

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาดัชนีชี้วัดความซับซ้อนของข้อสอบวิชาคณิตศาสตร์ แบบให้แสดงวิธีทำ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที (ACT Production System) และเพื่อศึกษาความตรงของดัชนีชี้วัดความซับซ้อนของข้อสอบตามแนวคิดระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที

เพื่อความสะดวกในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางต่าง ๆ ผู้วิจัยได้นำเอาสัญลักษณ์และอักษรย่อมาใช้ ดังต่อไปนี้

$t_{o,j}$	หมายถึง	ระยะเวลาในการทำงานของสมองสำหรับขั้นตอนที่ j
ICO_i	หมายถึง	ค่าความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ i ที่คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด
ICT_i	หมายถึง	ค่าความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ i ที่คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้
p_i	หมายถึง	ค่าความยากของข้อสอบข้อที่ i ตามทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม
r_n	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของสเปียร์แมน
t	หมายถึง	ค่าสถิติทดสอบ t
W	หมายถึง	ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนดอลล์
X^2	หมายถึง	ค่าสถิติทดสอบ ไคสแควร์

สำหรับรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาคำชี้ความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบความตรงของคำชี้ความซับซ้อนของข้อสอบ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาคำชี้ความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที

การพัฒนาคำชี้ความซับซ้อนของข้อสอบนี้ ผู้วิจัยอาศัยกรอบความคิดจากโมเดลระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที โดยได้นำเอาตัวแปรหลัก 2 ตัวแปร คือ จำนวนขั้นตอนที่ต้องใช้ในการคิด และระยะเวลาที่ใช้ในการคิด มาเป็นแนวทางในการพัฒนาคำชี้ความซับซ้อนของข้อสอบ 2 แบบ ผลการพัฒนาได้เป็นสูตรการคำนวณค่าคำชี้ความซับซ้อนของข้อสอบ 2 สูตร คือ

สูตรที่ 1 สูตรหาค่าความซับซ้อนของข้อสอบคำนวณจากจำนวนขั้นตอนที่ใช้ในการคิด

$$ICO_i = \frac{\sum_{n=1}^N (C_{in} / T_i)}{N}$$

โดยที่	ICO_i	คือ	ค่าความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ i
	C_{in}	คือ	จำนวนขั้นตอนที่ผู้สอบคนที่ n ทำได้ สำหรับข้อสอบข้อที่ i
	T_i	คือ	จำนวนขั้นตอนทั้งหมดที่ต้องใช้ สำหรับข้อสอบข้อที่ i
	N	คือ	จำนวนผู้สอบทั้งหมด

ค่าคำชี้ความซับซ้อนของข้อสอบแบบ ICO_i นี้ มีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 1 ถ้าข้อสอบข้อใดมีค่า ICO_i สูง แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความซับซ้อนน้อย และถ้าข้อสอบข้อใดมีค่า ICO_i ต่ำ แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความซับซ้อนมาก วิธีการหาค่า ICO_i ทำได้โดยหลังจากสร้างข้อสอบเสร็จแล้ว วิเคราะห์หาโมเดลการคิดหาค่าตอบตามแนวคิดระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที เพื่อหาจำนวน

ขั้นตอนที่ต้องใช้ในการคิดหาค่าตอบของข้อสอบแต่ละข้อ (T_i) นำมาใช้เป็นคะแนนเต็มของข้อสอบข้อนั้น ๆ นำข้อสอบไปใช้สอบจริงกับนักเรียน จากนั้นตรวจข้อสอบ โดยให้คะแนนเป็นจำนวนขั้นตอนที่ตอบได้ (C_{in}) แล้วจึงนำค่าต่าง ๆ ที่ได้มาคำนวณหาค่า ICO_i ของข้อสอบ โดยสูตรที่ผู้วิจัยเสนอไว้ข้างต้น ซึ่งดัชนีนี้จะมีค่าแปรผันตามความซับซ้อน คือ จำนวนขั้นตอนทั้งหมดที่ต้องใช้ในการคิดหาค่าตอบ และระดับความสามารถของผู้สอบด้วย

การแปลความหมายของค่า ICO_i ทำได้ดังนี้ คือ สำหรับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง ถ้าข้อสอบข้อหนึ่งมีค่า ICO_i เท่ากับ 0.30 หมายถึง นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสามารถทำข้อสอบข้อนี้ได้เฉลี่ย 30 % ของจำนวนขั้นตอนทั้งหมดที่ต้องใช้ในการคิดหาค่าตอบของข้อสอบข้อนี้ กล่าวคือ ถ้าข้อสอบข้อนี้ต้องใช้ขั้นตอนการคิดทั้งหมด 10 ขั้นตอน นักเรียนกลุ่มนี้จะสามารถทำได้โดยเฉลี่ย 3 ขั้นตอน และถ้าข้อสอบอีกข้อหนึ่งมีค่า ICO_i เท่ากับ 0.80 หมายถึง นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างสามารถทำข้อสอบข้อนี้ได้เฉลี่ย 80 % ของจำนวนขั้นตอนทั้งหมดที่ต้องใช้ในการคิดหาค่าตอบของข้อสอบข้อนี้ กล่าวคือ ถ้าข้อสอบข้อนี้ต้องใช้ขั้นตอนการคิดทั้งหมด 10 ขั้นตอน นักเรียนกลุ่มนี้จะสามารถทำได้โดยเฉลี่ย 8 ขั้นตอน และสรุปได้ว่า สำหรับนักเรียนกลุ่มนี้ ข้อสอบข้อแรกมีความซับซ้อนมากกว่าข้อสอบข้อหลังเพราะสามารถทำได้น้อยขั้นตอนกว่า เมื่อกำหนดให้จำนวนขั้นตอนที่ต้องใช้ในการคิดทั้งหมดของข้อสอบทั้งสองข้อเท่ากัน

สูตรที่ 2 สูตรหาค่าความซับซ้อนของข้อสอบคำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด

$$ICT_i = \sum_{j=1}^J \{ (f_{oj}) (t_{oj}) \}$$

โดยที่	ICT_i	คือ	ค่าความซับซ้อนของข้อสอบข้อที่ i
	O_j	คือ	ขั้นตอนที่ j ($j = 1, 2, \dots, J$)
	f_{oj}	คือ	ความถี่ของขั้นตอนที่ j
	t_{oj}	คือ	ระยะเวลาในการทำงานของสมองสำหรับขั้นตอนที่ j ซึ่งเป็นค่ามัธยฐานของแต่ละระดับความสามารถ (sec.)

ค่าดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบแบบ ICT₁ นี้ มีค่าได้ตั้งแต่ 0 ขึ้นไป มีหน่วยเป็นวินาที โดยมีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการคิดในแต่ละขั้นตอนของนักเรียนทุกคน คงที่ ทั้งนี้จะใช้ค่ามัธยฐานของแต่ละระดับความสามารถในการแทนค่าค่า ICT₁ ของแต่ละกลุ่มความสามารถและนักเรียนทุกคนใช้เวลาทั้งหมดในการคิดโจทย์ปัญหาโดยไม่ปล่อยให้เวลาผ่านไปเฉย ๆ ถ้าข้อสอบข้อใดมีค่า ICT₁ สูง แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความซับซ้อนมาก และถ้าข้อสอบข้อใดมีค่า ICT₁ ต่ำ แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นมีความซับซ้อนน้อย วิธีการหาค่า ICT₁ ทำได้โดยหลังจากสร้างข้อสอบเสร็จแล้ว วิเคราะห์หาโมเดลการคิดหาค่าตอบของข้อสอบตามแนวคิดระบบการผลิตแบบเอชทีที แล้วเทียบหาระยะเวลาที่ใช้ในการคิดของแต่ละขั้นตอนในโมเดลนั้น (t_{o_j}) จากตารางสำเร็จรูป แล้วจึงคำนวณหาค่า ICT₁ โดยใช้สูตรที่ผู้วิจัยเสนอไว้ข้างต้น ซึ่งดัชนีชี้จะมีค่าแปรผันตามความซับซ้อนของข้อสอบ และคุณลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง คือ ระดับความสามารถ

การแปลความหมายของค่า ICT₁ ทำได้ดังนี้ คือ สำหรับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง ถ้าข้อสอบข้อหนึ่งมีค่า ICT₁ 15.00 วินาที หมายถึง นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างใช้เวลาทำข้อสอบข้อนี้ได้ถูกต้องแล้วเสร็จเฉลี่ย 15.00 วินาที และถ้าข้อสอบอีกข้อหนึ่งมีค่า ICT₁ เท่ากับ 50.00 วินาที หมายถึงนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างใช้เวลาทำข้อสอบข้อนี้ได้ถูกต้องแล้วเสร็จเฉลี่ย 50.00 วินาที และสรุปได้ว่า สำหรับนักเรียนกลุ่มนี้ ข้อสอบข้อหลังมีความซับซ้อนมากกว่าข้อสอบข้อแรกเพราะนักเรียนต้องใช้เวลาในการคิดหาค่าตอบสำหรับข้อสอบข้อหลังมากกว่าข้อสอบข้อแรก

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบแบบ ICT₁ ผู้วิจัยได้สร้างตารางสำเร็จรูปเพื่อเทียบหาระยะเวลาในการทำงานของสมอง สำหรับแต่ละขั้นตอนการคิด (t_{o_j}) โดยแบ่งเป็นตารางสำหรับนักเรียนกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน ซึ่งแสดงเป็นตารางข้อมูล 2 ชุด ชุดละ 7 ตารางดังนี้


1. ตารางเทียบ t_{o_j} สำหรับกลุ่มเก่ง แสดงในตารางที่ 6 - 12 ดังนี้

ตารางที่ 6 ตารางเทียบ t_{0j} เรื่องการบวก สำหรับกลุ่มแก่ง (หน่วย : sec)

ตัวหน้า \ ตัวหลัง	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.63	1.74	1.70	1.68	1.57	1.57	1.59	1.68	1.58	1.68
1	1.64	1.63	1.68	1.81	1.73	1.86	1.85	1.72	1.80	1.95
2	1.52	1.80	1.75	1.70	1.74	1.81	2.12	2.13	1.86	2.13
3	1.66	1.81	1.63	1.74	1.95	1.75	1.85	1.85	2.40	2.60
4	1.70	2.38	1.70	1.85	1.60	1.79	1.90	2.56	2.29	2.87
5	1.52	1.75	1.64	1.74	1.74	1.86	2.13	2.13	2.78	2.51
6	1.70	2.00	1.91	1.98	1.79	1.91	1.75	3.39	2.79	2.76
7	1.68	1.80	1.78	2.01	2.13	2.12	3.05	2.23	2.51	2.78
8	1.63	1.89	1.79	2.46	2.21	2.40	3.69	2.74	2.18	3.02
9	1.64	2.01	2.13	2.35	2.55	2.35	2.62	3.05	3.16	2.13

เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 0.98 วินาที

จากตารางที่ 6 พบว่าสำหรับกลุ่มเก่ง เวลาที่ใช้ในการบวกเลข มีค่าอยู่ระหว่าง 1.52 วินาที ถึง 3.39 วินาที การบวกเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ $2 + 0$ และ $5 + 0$ และการบวกเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ $6 + 7$ ส่วนเวลาที่ใช้ในการทดเลขขณะที่ทำการบวกมีค่าเท่ากับ 0.98 วินาที



คุนยวิทยทรพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ยของ t_{0j} เรื่องการบวกสำหรับกลุ่มเก่ง (หน่วย : sec)

ข้อกระทง	หน้า + หลัง	หลัง + หน้า	ค่าเฉลี่ย
0 กับ 1	1.74	1.63	1.685
0 กับ 2	1.70	1.52	1.610
0 กับ 3	1.68	1.66	1.670
0 กับ 4	1.57	1.70	1.635
0 กับ 5	1.57	1.52	1.545
0 กับ 6	1.59	1.70	1.645
0 กับ 7	1.68	1.68	1.680
0 กับ 8	1.58	1.63	1.605
0 กับ 9	1.68	1.64	1.660
1 กับ 2	1.68	1.80	1.740
1 กับ 3	1.81	1.81	1.810
1 กับ 4	1.73	2.38	2.055
1 กับ 5	1.86	1.75	1.805
1 กับ 6	1.85	2.00	1.925
1 กับ 7	1.72	1.80	1.760
1 กับ 8	1.80	1.89	1.845
1 กับ 9	1.95	2.01	1.980
2 กับ 3	1.70	1.63	1.665
2 กับ 4	1.74	1.70	1.720
2 กับ 5	1.81	1.64	1.725
2 กับ 6	2.12	1.91	2.015
2 กับ 7	2.13	1.78	1.955
2 กับ 8	1.86	1.79	1.825
2 กับ 9	2.13	2.13	2.130

ข้อกระทง	หน้า + หลัง	หลัง + หน้า	ค่าเฉลี่ย
3 กับ 4	1.95	1.85	1.900
3 กับ 5	1.75	1.74	1.745
3 กับ 6	1.85	1.98	1.915
3 กับ 7	1.85	2.01	1.930
3 กับ 8	2.40	2.46	2.430
3 กับ 9	2.60	2.35	2.475
4 กับ 5	1.79	1.74	1.765
4 กับ 6	1.90	1.79	1.845
4 กับ 7	2.56	2.13	2.345
4 กับ 8	2.29	2.21	2.250
4 กับ 9	2.87	2.55	2.710
5 กับ 6	2.13	1.91	2.020
5 กับ 7	2.13	2.12	2.125
5 กับ 8	2.78	2.40	2.590
5 กับ 9	2.51	2.35	2.430
6 กับ 7	3.39	3.05	3.220
6 กับ 8	2.79	3.69	3.240
6 กับ 9	2.76	2.62	2.690
7 กับ 8	2.51	2.74	2.625
7 กับ 9	2.78	3.05	2.915
8 กับ 9	3.02	3.16	3.090

จากตารางที่ 7 พบว่าสำหรับกลุ่มเก่ง ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการบวกเลขระหว่างตัวเลขตัวหน้าบวกด้วยตัวเลขตัวหลัง กับตัวเลขตัวหลังบวกด้วยตัวเลขตัวหน้า มีค่าอยู่ระหว่าง 1.545 วินาทีถึง 3.240 วินาที การบวกเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ การบวกเลข 0 กับ 5 และการบวกเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ การบวกเลข 6 กับ 8

ตารางที่ 8 ตารางเทียบ t_{0j} เรื่องการลบสำหรับกลุ่มเก่ง (หน่วย : sec)

ตัวหน้า \ ตัวหลัง	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.79	2.86	2.98	2.59	2.83	3.41	3.60	3.21	3.10	3.38
1	2.12	2.18	3.01	2.63	2.71	3.15	3.17	3.54	3.81	3.01
2	1.97	2.23	1.86	2.54	2.85	3.42	3.86	4.92	4.18	3.52
3	2.24	2.29	3.01	1.71	3.24	3.17	3.39	3.45	3.41	3.59
4	2.07	2.38	2.49	2.35	1.91	2.75	3.64	3.18	2.73	3.10
5	2.01	2.18	2.18	2.56	2.32	1.89	2.65	3.09	3.51	3.01
6	2.12	2.23	3.04	3.51	2.12	2.85	1.84	2.51	3.81	3.12
7	1.95	3.01	3.04	3.01	2.65	2.59	2.41	1.79	2.58	3.48
8	2.18	2.87	3.21	2.82	2.40	2.45	2.43	2.23	1.87	2.76
9	2.16	2.85	3.71	3.21	3.18	2.78	3.92	3.01	2.28	1.79
10		2.45	2.46	2.40	2.44	2.31	2.40	2.31	2.48	2.43
11			3.35	3.81	4.01	2.98	3.10	3.80	3.65	2.78
12				4.60	4.11	3.54	2.34	3.45	3.24	4.46
13					4.23	3.51	4.01	4.61	3.69	4.01
14						4.80	5.22	3.64	4.48	3.73
15							6.05	3.72	4.15	3.94
16								4.69	3.10	4.75
17									4.58	4.21
18										3.02

เวลาที่ใช้ในการพิมพ์ 0.85 วินาที

จากตารางที่ 8 พบว่าสำหรับกลุ่มเก่ง เวลาที่ใช้ในการลบเลขมีค่าอยู่ระหว่าง 1.71 วินาทีถึง 6.05 วินาที การลบเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 3 - 3 และการลบเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ 15 - 6 ส่วนเวลาที่ใช้ในการหิมเลขขณะที่ทำการลบมีค่าเท่ากับ 0.85 วินาที



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ตารางเทียบ t_{0j} เรื่องการคูณสำหรับกลุ่มแกง (หน่วย : sec)

ตัวหน้า \ ตัวหลัง	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.46	1.82	1.72	1.72	1.76	1.72	1.72	1.70	1.90	1.91
1	1.72	1.74	1.74	1.78	1.79	1.81	1.79	1.91	1.63	1.64
2	1.61	1.76	2.01	1.97	2.01	2.21	2.21	2.24	2.26	2.17
3	1.79	1.77	2.02	2.02	2.41	2.79	2.83	2.35	3.25	3.05
4	1.85	1.75	1.84	2.24	2.48	2.34	2.56	2.82	4.01	3.14
5	1.69	1.57	2.03	2.25	2.46	3.02	3.04	3.05	2.79	2.59
6	1.75	2.01	2.36	2.67	2.61	2.62	2.60	4.02	4.35	2.96
7	1.68	1.74	2.30	2.67	3.12	3.31	3.19	4.12	3.09	5.02
8	1.94	1.76	2.31	3.01	3.48	3.38	2.38	3.19	6.08	3.58
9	1.95	1.85	2.34	2.78	3.21	3.65	3.64	5.32	3.71	3.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 9 พบว่าสำหรับกลุ่มเก่ง เวลาที่ใช้ในการคูณเลขมีค่าอยู่ระหว่าง 1.46 วินาทีถึง 6.08 วินาที การคูณเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 0×0 และ การคูณเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ 8×8



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ยของ t_o , เรื่องการคูณสำหรับกลุ่มแก่ง (หน่วย : sec)

ข้อกระหนง	หน้า x หลัง	หลัง x หน้า	ค่าเฉลี่ย
0 กับ 1	1.82	1.72	1.770
0 กับ 2	1.72	1.61	1.665
0 กับ 3	1.72	1.79	1.755
0 กับ 4	1.76	1.85	1.805
0 กับ 5	1.72	1.69	1.705
0 กับ 6	1.72	1.75	1.735
0 กับ 7	1.70	1.68	1.690
0 กับ 8	1.90	1.94	1.920
0 กับ 9	1.91	1.95	1.930
1 กับ 2	1.74	1.76	1.750
1 กับ 3	1.78	1.77	1.775
1 กับ 4	1.79	1.75	1.770
1 กับ 5	1.81	1.57	1.690
1 กับ 6	1.79	2.01	1.900
1 กับ 7	1.91	1.74	1.825
1 กับ 8	1.63	1.76	1.695
1 กับ 9	1.64	1.85	1.745
2 กับ 3	1.97	2.02	1.995
2 กับ 4	2.01	1.84	1.925
2 กับ 5	2.21	2.03	2.120
2 กับ 6	2.21	2.36	2.285
2 กับ 7	2.24	2.30	2.270
2 กับ 8	2.26	2.31	2.285
2 กับ 9	2.17	2.34	2.255

ข้อกระหนง	หน้า x หลัง	หลัง x หน้า	ค่าเฉลี่ย
3 กับ 4	2.41	2.24	2.325
3 กับ 5	2.79	2.25	2.520
3 กับ 6	2.83	2.67	2.750
3 กับ 7	2.35	2.67	2.510
3 กับ 8	3.25	3.01	3.130
3 กับ 9	3.05	2.78	2.915
4 กับ 5	2.34	2.46	2.400
4 กับ 6	2.56	2.61	2.585
4 กับ 7	2.82	3.12	2.970
4 กับ 8	4.01	3.48	3.745
4 กับ 9	3.14	3.21	3.175
5 กับ 6	3.04	2.62	2.830
5 กับ 7	3.05	3.31	3.180
5 กับ 8	2.79	3.38	3.085
5 กับ 9	2.59	3.65	3.120
6 กับ 7	4.02	3.19	3.605
6 กับ 8	4.35	3.38	3.865
6 กับ 9	2.96	3.64	3.300
7 กับ 8	3.09	3.19	3.140
7 กับ 9	5.02	5.32	5.170
8 กับ 9	3.58	3.71	3.645

จากตารางที่ 10 พบว่าสำหรับกลุ่มแก่ง ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการคูณเลขระหว่างตัวเลขตัวหน้าคูณด้วยตัวเลขตัวหลังกับตัวเลขตัวหลังคูณด้วยตัวเลขตัวหน้า มีค่าอยู่ระหว่าง 1.665 วินาทีถึง 5.170 วินาที การคูณเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ การคูณเลข 0 กับ 2 และการคูณเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ การคูณเลข 7 กับ 9

ตารางที่ 11 ตารางเทียบ τ_0 , เรื่องการทอดของการคูณ สำหรับกลุ่มแก่ง (หน่วย : sec.)

ตัวเลขที่ทอด	เวลาที่ใช้ในการทอด
1	3.245
2	4.100
3	4.905
4	4.945
5	3.875
6	4.125
7	5.825
8	4.325

จากตารางที่ 11 พบว่าสำหรับกลุ่มแก่ง เวลาที่ใช้ในการทอดตัวเลขขณะที่ทำการคูณมีค่าอยู่ระหว่าง 3.245 วินาที ถึง 5.825 วินาที การทอดตัวเลขขณะที่ทำการคูณที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ การทอดตัวเลข 1 และการทอดตัวเลขขณะที่ทำการคูณที่ใช้เวลามากที่สุดคือ การทอดตัวเลข 7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 12 ตารางเทียบ $t_{0.4}$ เรืองการหาร สำหรับกลุ่มแก่ง (หน่วย : sec)

ตัวหาร ตัวตั้ง	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	3.45	2.52	2.51	2.50	2.38	2.51	2.79	3.19	2.68
1	2.34	2.12	2.58	2.23	2.75	1.98	2.02	2.08	2.01
2	5.48	2.29	2.48	2.20	3.14	2.95	2.81	2.44	3.25
3	3.82	2.82	2.00	2.10	2.22	2.31	2.14	2.15	2.74
4	3.59	2.60	2.47	2.26	2.53	2.34	2.15	2.26	2.26
5	3.44	2.42	3.08	2.01	2.07	2.47	2.81	2.25	3.23
6	2.85	2.98	3.28	2.50	2.62	2.13	2.72	2.71	3.01
7	3.98	2.91	2.66	2.74	2.54	2.04	2.12	2.78	2.71
8	3.68	2.28	3.20	3.59	2.57	2.34	2.68	2.12	3.28
9	3.65	2.01	3.32	2.11	2.37	2.40	2.01	2.22	2.38
10		2.75	2.38	2.40	2.31	2.51	2.75	2.51	2.83
11		2.32	2.76	2.82	2.23	2.54	2.65	2.26	2.61
12		3.15	4.79	3.87	2.22	3.16	2.32	2.55	3.06
13		2.18	2.26	2.81	2.96	2.34	2.35	2.24	3.21
14		3.51	3.89	3.58	2.53	2.52	3.44	2.50	4.85
15		3.90	3.56	5.29	2.68	2.01	2.30	2.75	4.23
16		2.59	2.16	3.15	3.16	2.25	3.82	3.26	3.06
17		2.15	3.58	2.74	2.04	5.54	2.56	2.40	2.89
18		6.86	5.65	5.55	2.37	3.66	3.35	2.50	2.95
19		2.84	2.47	2.33	2.72	2.17	2.93	2.66	2.01
20			3.98	3.21	3.28	3.46	3.15	2.19	3.92
21			2.86	2.87	2.06	3.40	3.11	2.70	6.99
22			2.71	3.45	3.04	5.58	4.34	4.17	3.86
23			3.14	2.71	3.22	5.35	3.08	2.67	3.53

ตารางที่ 12 ตารางเก็บ $^{10}O_2$ เรืองการหาร (หน่วย : sec) สำหรับกลุ่มแก่ง (ต่อ)

ตัวตั้ง \ ตัวหาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
24			5.20	5.54	2.19	4.14	3.38	5.31	3.01
25			2.08	5.35	2.34	3.47	5.65	2.02	3.10
26			6.10	2.92	2.11	2.79	6.52	3.20	3.58
27			3.96	6.71	2.84	4.84	5.36	2.51	2.60
28			3.65	4.31	2.89	2.81	4.69	2.35	2.79
29			6.79	4.65	2.75	6.11	2.30	2.25	2.38
30				2.55	4.13	3.85	3.52	2.45	2.52
31				9.32	5.12	5.87	4.19	3.35	3.85
32				6.59	3.13	4.04	2.37	4.15	3.09
33				3.38	2.05	2.36	2.44	2.08	4.21
34				2.32	3.44	3.90	7.30	3.69	2.05
35				6.23	3.46	2.86	3.32	2.50	2.31
36				5.56	2.94	3.89	2.02	3.45	3.48
37				3.89	4.68	3.65	3.57	2.62	5.12
38				5.21	3.25	5.56	3.15	7.35	4.34
39				5.02	8.36	4.01	3.52	6.53	3.22
40					5.42	2.87	2.70	3.10	2.95
41					4.87	5.40	6.58	5.10	3.50
42					5.29	5.88	4.82	5.56	7.52
43					4.60	3.06	3.09	6.56	4.38
44					3.26	2.45	4.13	3.61	5.48
45					3.25	3.46	2.01	3.51	2.58
46					5.28	6.35	3.72	4.41	2.80
47					2.29	5.98	5.22	2.55	2.63

ตารางที่ 12 ตารางเทียบ ^{60}Co เรืองการหาร (หน่วย : sec) สำหรับกลุ่มแก่ง (ต่อ)

ตัวตั้ง	ตัวหาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
48						5.84	5.93	6.85	5.51	2.19
49						3.25	3.07	3.10	2.50	3.25
50							6.25	3.40	3.80	4.81
51							5.12	5.98	3.51	5.65
52							10.26	3.35	3.41	3.30
53							9.05	6.38	8.52	8.23
54							10.04	3.97	4.60	6.35
55							6.58	3.40	10.63	3.23
56							8.90	8.95	4.66	3.38
57							6.59	7.56	6.00	6.85
58							3.68	10.21	5.74	4.68
59							8.65	10.23	5.56	3.51
60								2.42	5.98	6.29
61								7.59	9.63	9.36
62								15.36	10.21	8.22
63								9.40	9.63	5.71
64								5.00	7.24	7.84
65								4.35	3.24	2.44
66								2.42	5.65	2.79
67								2.37	2.90	3.00
68								5.20	2.92	6.40
69								9.12	2.13	2.97
70									3.65	8.68
71									14.31	7.35

ตารางที่ 12 ตารางเทียบ $^{\circ}O_1$ เรืองการหาร (หน่วย : sec) สำหรับกลุ่มเก่ง (ต่อ)

ตัวตั้ง \ ตัวหาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
72								3.62	3.45
73								5.39	6.26
74								9.20	7.21
75								5.59	6.45
76								2.70	5.02
77								3.05	5.58
78								3.48	4.81
79								7.29	9.37
80									3.47
81									2.66
82									2.44
83									2.27
84									3.32
85									3.29
86									2.42
87									3.55
88									4.52
89									2.32

จากตารางที่ 12 พบว่า สำหรับกลุ่มเก่ง เวลาที่ใช้ในการหารเลขมีค่าอยู่ระหว่าง 1.98 วินาทีถึง 15.36 วินาที การหารเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 1 หารด้วย 6 และการหารที่ใช้เวลามากที่สุดคือ 62 หารด้วย 7

2. ตารางเทียบ $^{\circ}O_1$ สำหรับกลุ่มอ่อน แสดงในตารางที่ 13 - 19 ดังนี้

ตารางที่ 13 ตารางเทียบ t_{0j} เรื่องการบวก สำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย : sec)

ตัวหน้า \ ตัวหลัง	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.68	1.78	1.78	1.73	1.62	1.74	1.68	1.72	1.65	1.73
1	1.79	1.79	1.79	1.84	1.79	1.95	1.90	1.78	1.92	1.98
2	1.74	1.83	1.80	1.76	1.82	1.98	2.16	2.18	1.93	2.29
3	1.86	1.85	1.84	1.81	2.03	2.10	2.18	2.21	2.48	2.68
4	1.93	2.43	1.89	1.98	1.95	2.15	2.09	2.63	2.47	2.89
5	1.73	2.11	1.91	1.89	2.04	1.99	2.18	2.39	2.94	2.59
6	1.98	2.21	1.96	2.12	1.96	2.24	1.95	3.45	2.95	2.87
7	1.81	1.92	1.99	2.14	2.18	2.28	3.29	2.62	2.58	2.88
8	1.78	1.94	2.12	2.48	2.36	2.48	3.82	2.84	2.42	3.15
9	1.83	2.13	2.35	2.39	2.68	2.49	2.95	3.13	3.21	2.54

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 1.25 วินาที

จากตารางที่ 13 พบว่าสำหรับกลุ่มอ่อน เวลาที่ใช้ในการบวกเลข มีค่าอยู่ระหว่าง 1.62 วินาที ถึง 3.82 วินาที การบวกเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ $0 + 4$ และการบวกเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ $8 + 6$ ส่วนเวลาที่ใช้ในการทดเลขขณะที่ทำการบวกมีค่าเท่ากับ 1.25 วินาที



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ยของ t_{0j} ; เรื่องการบวกสำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย : sec)

ข้อกระทง	หน้า + หลัง	หลัง + หน้า	ค่าเฉลี่ย
0 กับ 1	1.78	1.79	1.785
0 กับ 2	1.78	1.74	1.760
0 กับ 3	1.73	1.86	1.795
0 กับ 4	1.62	1.93	1.775
0 กับ 5	1.74	1.73	1.735
0 กับ 6	1.68	1.98	1.830
0 กับ 7	1.72	1.81	1.765
0 กับ 8	1.65	1.78	1.715
0 กับ 9	1.73	1.83	1.780
1 กับ 2	1.79	1.83	1.810
1 กับ 3	1.84	1.85	1.845
1 กับ 4	1.79	2.43	2.110
1 กับ 5	1.95	2.11	2.030
1 กับ 6	1.90	2.21	2.055
1 กับ 7	1.78	1.92	1.850
1 กับ 8	1.92	1.94	1.930
1 กับ 9	1.98	2.13	2.055
2 กับ 3	1.76	1.84	1.800
2 กับ 4	1.82	1.89	1.855
2 กับ 5	1.98	1.91	1.945
2 กับ 6	2.16	1.96	2.060
2 กับ 7	2.18	1.99	2.085
2 กับ 8	1.93	2.12	2.025
2 กับ 9	2.29	2.35	2.320

ข้อกระทง	หน้า + หลัง	หลัง + หน้า	ค่าเฉลี่ย
3 กับ 4	2.03	1.98	2.005
3 กับ 5	2.10	1.89	1.995
3 กับ 6	2.18	2.12	2.150
3 กับ 7	2.21	2.14	2.175
3 กับ 8	2.48	2.48	2.480
3 กับ 9	2.68	2.39	2.535
4 กับ 5	2.15	2.04	2.095
4 กับ 6	2.09	1.96	2.025
4 กับ 7	2.63	2.18	2.405
4 กับ 8	2.47	2.36	2.415
4 กับ 9	2.89	2.68	2.785
5 กับ 6	2.18	2.24	2.210
5 กับ 7	2.39	2.28	2.335
5 กับ 8	2.94	2.48	2.710
5 กับ 9	2.59	2.49	2.540
6 กับ 7	3.45	3.29	3.370
6 กับ 8	2.95	3.82	3.385
6 กับ 9	2.87	2.95	2.910
7 กับ 8	2.58	2.84	2.710
7 กับ 9	2.88	3.13	3.005
8 กับ 9	3.15	3.21	3.180

จากตารางที่ 14 พบว่าสำหรับกลุ่มอ่อนค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการบวกเลขระหว่างตัวเลขตัวหน้าบวกด้วยตัวเลขตัวหลัง กับตัวเลขตัวหลังบวกด้วยตัวเลขตัวหน้า มีค่าอยู่ระหว่าง 1.715 วินาทีถึง 3.385 วินาที การบวกเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ การบวกเลข 0 กับ 8 และการบวกเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ การบวกเลข 6 กับ 8

ตารางที่ 15 ตารางเทียบ t_{0j} ; เรื่องการลบสำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย : sec)

ตัวหน้า \ ตัวหลัง	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.89	3.99	3.38	2.72	3.09	3.71	3.64	3.26	3.21	3.45
1	2.35	2.41	3.41	2.89	3.13	3.52	3.35	3.64	3.94	3.52
2	2.41	2.43	2.59	2.92	2.99	3.69	4.12	6.06	4.73	3.71
3	2.48	2.50	3.25	2.15	3.38	3.29	3.72	3.78	4.21	3.80
4	2.49	2.53	2.63	2.62	2.45	2.98	3.81	3.41	3.92	3.46
5	2.51	2.39	2.42	2.92	2.58	2.52	2.91	3.45	3.97	3.47
6	2.25	2.48	3.58	3.76	2.58	2.99	2.78	2.78	3.97	3.51
7	2.18	3.25	3.29	3.24	2.73	2.87	2.79	2.85	2.84	3.62
8	2.35	3.08	3.38	3.10	2.52	2.78	2.92	2.98	2.91	2.98
9	2.28	3.13	3.97	3.48	3.41	2.96	4.11	3.51	2.96	2.65
10		2.91	2.65	2.81	2.72	2.85	2.68	2.48	3.02	2.95
11			3.84	4.23	4.58	3.13	3.21	3.95	3.81	3.05
12				4.85	4.59	3.63	2.65	3.89	3.46	4.62
13					4.62	3.72	5.02	4.87	3.96	4.65
14						4.93	5.41	3.88	4.55	3.98
15							6.39	3.92	4.58	4.31
16								4.95	3.63	4.92
17									4.71	4.95
18										3.98

จากตารางที่ 15 พบว่าสำหรับกลุ่มอ่อนเวลาที่ใช้ในการลบเลขมีค่าอยู่ระหว่าง 1.89 วินาทีถึง 6.39 วินาที การลบเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 0 - 0 และการลบเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ 15 - 6 ส่วนเวลาที่ใช้ในการพิมพ์เลขขณะทำการลบมีค่าเท่ากับ 1.12 วินาที



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 ตารางเทียบ t_{0j} เรื่องการคูณสำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย . sec)

ตัวหน้า \ ตัวหลัง	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.58	1.92	1.92	1.79	1.87	1.95	1.98	2.01	2.13	2.02
1	1.78	1.98	2.02	2.01	1.93	1.98	2.01	2.20	2.47	2.18
2	1.79	2.02	2.08	2.13	2.24	2.08	2.32	2.38	2.46	2.31
3	1.87	2.05	2.15	2.18	2.63	2.66	2.95	2.64	3.66	3.25
4	2.10	1.98	2.18	2.73	2.67	2.49	2.97	3.12	4.29	3.46
5	2.15	1.79	2.32	2.81	2.66	2.56	3.19	3.40	2.92	3.11
6	2.17	2.15	2.41	2.85	2.78	2.72	3.17	4.28	4.98	3.51
7	2.32	2.18	2.42	2.91	3.42	2.85	3.38	4.35	4.01	5.28
8	2.38	2.21	2.58	3.31	3.68	2.71	3.72	3.80	6.32	4.78
9	2.02	2.52	2.60	3.32	3.43	2.68	3.84	5.62	4.87	3.59

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 16 พบว่าสำหรับกลุ่มก่อนเวลาที่ใช้ในการคูณเลขมีค่าอยู่ระหว่าง 1.58 วินาทีถึง 6.32 วินาที การคูณเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 0×0 และ การคูณเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ 8×8



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ยของ t_{0j} เรื่องการคูณสำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย : sec)

ข้อกระทง	หน้า x หลัง	หลัง x หน้า	ค่าเฉลี่ย	ข้อกระทง	หน้า x หลัง	หลัง x หน้า	ค่าเฉลี่ย
0 กับ 1	1.92	1.78	1.850	3 กับ 4	2.63	2.73	2.680
0 กับ 2	1.92	1.79	1.855	3 กับ 5	2.66	2.81	2.735
0 กับ 3	1.79	1.87	1.830	3 กับ 6	2.95	2.85	2.900
0 กับ 4	1.87	2.10	1.985	3 กับ 7	2.64	2.91	2.775
0 กับ 5	1.95	2.15	2.050	3 กับ 8	3.66	3.31	3.485
0 กับ 6	1.98	2.17	2.075	3 กับ 9	3.25	3.32	3.285
0 กับ 7	2.01	2.32	2.165	4 กับ 5	2.49	2.66	2.575
0 กับ 8	2.13	2.38	2.255	4 กับ 6	2.97	2.78	2.875
0 กับ 9	2.02	2.02	2.020	4 กับ 7	3.12	3.42	3.270
1 กับ 2	2.02	2.02	2.020	4 กับ 8	4.29	3.68	3.985
1 กับ 3	2.01	2.05	2.030	4 กับ 9	3.46	3.43	3.445
1 กับ 4	1.93	1.98	1.955	5 กับ 6	3.19	2.72	2.955
1 กับ 5	1.98	1.79	1.885	5 กับ 7	3.40	2.85	3.125
1 กับ 6	2.01	2.15	2.080	5 กับ 8	2.92	2.71	2.815
1 กับ 7	2.20	2.18	2.190	5 กับ 9	3.11	2.68	2.895
1 กับ 8	2.47	2.21	2.340	6 กับ 7	4.28	3.38	3.830
1 กับ 9	2.18	2.52	2.350	6 กับ 8	4.98	3.72	4.350
2 กับ 3	2.13	2.15	2.140	6 กับ 9	3.51	3.84	3.675
2 กับ 4	2.24	2.18	2.210	7 กับ 8	4.01	3.80	3.905
2 กับ 5	2.08	2.32	2.200	7 กับ 9	5.28	5.62	5.450
2 กับ 6	2.32	2.41	2.365	8 กับ 9	4.78	4.87	4.825
2 กับ 7	2.38	2.42	2.400				
2 กับ 8	2.46	2.58	2.520				
2 กับ 9	2.31	2.60	2.455				

จากตารางที่ 17 พบว่าสำหรับกลุ่มอ่อน ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการคูณเลขระหว่างตัวเลขตัวหน้าคูณด้วยตัวเลขตัวหลังกับตัวเลขตัวหลังคูณด้วยตัวเลขตัวหน้า มีค่าอยู่ระหว่าง 1.830 วินาทีถึง 5.450 วินาที การคูณเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ การคูณเลข 0 กับ 3 และการคูณเลขที่ใช้เวลามากที่สุดคือ การคูณเลข 7 กับ 9

ตารางที่ 18 ตารางเทียบ σ_c เรื่องการทดของการคูณ สำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย : sec.)

ตัวเลขที่ทด	เวลาที่ใช้ในการทด
1	4.045
2	4.220
3	5.175
4	5.495
5	4.275
6	4.485
7	6.120
8	6.853

จากตารางที่ 18 พบว่าสำหรับกลุ่มอ่อน เวลาที่ใช้ในการทดตัวเลขขณะที่ทำการคูณ มีค่าอยู่ระหว่าง 4.045 วินาทีถึง 6.853 วินาที การทดตัวเลขขณะที่ทำการคูณที่ใช้เวลาน้อยที่สุด คือ การทดตัวเลข 1 และการทดตัวเลขขณะที่ทำการคูณที่ใช้เวลามากที่สุดคือ การทดตัวเลข 8

ศูนย์วิจัยเทคโนโลยี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ตารางเทียบ $^{10}O_1$ เรืองการหาร สำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย : sec)

ตัวตั้ง \ ตัวหาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4.09	4.05	3.53	3.63	3.22	2.89	2.99	3.56	3.84
1	3.66	4.25	3.60	3.33	3.65	2.59	2.55	2.89	3.02
2	5.78	3.28	2.89	2.98	3.56	3.05	3.69	3.57	3.97
3	4.26	3.48	2.99	3.01	4.21	3.36	3.18	3.62	3.97
4	3.68	3.45	3.50	3.36	3.65	4.65	3.87	4.31	3.39
5	3.86	3.54	3.86	2.68	2.46	2.98	2.89	3.25	4.95
6	3.52	3.78	3.99	3.62	3.25	2.64	2.89	3.24	3.36
7	4.81	3.60	3.27	3.57	3.86	2.98	2.85	2.99	3.24
8	3.84	5.24	4.90	4.02	3.21	3.26	3.21	3.14	3.89
9	3.78	3.46	3.55	2.93	3.33	3.52	3.31	3.23	3.25
10		3.25	3.29	3.26	3.34	3.68	3.21	3.27	3.95
11		3.32	4.02	3.66	3.26	3.59	3.28	3.89	3.89
12		3.86	4.96	3.93	3.35	3.49	3.26	3.58	3.48
13		2.58	2.85	3.03	3.09	3.20	3.37	3.37	3.85
14		8.27	4.28	4.10	3.62	3.59	3.98	3.28	6.50
15		4.03	4.01	6.98	4.03	3.21	3.62	3.86	6.95
16		6.03	3.95	3.78	3.98	3.56	4.10	3.93	3.83
17		3.19	4.63	3.75	4.03	5.78	3.86	3.52	3.89
18		7.32	6.10	6.31	4.01	4.23	4.45	3.26	4.21
19		3.95	3.57	3.26	3.98	3.36	4.01	3.56	3.65
20			4.45	3.28	3.56	3.98	4.18	3.26	4.27
21			4.02	3.59	3.65	3.56	3.83	3.35	8.03
22			3.66	3.95	3.78	5.89	4.95	4.99	4.06
23			3.45	3.63	3.56	5.96	3.56	3.51	4.35

ตารางที่ 19 ตารางเทียบ $^{10}_1$ เรืองการหาร สำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย : sec) (ต่อ)

ตัวตั้ง ตัวหาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
24			6.35	5.96	3.25	4.25	3.49	5.59	4.58
25			3.01	5.49	3.62	3.90	5.95	3.05	3.45
26			6.52	3.67	2.63	3.28	7.85	3.78	4.60
27			4.03	6.85	3.24	4.91	11.25	4.23	3.86
28			4.36	4.99	3.77	3.62	5.66	3.86	3.95
29			7.02	5.10	3.65	7.01	3.36	3.95	3.45
30				3.28	4.61	4.21	4.56	3.02	3.64
31				9.65	5.94	6.02	4.65	4.35	4.98
32				7.89	3.56	4.55	3.36	4.78	3.52
33				3.59	2.63	2.99	3.01	2.68	5.03
34				3.20	3.70	4.23	8.53	4.53	3.06
35				9.45	3.68	3.62	3.90	3.20	3.21
36				6.85	3.58	3.96	2.89	5.01	7.01
37				5.10	5.95	4.81	3.98	3.62	5.34
38				7.09	4.58	5.89	3.77	9.92	5.62
39				5.52	9.56	5.38	3.65	6.98	3.52
40					5.65	3.89	3.22	3.63	4.02
41					5.63	5.95	7.35	5.97	3.95
42					6.40	6.83	5.31	5.89	8.06
43					5.10	4.30	4.52	9.20	6.23
44					4.52	6.00	5.13	4.93	6.10
45					4.32	3.94	3.03	3.62	3.89
46					6.31	6.75	3.98	4.62	3.51
47					3.63	6.57	5.62	3.38	3.60

ตารางที่ 19 ตารางเทียบ $^{10}O_1$ เรืองการหาร สำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย : sec) (ต่อ)

ตัวตั้ง \ ตัวหาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
48					7.10	6.92	7.08	6.31	3.90
49					3.97	3.52	3.60	3.52	3.95
50						9.75	3.85	3.95	4.89
51						7.36	6.50	3.60	9.75
52						17.36	5.35	4.31	4.51
53						17.65	8.20	12.80	14.72
54						12.95	5.30	5.62	7.23
55						7.89	5.20	18.26	5.20
56						10.23	9.58	5.90	5.01
57						7.20	8.01	7.50	7.86
58						5.01	19.45	6.85	6.10
59						11.24	12.58	6.10	5.33
60							4.30	7.02	8.00
61							8.20	9.95	12.01
62							22.02	12.01	9.35
63							10.03	10.55	8.20
64							7.02	7.85	8.21
65							5.63	4.50	4.02
66							3.56	6.80	4.52
67							4.01	4.65	5.02
68							8.30	4.26	7.89
69							9.85	4.23	5.30
70								5.95	11.20
71								17.05	9.32

ตารางที่ 19 ตารางเทียบ $^{\circ}O$, เรืองการหาร สำหรับกลุ่มอ่อน (หน่วย : sec) (ต่อ)

ตัวตั้ง	ตัวหาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
72									4.80	5.02
73									7.40	7.68
74									9.65	7.80
75									6.20	7.05
76									4.30	6.25
77									4.63	6.32
78									4.01	4.94
79									8.32	10.52
80										4.10
81										3.94
82										4.21
83										3.99
84										5.68
85										4.88
86										4.65
87										5.10
88										4.93
89										3.35

จากตารางที่ 19 พบว่าสำหรับกลุ่มต่ำ เวลาที่ใช้ในการหารเลขมีค่าอยู่ระหว่าง 2.55 วินาทีถึง 22.02 วินาที การหารเลขที่ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 1 หารด้วย 7 และการหารที่ใช้เวลามากที่สุดคือ 62 หารด้วย 7

จากตารางสำเร็จรูปที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง และ และกลุ่มอ่อน พบว่าส่วนใหญ่กลุ่มอ่อนใช้เวลาในการคิดหาคำตอบมากกว่ากลุ่มเก่ง

อนึ่ง จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบโมเดลการคิดหาคำตอบที่ผู้วิจัยสร้างตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ขึ้น ก่อนที่จะนำข้อสอบไปใช้จริงกับโมเดลการคิดหาคำตอบที่วิเคราะห์จากการตอบของนักเรียนทั้งกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน ปรากฏว่าได้โมเดลการคิดหาคำตอบแบบเดียวกันทั้งหมด

ส่วนผลการนำสูตรที่ได้จากการพัฒนาข้างต้นไปใช้หาค่าดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบ ปรากฏผลการคำนวณค่าดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที และค่าความยากแบบเดิมโดยรวมและจำแนกตามระดับความสามารถ คือ กลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน ซึ่งแสดงในตารางดังนี้

ตารางที่ 20 แสดงค่าความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด โดยจำแนกตามระดับความสามารถ

ข้อสอบข้อที่	ICO ₁	
	กลุ่มเก่ง	กลุ่มอ่อน
1	0.9977	0.9920
2	0.9956	0.9524
3	0.9410	0.9735
4	0.9540	0.9331
5	0.9569	0.9761
6	0.9176	0.8950
7	0.9360	0.9021
8	0.9130	0.7634

จากตารางที่ 20 พบว่าสำหรับกลุ่มเก่งค่าความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ ซึ่งคำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_1) ของข้อสอบทั้ง 8 ข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.9130 ถึง 0.9977 ข้อสอบที่มีค่าความซับซ้อนสูงสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 8 และข้อสอบที่มีค่าความซับซ้อนต่ำสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 1

สำหรับกลุ่มอ่อนค่าความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ ซึ่งคำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_1) ของข้อสอบทั้ง 8 ข้อมีค่าอยู่ระหว่าง 0.7634 ถึง 0.9931 ข้อสอบที่มีค่าความซับซ้อนสูงสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 8 และข้อสอบที่มีค่าความซับซ้อนต่ำสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 1

ตารางที่ 21 แสดงค่าความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ จำแนกตามระดับความสามารถ (หน่วย : วินาที)

ข้อสอบข้อที่	ICT_1	
	กลุ่มเก่ง	กลุ่มอ่อน
1	9.370	9.840
2	25.010	27.250
3	6.840	7.940
4	21.450	24.730
5	12.290	13.510
6	40.830	45.040
7	39.440	57.280
8	47.820	65.280

จากตารางที่ 21 พบว่าค่าความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ (ICT_1) ซึ่งแสดงในตารางที่ 6 - 19 สำหรับกลุ่มเก่งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.840 วินาที ถึง 47.820 วินาที ข้อสอบที่มีค่าความซับซ้อนต่ำสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 3 ส่วนข้อสอบ

ที่มีค่าความซับซ้อนสูงสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 8 ส่วนสำหรับกลุ่มอ่อนมีค่าอยู่ระหว่าง 7.940 วินาที ถึง 65.280 วินาที ข้อสอบที่มีค่าความซับซ้อนต่ำสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 3 ส่วนข้อสอบที่มีค่าความซับซ้อนสูงสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 8 และพบว่ากลุ่มอ่อนจะใช้เวลาในการคิดหาคำตอบมากกว่ากลุ่มเก่ง

ตารางที่ 22 แสดงค่าความชากของข้อสอบตามแนวเดิม โดยจำแนกตามระดับความสามารถ

ข้อสอบข้อที่	กลุ่มเก่ง (87)		กลุ่มอ่อน (58)	
	จำนวนคนที่ตอบถูก	p_i	จำนวนคนที่ตอบถูก	p_i
1	86	0.9885	57	0.9827
2	85	0.9770	54	0.9310
3	83	0.9540	56	0.9655
4	82	0.9425	52	0.8966
5	84	0.9655	55	0.9483
6	78	0.8966	48	0.8276
7	80	0.9195	50	0.8621
8	76	0.8736	43	0.7414

จากตารางที่ 22 พบว่าสำหรับกลุ่มเก่งค่าความชากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_i) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8736 ถึง 0.9885 ข้อสอบที่มีค่าความชากสูงสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 8 และข้อสอบที่มีค่าความชากต่ำสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 1

สำหรับกลุ่มอ่อนค่าความชากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_i) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.7414 ถึง 0.9827 ข้อสอบที่มีค่าความชากสูงสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 8 และข้อสอบที่มีค่าความชากต่ำสุดคือ ข้อสอบข้อที่ 1

เมื่อนำค่า ICO_1 , ค่า ICT_1 , และ p_1 ของทั้งกลุ่มมาเรียงลำดับจากข้อสอบที่มีค่าความซับซ้อนหรือมีค่าความยากน้อยไปหาข้อสอบที่มีค่าความซับซ้อนหรือมีค่าความยากมาก ปรากฏว่าได้ผลดังแสดงในตารางที่ 23

ตารางที่ 23 แสดงอันดับที่ของข้อสอบเรียงตามค่าความซับซ้อนทั้ง 2 แบบ และค่าความยากของกลุ่มเก่ง

ตัวแปร	อันดับที่ของข้อสอบข้อที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ICO_1	1	2	5	4	3	7	6	8
ICT_1	2	5	1	4	3	7	6	8
p_1	1	2	4	5	3	7	6	8

จากตารางที่ 23 พบว่าสำหรับกลุ่มเก่งอันดับที่ของข้อสอบที่เรียงตามค่า ICO_1 และ p_1 ส่วนใหญ่สอดคล้องกัน ส่วนอันดับที่ของข้อสอบที่เรียงตามค่า ICT_1 นั้นแตกต่างออกไปบ้างเล็กน้อย

ศูนย์วิจัยทั่วไป
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 24 แสดงอันดับที่ของข้อสอบเรียงตามค่าความซับซ้อนทั้ง 2 แบบ และค่าความยากของกลุ่มอ่อน

ตัวแปร	อันดับที่ของข้อสอบข้อที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ICO_1	1	4	3	5	2	7	6	8
ICT_1	2	5	1	4	3	6	7	8
P_1	1	4	2	5	3	7	6	8

จากตารางที่ 24 พบว่าสำหรับกลุ่มอ่อนอันดับที่ของข้อสอบที่เรียงตามค่า ICO_1 และ p_1 ส่วนใหญ่สอดคล้องกัน ส่วนอันดับที่ของข้อสอบที่เรียงตามค่า ICT_1 นั้นมีความแตกต่างกันออกไปบ้าง และพบความแตกต่างของอันดับที่ในกลุ่มอ่อนมากกว่ากลุ่มเก่งที่แสดงในตารางที่ 23

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบความตรงของดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์ของดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยใช้ดัชนีชี้ความยากของข้อสอบตามแนวคิดทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม (p_1) เป็นเกณฑ์ ตามสมมติฐานของการวิจัย ข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ที่ว่า

สมมติฐานข้อที่ 1 ค่าดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบทั้ง 2 แบบ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น น่าจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าดัชนีชี้ความยากของข้อสอบตามแนวคิดทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม (CTT)

สมมุติฐานข้อที่ 2 ค่าดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบทั้ง 2 แบบ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น คือ ดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบคำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_i) และดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบคำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_i) และค่าความยากของข้อสอบตามแนวคิด ทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม (p_i) น่าจะมีความสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งสำหรับ นักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน

ผลของการตรวจสอบความตรงภายในของดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบทั้ง 2 แบบ ตามสมมุติฐานข้อที่ 1 ปรากฏว่า ได้ผลดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 25 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของสเปียร์แมน ระหว่าง ICO_i , ICT_i และ p_i และค่าสถิติทดสอบ T ของกลุ่มเก่ง

ตัวแปร	ICO_i	ICT_i	p_i
ICO_i	-	0.6905	0.9762 ^{**}
ICT_i	-	-	0.7619 [*]
P_i	-	-	-

^{**} $\alpha < 0.01$

^{*} $\alpha < 0.05$

จากตารางที่ 25 พบว่าสำหรับกลุ่มเก่ง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ระหว่าง ความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_i) กับความยากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_i) มีค่าเป็น 0.9762 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ (ICT_i) กับความยากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_i) มีค่าเป็น 0.7619 และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ทั้งสองค่ามีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_t) กับความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ (ICT_t) มีค่าเพียง 0.6905 และไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั่นคือ พบความสัมพันธ์ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบเอ ซี ที ที่ คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_t) กับความยากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_t) และระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ (ICT_t) กับความยากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_t) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_t) กับความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ (ICT_t) แสดงว่าเป็นไปตามสมมุติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า "ค่าดัชนีที่ความซับซ้อนของข้อสอบทั้ง 2 แบบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นน่าจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าดัชนีที่ความยากของข้อสอบตามแนวคิดทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม (CTT)"

ตารางที่ 26 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของสเปียร์แมน ระหว่าง ICO_t , ICT_t , และ p_t และค่าสถิติทดสอบ ที ของกลุ่มอ่อน

ตัวแปร	ICO_t	ICT_t	P_t
ICO_t	-	0.8810**	0.9762**
ICT_t	-	-	0.9286**
P_t	-	-	-

** $\alpha \leq 0.01$

จากตารางที่ 26 พบว่าสำหรับกลุ่มอ่อน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ระหว่าง ความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_1) กับความยากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_1) มีค่าเป็น 0.9762 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ (ICT_1) กับความยากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_1) มีค่าเป็น 0.9286 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ (ICT_1) กับความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_1) มีค่าเป็น 0.8810 และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ทุกค่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 นั่นคือ พบความสัมพันธ์ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_1) กับความยากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_1) ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ (ICT_1) กับความยากของข้อสอบตามแนวเดิม (p_1) และระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_1) กับความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิดหาคำตอบ (ICT_1) แสดงว่าเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า "ค่าดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบทั้ง 2 แบบ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น น่าจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับค่าดัชนีชี้ความยากของข้อสอบตามแนวคิดทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม (CTT)"

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ข้อมูลในตารางที่ 25 และตารางที่ 26 พบว่าสำหรับกลุ่มอ่อนพบความสัมพันธ์ในทางบวกสูงกว่ากลุ่มเก่งทุกค่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของการตรวจสอบความตรงภายนอกของดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบทั้ง 2 แบบ ตามสมมติฐานข้อที่ 2 ปรากฏว่าได้ผลดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 27 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนดอลล์ ระหว่าง ICO_1 , ICT_1 และ p_1 และค่าสถิติทดสอบ ไคสแควร์ จำแนกตามระดับความสามารถ

กลุ่ม	η	χ^2
เก่ง	0.8730	18.33*
อ่อน	0.9523	20.00**

** $\alpha < 0.01$

* $\alpha < 0.05$

จากตารางที่ 27 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_1) ความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ (ICT_1) และความยากของข้อสอบตามแนวคิดเดิม (p_1) สำหรับกลุ่มเก่งมีค่าเป็น 0.8730 และสำหรับกลุ่มอ่อนมีค่าเป็น 0.9523 และเมื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องทั้งสองค่ามีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสำหรับกลุ่มเก่ง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ส่วนสำหรับกลุ่มอ่อนนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 แสดงว่าเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ที่ว่า "ค่าดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบทั้ง 2 แบบ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น คือ ดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบคำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_1) และดัชนีชี้ความซับซ้อนของข้อสอบคำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_1) และค่าความยากของข้อสอบตามแนวคิดทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม (p_1) น่าจะมีความสอดคล้องกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งในกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน"

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้นยังพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากจำนวนขั้นตอนการคิด (ICO_1) กับความซับซ้อนของข้อสอบตามระบบการผลิตแบบ เอ ซี ที ที่ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ (ICT_1) ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ในกลุ่มเก่ง ผู้วิจัยจึงลองใช้จำนวนขั้นตอนที่ต้องใช้ในการคิด (T_1) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์หาโมเดลการคิดหาคำตอบ มาเป็นตัวประมาณค่าความซับซ้อนเลขโดยไม่ต้องนำข้อสอบไปทดสอบจริงก่อน ดังแสดงข้อมูลเปรียบเทียบอันดับที่ของข้อสอบไว้ในตารางที่ 28 และตารางที่ 29

ตารางที่ 28 แสดงอันดับที่ของข้อสอบที่เรียงตามจำนวนขั้นตอนที่ต้องใช้ในการคิด (T_1) ตามค่าความซับซ้อนของข้อสอบคำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_1) และตามค่าความยากของข้อสอบ (p_1) จากน้อยไปมาก สำหรับกลุ่มเก่ง

ตัวแปร	อันดับที่ของข้อสอบข้อที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T_1	2.5	5	1	4	2.5	8	7	6
ICT_1	2	5	1	4	3	7	6	8
p_1	1	2	4	5	3	7	6	8

จากตารางที่ 28 พบว่า สำหรับกลุ่มเก่งถ้าใช้จำนวนขั้นตอนที่ต้องใช้ในการคิด (T_1) ประมาณค่าความซับซ้อนของข้อสอบแทน ICO_1 อันดับที่ของข้อสอบที่เรียงตาม T_1 และ ICT_1 จะสอดคล้องกันมากขึ้น

ตารางที่ 29 แสดงอันดับที่ของข้อสอบที่เรียงตามจำนวนขั้นตอนที่ต้องใช้ในการคิด (T_i) ตามค่าความซับซ้อนของข้อสอบคำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_i) และตามค่าความยากของข้อสอบ (p_i) จากน้อยไปมาก สำหรับกลุ่มอ่อน

ตัวแปร	อันดับที่ของข้อสอบข้อที่							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T_i	2.5	5	1	4	2.5	8	7	6
ICT_i	2	5	1	4	3	6	7	8
p_i	1	4	2	5	3	7	6	8

จากตารางที่ 29 พบว่า สำหรับกลุ่มอ่อนถ้าใช้จำนวนขั้นตอนที่ต้องใช้ในการคิด (T_i) ประมาณค่าความซับซ้อนของข้อสอบแทน ICO_i อันดับที่ของข้อสอบที่เรียงตาม T_i และ ICT_i จะสอดคล้องกันมากขึ้นเช่นกัน

และเมื่อนำข้อมูลจากตารางที่ 28 และตารางที่ 29 มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของสเปียร์แมน และทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ ปรากฏว่าได้ผลตามตารางที่ 30 และตารางที่ 31

ตารางที่ 30 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของสเปียร์แมน ระหว่าง T_t , ICT_t และ p_t และค่าสถิติทดสอบ t ของกลุ่มแก่ง

ตัวแปร	T_t	ICT_t	p_t
T_t	-	0.9226**	0.8869**
ICT_t	-	-	0.7619*
p_t	-	-	-

** $\alpha \leq 0.01$

* $\alpha \leq 0.05$

จากตารางที่ 30 พบว่าสำหรับกลุ่มแก่ง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ ระหว่างจำนวนขึ้นตอนทั้งหมดที่ใช้ในการคิด (T_t) กับความซับซ้อนของข้อสอบ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_t) ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_t) กับความยากแบบเดิม (p_t) และระหว่างจำนวนขึ้นตอนทั้งหมดที่ใช้ในการคิด (T_t) กับความยากแบบเดิม (p_t) มีค่าสูงตั้งแต่ 0.7619 ขึ้นไป และมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย 2 ค่าแรกมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และค่าสุดท้ายมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 31 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ของสเปียร์แมน ระหว่าง T_1 , ICT_1 และ p_1 และค่าสถิติทดสอบ ที่ ของกลุ่มอ่อน

ตัวแปร	T_1	ICT_1	p_1
T_1	-	0.8988**	0.8661**
ICT_1	-	-	0.9286**
p_1	-	-	-

** $\alpha \leq 0.01$

จากตารางที่ 31 พบว่าสำหรับกลุ่มอ่อน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ ระหว่างจำนวนขั้นตอนทั้งหมดที่ใช้ในการคิด (T_1) กับความซับซ้อนของข้อสอบ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_1) ระหว่างความซับซ้อนของข้อสอบ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_1) กับความยากแบบเดิม (p_1) และระหว่างจำนวนขั้นตอนทั้งหมดที่ใช้ในการคิด (T_1) กับความยากแบบเดิม (p_1) มีค่าสูงตั้งแต่ 0.8661 ขึ้นไป และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทุกค่า

และเมื่อหาค่าความสัมพันธ์แบบเคนดอลล์ ระหว่างจำนวนขั้นตอนทั้งหมดที่ใช้ในการคิด (T_1) ความซับซ้อนของข้อสอบ คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_1) และความยากแบบเดิม (p_1) ปรากฏผลตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 32 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของเคนดอลล์ ระหว่าง T_1 , ICT_1 , และ p_1 และค่าสถิติทดสอบ ไคสแควร์ จำแนกตามระดับความสามารถ

กลุ่ม	W	χ^2
เก่ง	0.8532	17.92*
อ่อน	0.9167	19.25**

** $\alpha < 0.01$

* $\alpha < 0.05$

จากตารางที่ 32 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องระหว่างจำนวนขั้นตอนทั้งหมดที่ต้องใช้ในการคิด (T_1) ความซับซ้อนของข้อสอบคำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการคิด (ICT_1) และความยากแบบเดิม (p_1) สำหรับกลุ่มเก่งมีค่า 0.8532 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนสำหรับกลุ่มอ่อนมีค่า 0.9167 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 30 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับตารางที่ 25 ปรากฏว่า ถ้าใช้ค่า T_1 แทน ICT_1 จะให้ผลลัพธ์คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบอันดับที่ระหว่าง T_1 กับ ICT_1 ของกลุ่มเก่งสูงขึ้น และมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนความสัมพันธ์อื่น ๆ ก็ไม่มีความแตกต่างกัน และเมื่อพิจารณาค่าความสอดคล้องจากตารางที่ 32 และตารางที่ 27 พบว่าความสอดคล้องระหว่าง T_1 , ICT_1 และ p_1 กับความสอดคล้องระหว่าง ICO_1 , ICT_1 และ p_1 มีค่าใกล้เคียงกัน และมีนัยสำคัญที่ระดับเดียวกันทั้งในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน นั่นคือน่าจะสามารถนำจำนวนขั้นตอนที่ต้องใช้ในการคิด (T_1) ของข้อสอบแต่ละข้อมาประมาณค่าความซับซ้อนของข้อสอบทั้ง 8 ข้อ ได้เพียงพอแล้ว โดยไม่ต้องหาค่า ICO_1