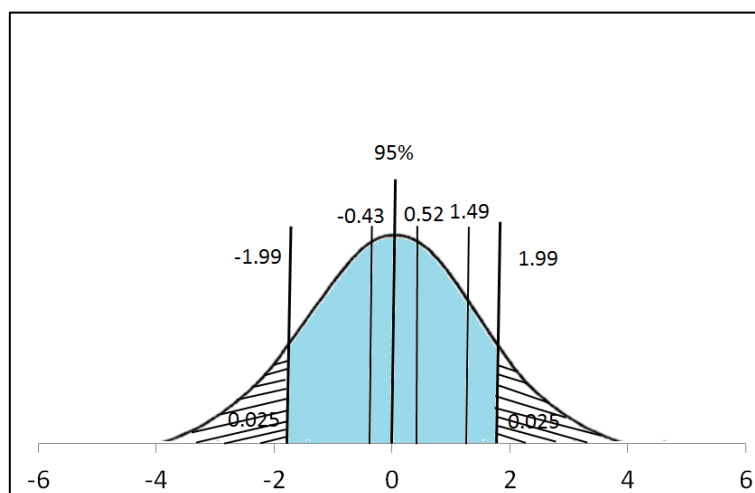
การวิเคราะห์ผลจะแบ่งเป็น 4 Section ของทางหลวงหมายเลข 347 ตามข้อมูลสำรวจที่ได้สามารถสรุปผลดังนี้

1. Section ที่ 1 กิโลเมตรที่ 1+000 ถึง กิโลเมตรที่ 9+000

จากข้อมูลการสำรวจพบว่า  $\pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} = \pm t_{0.025, 79}$  มีค่าประมาณ  $\pm 1.99$  อธิบายได้ดังรูปที่ ก-1

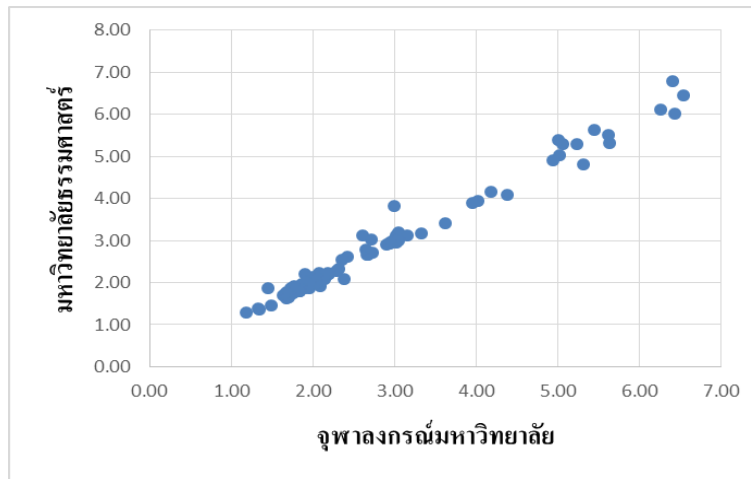
เมื่อเปรียบเทียบกับ  $t_0$  ที่ทำการทดสอบระหว่างที่ปรึกษาทั้ง 3 ทีม ดังนี้

- $t_0$  (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ – จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) = -0.431
- $t_0$  (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ – เอส ที เอส) = 1.497
- $t_0$  (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย – เอส ที เอส) = 0.525

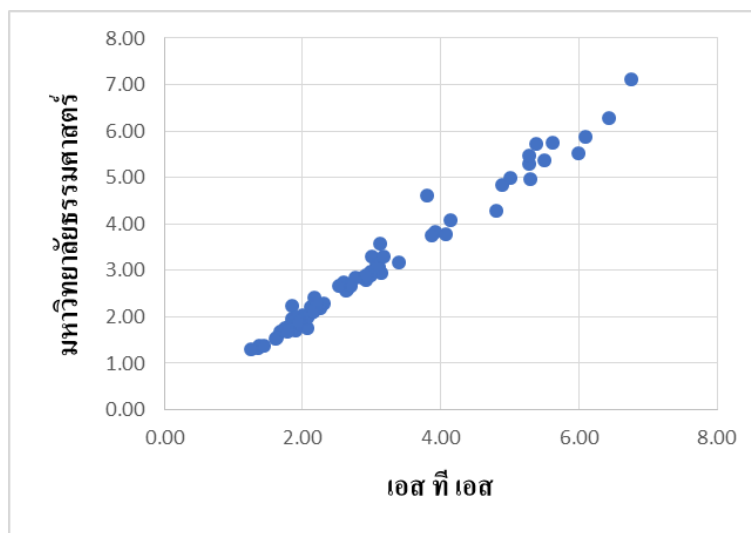


รูปที่ ก-1 กราฟแสดงการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ของ Section ที่ 1

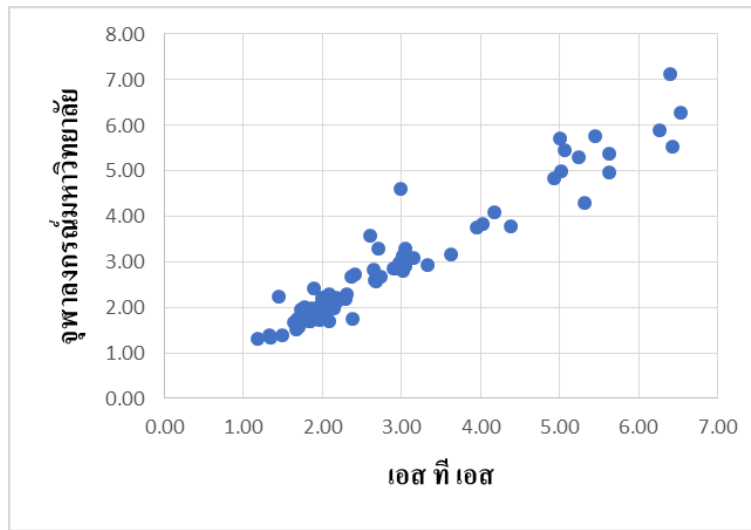
สามารถแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ทั้ง 3 คู่เทียบใน Section ที่ 1 ดังรูปที่ ก-2 ถึง ก-4



รูปที่ ก-2 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-3 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และเอส ที เอส

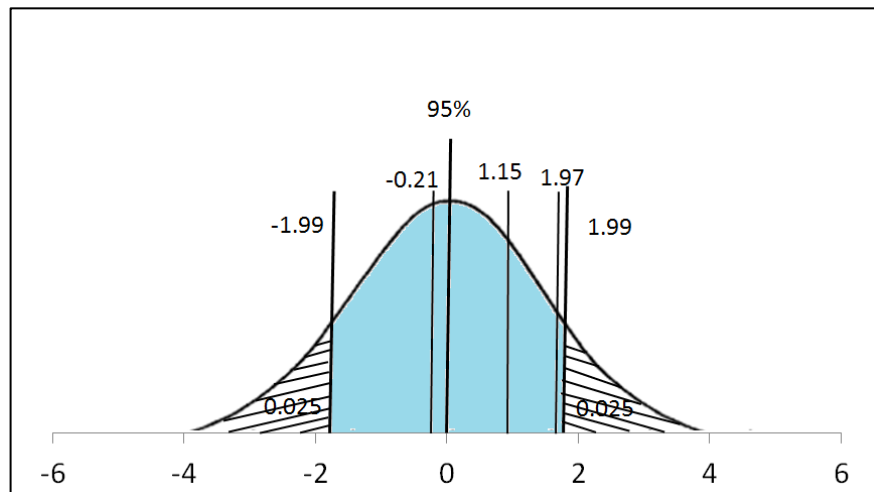


รูปที่ ก-4 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและเอส ที เอส

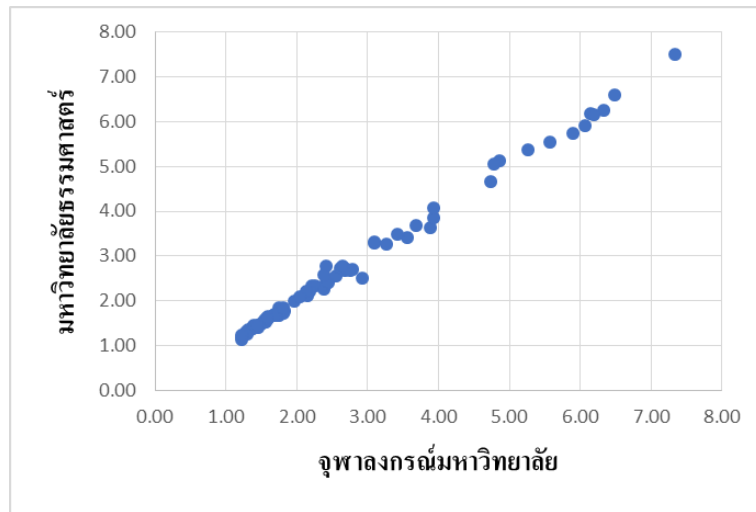
2. Section ที่ 2 กิโลเมตรที่ 9+000 ถึง กิโลเมตรที่ 1+000

จากข้อมูลการสำรวจพบว่า  $\pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} = \pm t_{0.025, 79}$  มีค่าประมาณ  $\pm 1.99$  อธิบายได้ดังรูปที่ ก-5 เมื่อเปรียบเทียบกับ  $t_0$  ที่ทำการทดสอบระหว่างที่ปรึกษาทั้ง 3 ทีม

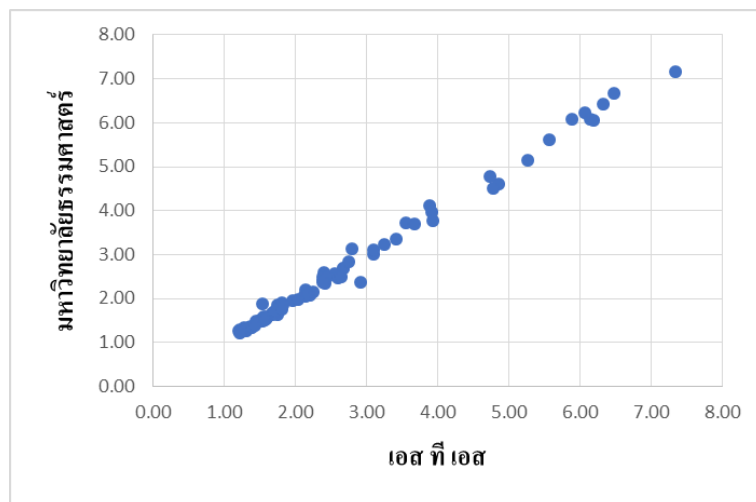
- $t_0$  (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ - จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) = -0.217
- $t_0$  (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ - เอส ที เอส) = 1.971
- $t_0$  (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย - เอส ที เอส) = 1.151



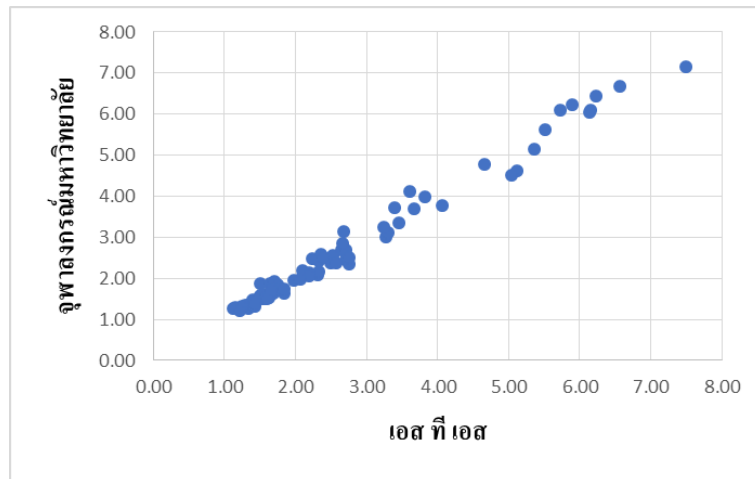
รูปที่ ก-5 กราฟแสดงการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ของ Section ที่ 2 สามารถแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ทั้ง 3 คู่เทียบใน Section ที่ 2 ดังรูปที่ ก-6 ถึง ก-8



รูปที่ ก-6 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-7 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และเอส ที เอส



รูปที่ ก-8 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและเอส ที เอส

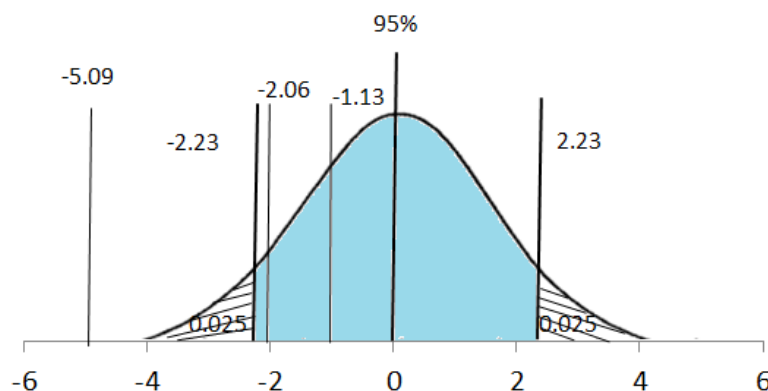
3. Section ที่ 3 กิโลเมตรที่ 15+000 ถึง กิโลเมตรที่ 16+000

จากข้อมูลการสำรวจพบว่า  $\pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} = \pm t_{0.025, 9}$  มีค่าประมาณ  $\pm 2.23$  อธิบายได้ดังรูปที่

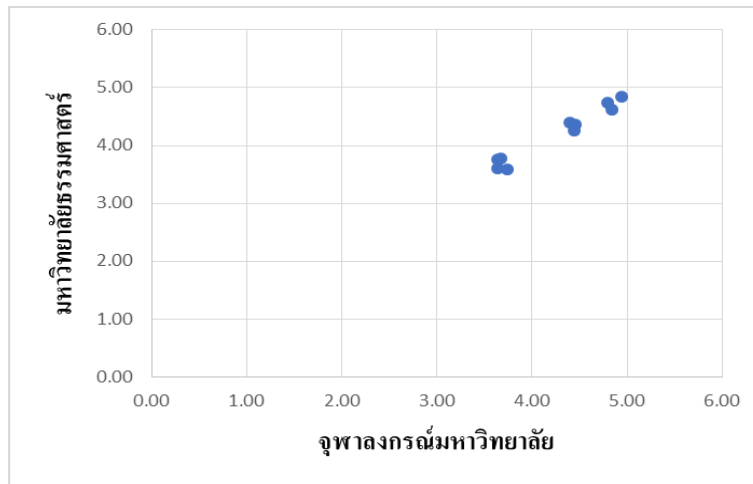
ก-9

เมื่อเปรียบเทียบกับ  $t_0$  ที่ทำการทดสอบระหว่างที่ปรึกษาทั้ง 3 ทีม

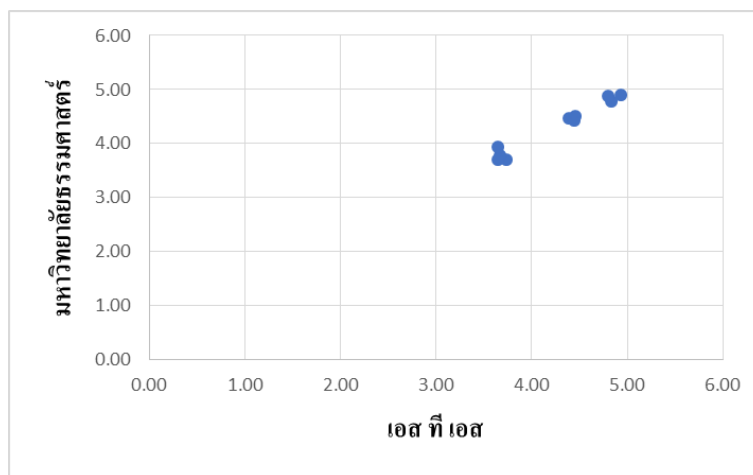
- $t_0$  (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ - จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) = -2.068
- $t_0$  (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ - เอส ที เอส) = -1.138
- $t_0$  (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย - เอส ที เอส) = -5.910



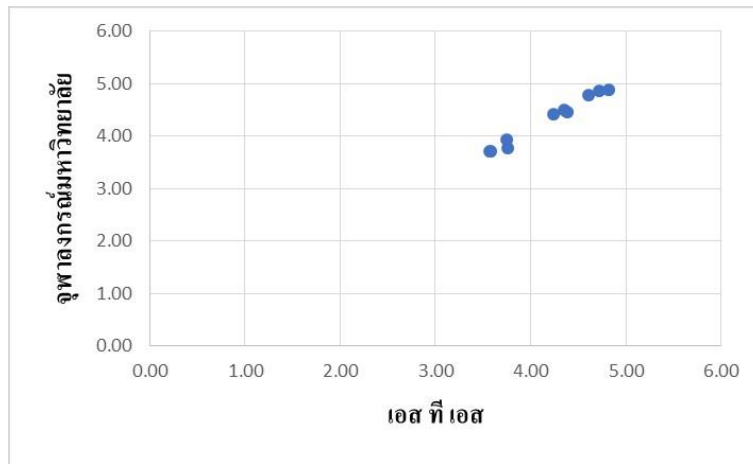
รูปที่ ก-9 กราฟแสดงการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ของ Section ที่ 3 สามารถแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ทั้ง 3 คู่เทียบใน Section ที่ 3 ดังรูปที่ ก-10 ถึง ก-12



รูปที่ ก-10 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-11 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และเอส ที เอส



รูปที่ ก-12 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและเอส ที เอส

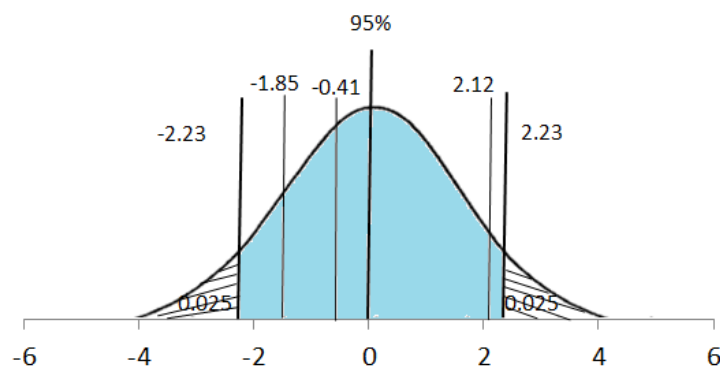
4. Section ที่ 4 กิโลเมตรที่ 16+000 ถึง กิโลเมตรที่ 15+000

จากข้อมูลการสำรวจพบว่า  $\pm t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} = \pm t_{0.025, 9}$  มีค่าประมาณ  $\pm 2.23$  อธิบายได้ดังรูปที่

ก-13

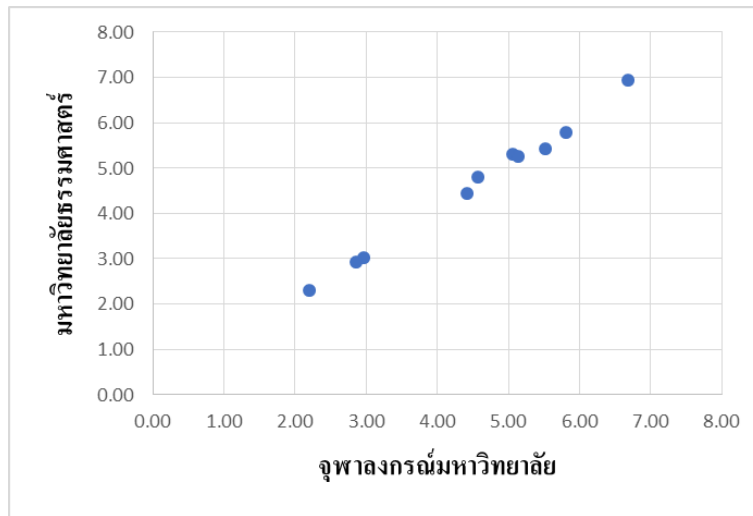
เมื่อเปรียบเทียบกับ  $t_0$  ที่ทำการทดสอบระหว่างที่ปรึกษาทั้ง 3 ทีม

- $t_0$  (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ - จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) = 2.125
- $t_0$  (มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ - เอส ที เอส) = -1.859
- $t_0$  (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย - เอส ที เอส) = -0.411

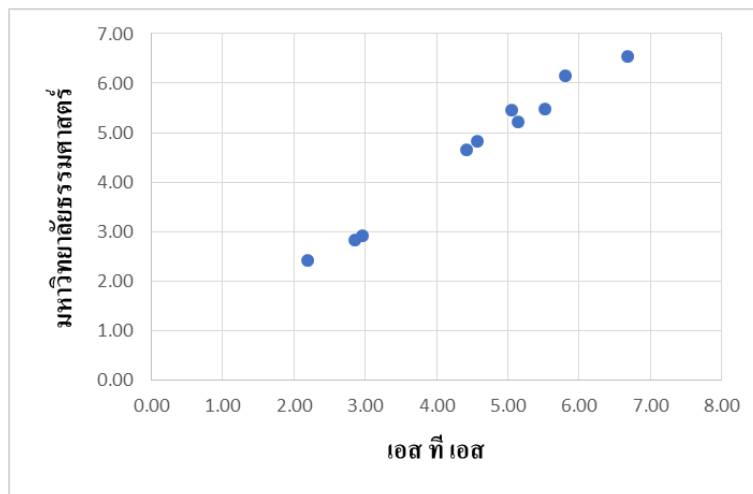


รูปที่ ก-13 กราฟแสดงการแจกแจงปกติ (Normal Distribution) ของ Section ที่ 4 สามารถแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ทั้ง 3 คู่เทียบใน Section ที่ 4 ดังรูปที่ ก-14 ถึง ก-16

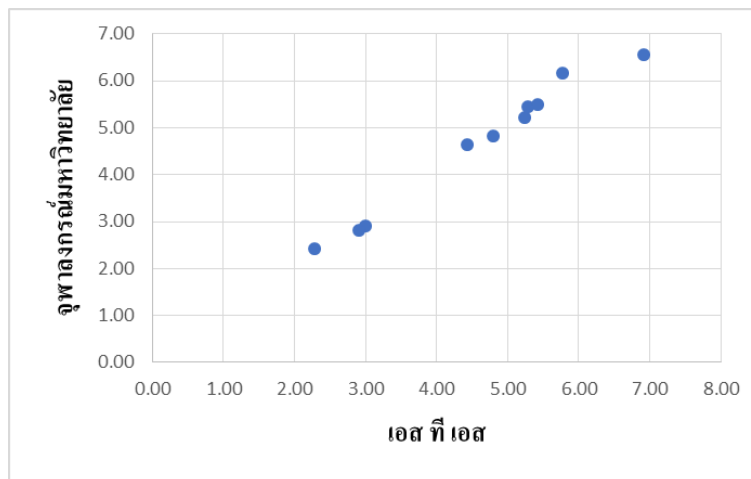




รูปที่ ก-14 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-15 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์และเอส ที เอส



รูปที่ ก-16 กราฟแสดงค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ของค่าความขรุขระสากล (IRI) ระหว่างจุดกลางถนนมหาวิทยาลัยและเอส ที เอส

ผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า Section ที่ 1-4 ผลการเปรียบเทียบค่าความขรุขระสากล (IRI) ของที่ปรึกษาทั้ง 3 ทีมในแต่ละคู่ตกอยู่ในช่วงไม่วิกฤตของการทดสอบ ซึ่งมีความหมายว่า ค่าเฉลี่ยของแต่ละคู่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือค่าเฉลี่ยทั้ง 3 คู่ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถอนุมานได้ว่าเครื่องมือสำรวจของที่ปรึกษาทั้ง 3 ให้ผลที่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ความมั่นใจที่ 95 %

ทั้งนี้การพิจารณาจาก Correlation ของแต่ละคู่จะพบว่า Section ที่ 1 มีค่า Correlation ที่สูงมากถึงต่ำสุดที่ 0.964 หรือ 96.4% Section ที่ 2 มีค่า Correlation ที่สูงมากถึงต่ำสุดที่ 0.992 หรือ 99.2% Section ที่ 3 มีค่า Correlation ที่สูงมากถึงต่ำสุดที่ 0.983 หรือ 98.3% และ Section ที่ 4 มีค่า Correlation ที่สูงมากถึงต่ำสุดที่ 0.989 หรือ 98.9% ซึ่งสามารถอนุมานได้ว่าผลการสำรวจของที่ปรึกษาทั้ง 3 ทีมเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกันเป็นอย่างมาก