

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในการออกแบบและพัฒนาระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ในบทที่ผ่านมา ในบทนี้จะได้กล่าวถึงวิธีการทดลองและผลการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ โดยในภาพที่ 4.1 แสดงอุปกรณ์ต้นแบบระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ ซึ่งมีแนวคิดในการนำเทคโนโลยีคลื่นความถี่ไมโครเวฟมาใช้ในการวัดอัตราการหายใจ ซึ่งแสดงผลในรูปแบบของกราฟการหายใจ และอัตราการหายใจ โดยระบบจะประกอบไปด้วย เซ็นเซอร์คลื่นความถี่ไมโครเวฟ ภาสเบอร์รี่พาย และหน้าจอแสดงผล



ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์ต้นแบบระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์

จากระบบวิเคราะห์อัตราการใช้ด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบดังภาพที่ 4.1 ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบวิเคราะห์อัตราการใช้ด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. การทดลองการหาระยะที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ระยะที่ดีที่สุดของระบบ
2. การทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการใช้ของระบบ
3. การทดลองหาค่าในการวัดค่าปกติและผิดปกติของระบบ

4.1 การทดลองการหาระยะที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ระยะที่ดีที่สุดของระบบ

ในการทดลองหาระยะที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งตำแหน่งของระบบวิเคราะห์อัตราการใช้ด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ โดยทำการทดลองเริ่มจากการหาตำแหน่งการติดตั้งในระยะตั้งแต่ 10 ถึง 200 เซนติเมตรโดยทำการทดลอง จากกลุ่มบุคคลตัวอย่างทั้งหมด 10 คน โดยแต่ละคนยืนอยู่ในแต่ละจุดดังแสดงในภาพที่ 4.2 เพื่อทำการวัดอัตราการใช้และหาตำแหน่งที่ดีที่สุดในการติดตั้งตำแหน่งของโมดูลไมโครเวฟเซ็นเซอร์



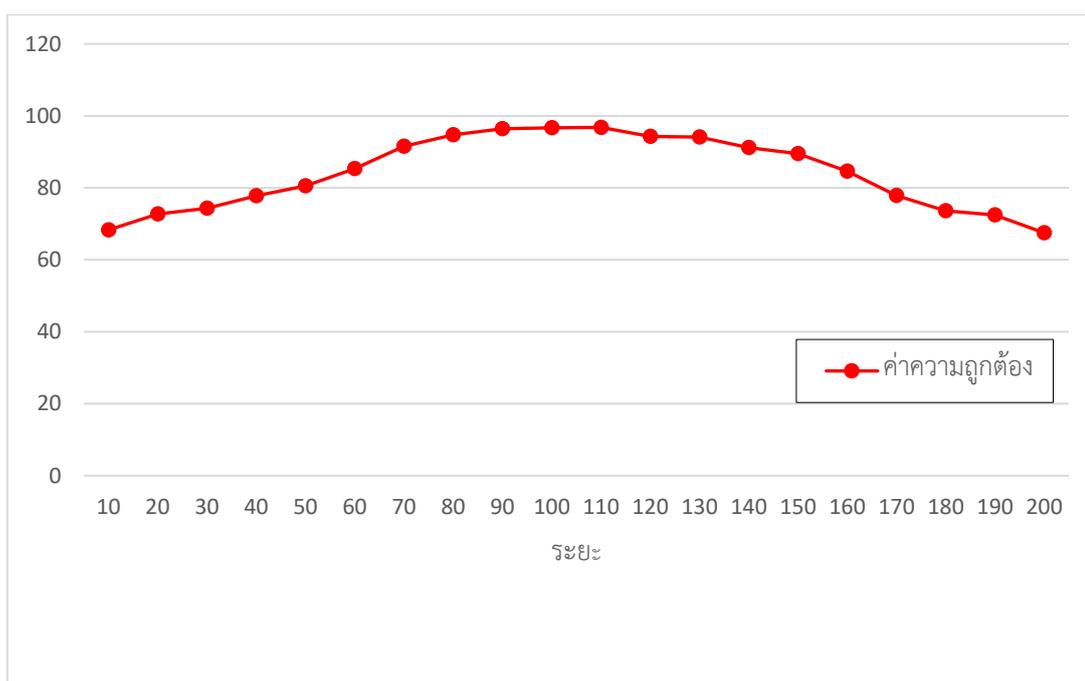
ภาพที่ 4.2 ภาพการทดลองการหาระยะที่ดีที่สุดในการติดตั้งตำแหน่งของระบบวิเคราะห์อัตราการใช้ด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการหาระยะที่ดีที่สุดในการติดตั้งตำแหน่งของระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์

ระยะทาง (เซนติเมตร)	ค่าความแม่นยำผู้ทดลอง (%)										ค่าเฉลี่ย (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
10	65	71	68	72	67	64	66	73	74	63	68.3
20	69	73	71	76	78	68	72	71	75	74	72.7
30	70	71	75	74	73	72	79	76	78	75	74.3
40	82	79	83	76	78	74	81	74	76	75	77.8
50	83	86	81	78	82	74	82	79	81	79	80.5
60	87	83	86	78	86	84	85	87	90	87	85.3
70	89	91	93	94	94	89	95	92	93	85	91.5
80	97	96	93	94	97	96	95	93	95	91	94.7
90	98	98	96	98	97	93	94	98	97	95	96.4
100	99	97	98	94	97	98	97	98	95	94	96.7
110	96	98	97	98	98	95	96	96	97	97	96.8
120	96	94	96	93	94	95	91	97	93	94	94.3
130	94	95	93	91	96	97	95	93	95	92	94.1
140	85	91	83	96	94	89	95	92	93	94	91.2
150	92	87	91	95	96	84	89	90	84	87	89.5
160	96	85	83	78	86	79	82	87	83	87	84.6
170	79	80	79	76	82	74	79	74	83	73	77.9
180	75	71	73	74	74	72	77	76	72	72	73.6
190	67	75	73	74	78	65	72	72	73	76	72.5
200	66	68	71	72	67	65	63	68	62	73	67.5

จากตารางที่ 4.1 การทดลองการหาระยะที่ดีที่สุดในการติดตั้งตำแหน่งของระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์โดยเปรียบเทียบค่าอัตราการหายใจที่ได้จาก Incentive Spirometer โดยการหาระยะที่ดีที่สุดในการติดตั้งระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ ในการทดลองหาตำแหน่งการติดตั้งระยะตั้งแต่ 10 เซนติเมตร ถึง 200 เซนติเมตร จากกลุ่มบุคคลตัวอย่างทั้งหมด 10 คน ระยะที่สามารถตรวจวัดอัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ได้ดี

ที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ Incentive Spirometer ที่ระยะ 10 ถึง 60 เซนติเมตร และที่ระยะ 150 ถึง 200 เซนติเมตร พบว่ามีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระยะที่สามารถตรวจวัดอัตราการหายใจได้ในระดับพอใช้ ระยะที่ 80 ถึง 140 พบว่าค่ามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ซึ่งเป็นระยะที่สามารถตรวจวัดอัตราการหายใจได้ในระดับดี ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดในการติดตั้งอุปกรณ์ ดังภาพที่ 4.3



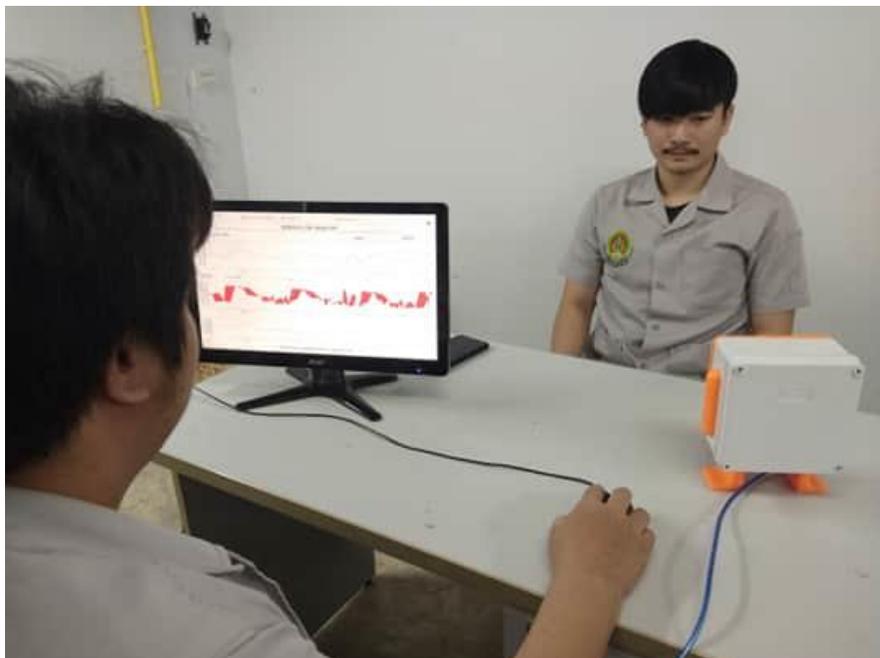
ภาพที่ 4.3 ผลการทดลองการหาระยะที่ดีที่สุดในการติดตั้งตำแหน่งของระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์

4.2 การทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของระบบ

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองจากกลุ่มบุคคลตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 10 คน โดยทำการวัดอัตราการหายใจ เพื่อหาค่าความแม่นยำของอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองจำนวน 20 ครั้ง ซึ่งเปรียบเทียบความแม่นยำกับ Incentive Spirometer ได้ดังภาพที่ 4.4 และแสดงตัวอย่างการทดลองดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.4 เครื่องวัดอัตราการหายใจ Incentive Spirometer



ภาพที่ 4.5 ภาพการทดลองระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์

ในการดำเนินการทดลองมีขั้นตอนดังนี้

1. ติดตั้งอุปกรณ์ตามระยะที่ติดตั้งคือระยะที่ 70 เซนติเมตร
2. ให้กลุ่มทดลองบุคคลตัวอย่างทำการวัดอัตราการหายใจโดยเปรียบเทียบกับ Incentive Spirometer แล้วบันทึกผลการทดลองดังภาพที่ 4.4
3. ทำการอ่านค่าอัตราการหายใจจากหน้าจอมอนิเตอร์ดังภาพที่ 4.6 ที่หลายเลข 1 คือค่าอัตราการหายใจ
4. บันทึกผลการทดลองอัตราการหายใจ

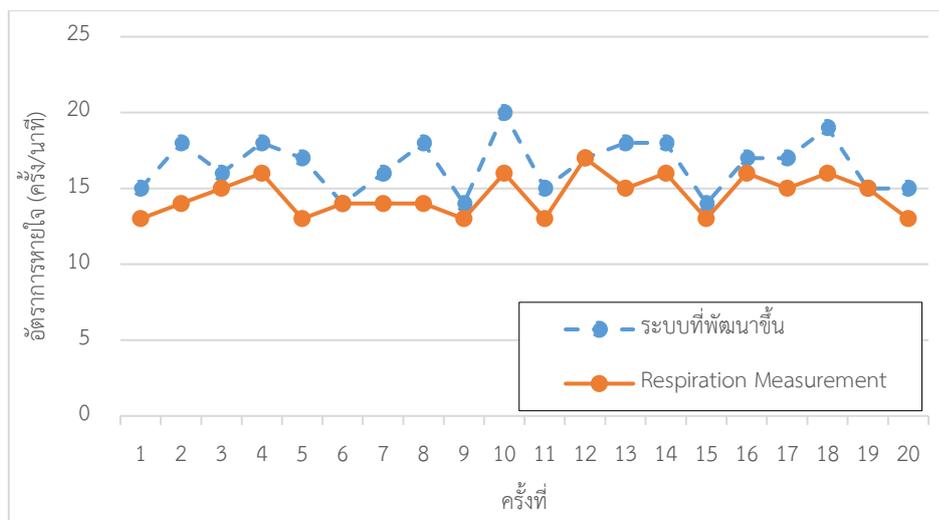


ภาพที่ 4.6 ภาพหน้าจอแสดงกราฟของระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ของผู้ทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 1

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	15	13	86.67
2	18	14	77.78
3	16	15	93.75
4	18	16	88.89
5	17	13	76.47
6	14	14	100.00
7	16	14	87.50
8	18	14	77.78
9	14	13	92.86
10	20	16	86.67
11	15	13	86.67
12	17	17	100.00
13	18	15	83.33
14	18	16	88.89
15	14	13	92.86
16	17	16	94.12
17	17	15	88.24
18	19	16	84.21
19	15	15	100.00
20	15	13	86.67
เฉลี่ย	16.55	14.55	88.66

จากตารางที่ 4.2 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 1 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 88.66 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.70



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 1

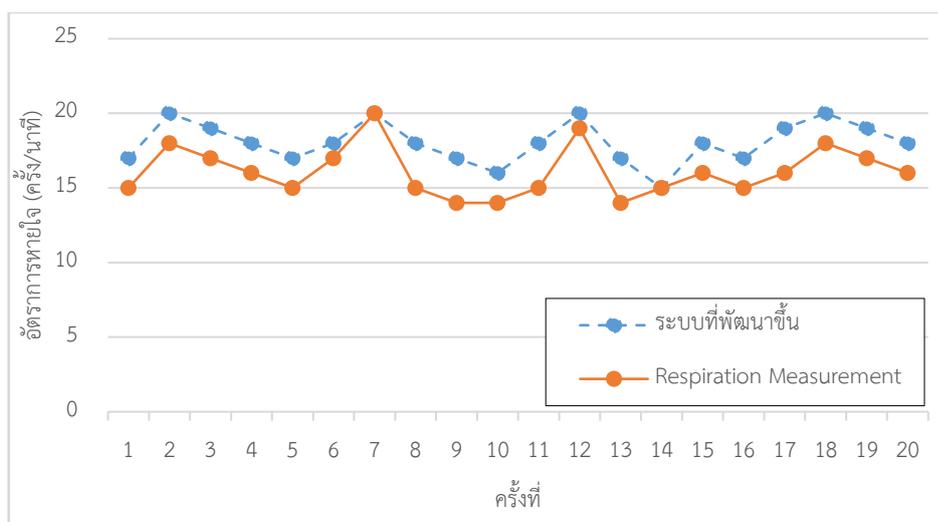
ตารางที่ 4.3 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 2

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	17	15	88.24
2	20	18	90.00
3	19	17	89.47
4	18	16	88.89
5	17	15	88.24
6	18	17	94.44
7	20	20	100.00
8	18	15	83.33
9	17	14	82.35
10	16	14	87.50
11	18	15	83.33

ตารางที่ 4.3 ต่อ

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
12	20	19	95.00
13	17	14	82.35
14	15	15	100.00
15	18	16	88.89
16	17	15	88.24
17	19	16	84.21
18	20	18	90.00
19	19	17	89.47
20	18	16	88.89
เฉลี่ย	18.05	16.10	89.14

จากตารางที่ 4.3 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 2 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 89.14 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.43

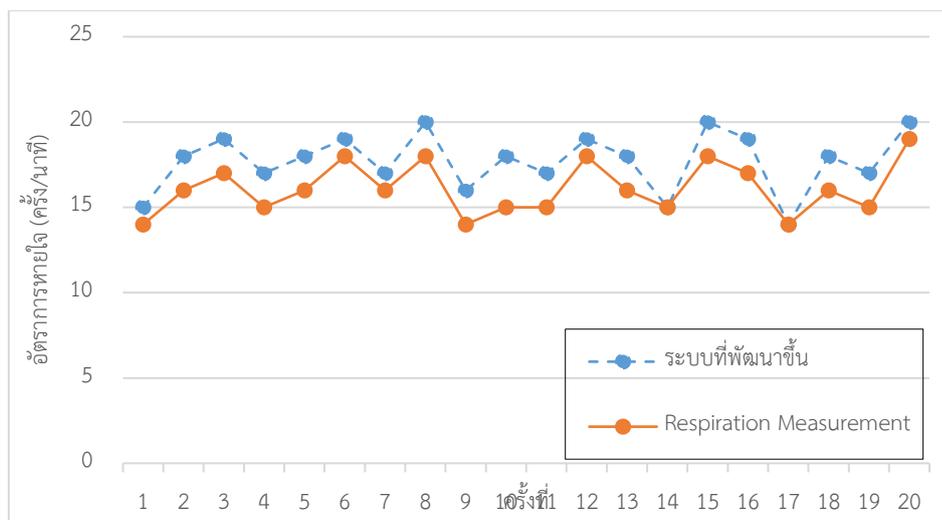


ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 2

ตารางที่ 4.4 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 3

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	15	14	93.33
2	18	16	88.89
3	19	17	89.47
4	17	15	88.24
5	18	16	88.89
6	19	18	94.74
7	17	16	94.12
8	20	18	90.00
9	16	14	87.50
10	18	15	83.33
11	17	15	88.24
12	19	18	94.74
13	18	16	88.89
14	15	15	100.00
15	20	18	90.00
16	19	17	89.47
17	14	14	100.00
18	18	16	88.89
19	17	15	88.24
20	20	19	95.00
เฉลี่ย	17.10	16.10	91.10

จากตารางที่ 4.4 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 3 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 91.10 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.37



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 3

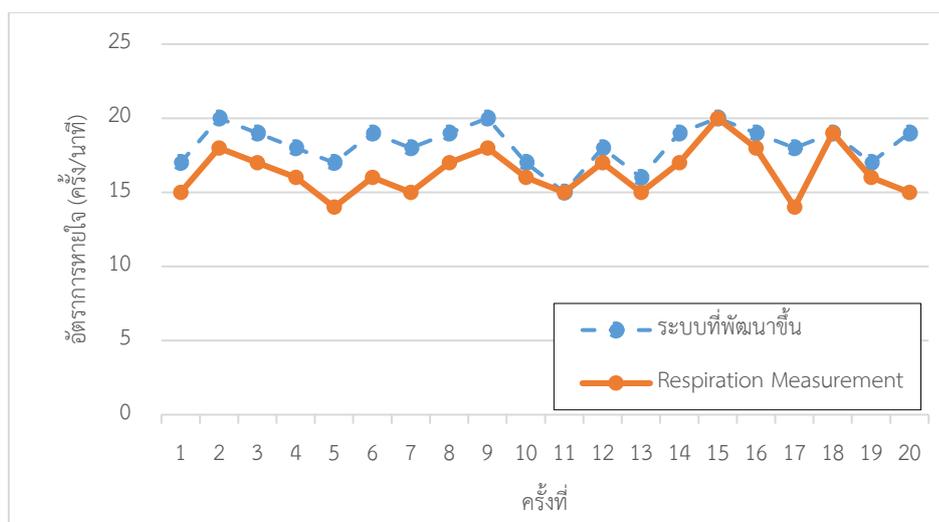
ภาพที่ 4.5 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 4

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	17	15	88.24
2	20	18	90.00
3	19	17	89.47
4	18	16	88.89
5	17	14	82.35
6	19	16	84.21
7	18	15	83.33
8	19	17	89.47
9	20	18	90.00
10	17	16	94.12
11	15	15	100.00

ภาพที่ 4.5 ต่อ

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
12	18	17	94.44
13	16	15	93.75
14	19	17	89.47
15	20	20	100.00
16	19	18	94.74
17	18	14	77.78
18	19	19	100.00
19	17	16	94.12
20	19	15	78.95
เฉลี่ย	18.20	16.40	90.17

จากตารางที่ 4.5 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 4 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 91.17 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.29

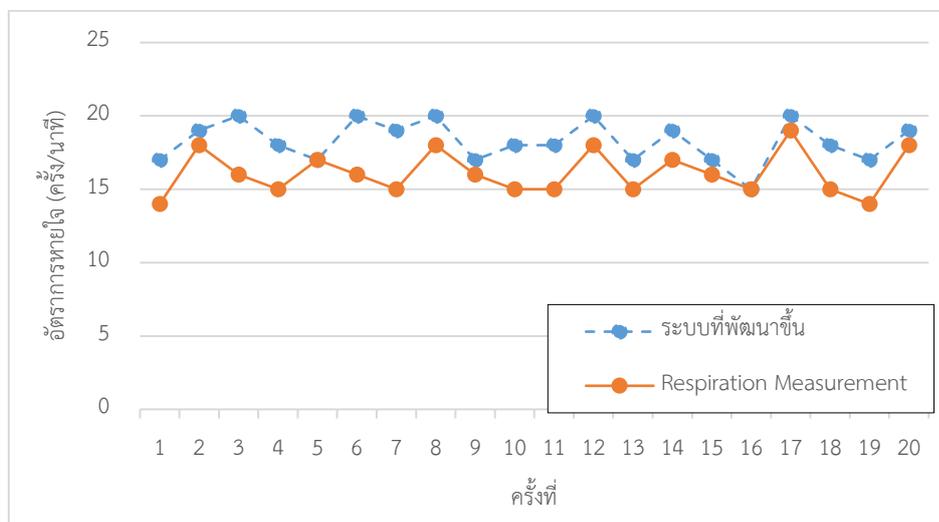


ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 4

ตารางที่ 4.6 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 5

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	17	14	82.35
2	19	18	94.74
3	20	16	80.00
4	18	15	83.33
5	17	17	100.00
6	20	16	80.00
7	19	15	78.95
8	20	18	90.00
9	17	16	94.12
10	18	15	83.33
11	18	15	83.33
12	20	18	90.00
13	17	15	88.24
14	19	17	89.47
15	17	16	94.12
16	15	15	100.00
17	20	19	95.00
18	18	15	83.33
19	17	14	82.35
20	19	18	94.74
เฉลี่ย	18.25	16.10	88.37

จากตารางที่ 4.6 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 5 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 88.37 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.61



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 5

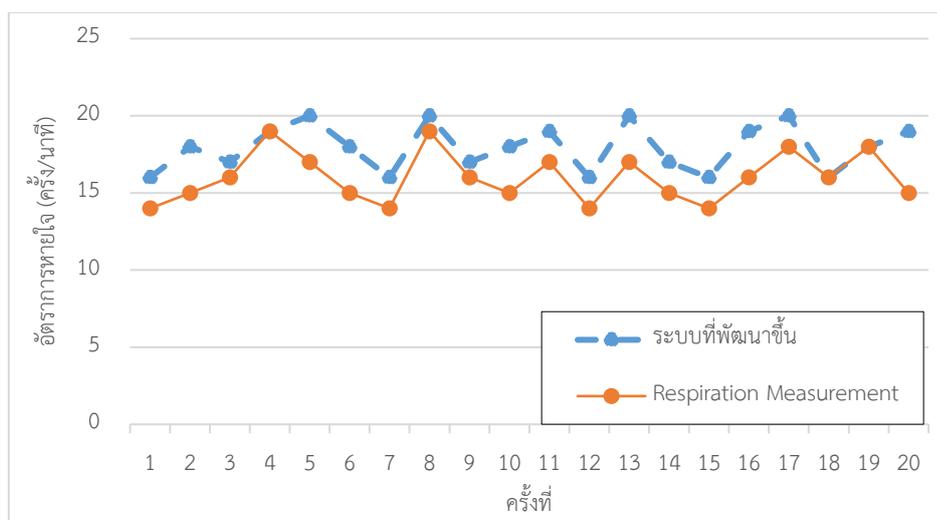
ตารางที่ 4.7 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 6

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	16	14	87.50
2	18	15	83.33
3	17	16	94.12
4	19	19	100.00
5	20	17	85.00
6	18	15	83.33
7	16	14	87.50
8	20	19	95.00
9	17	16	94.12
10	18	15	83.33
11	19	17	89.47

ตารางที่ 4.7 ต่อ

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
12	16	14	87.50
13	20	17	85.00
14	17	15	88.24
15	16	14	87.50
16	19	16	84.21
17	20	18	90.00
18	16	16	100.00
19	18	18	100.00
20	19	15	78.95
เฉลี่ย	17.95	16.00	89.21

จากตารางที่ 4.7 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 6 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 89.21 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.50

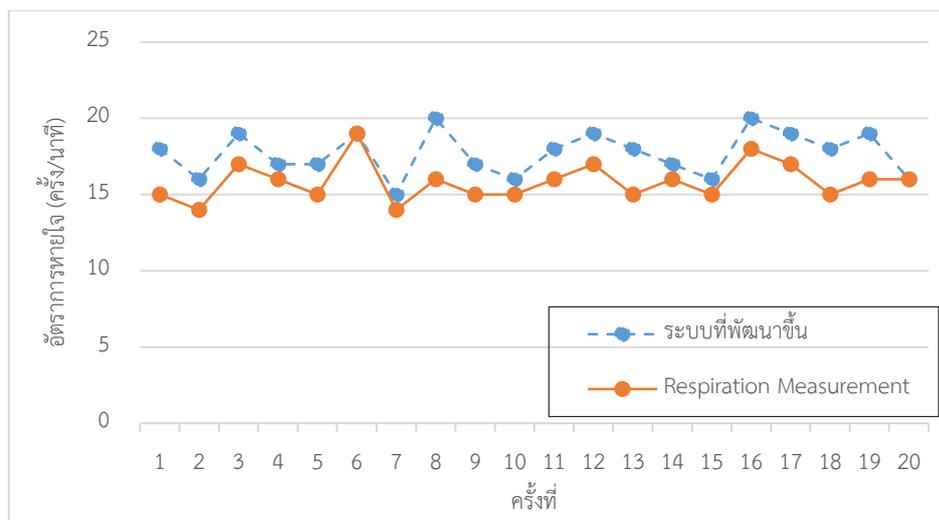


ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 6

ตารางที่ 4.8 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 7

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	18	15	83.33
2	16	14	87.50
3	19	17	89.47
4	17	16	94.12
5	17	15	88.24
6	19	19	100.00
7	15	14	93.33
8	20	16	80.00
9	17	15	88.24
10	16	15	93.75
11	18	16	88.89
12	19	17	89.47
13	18	15	83.33
14	17	16	94.12
15	16	15	93.75
16	20	18	90.00
17	19	17	89.47
18	18	15	83.33
19	19	16	84.21
20	16	16	100.00
เฉลี่ย	17.70	15.85	89.73

จากตารางที่ 4.8 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 7 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 89.73 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.38



ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 7

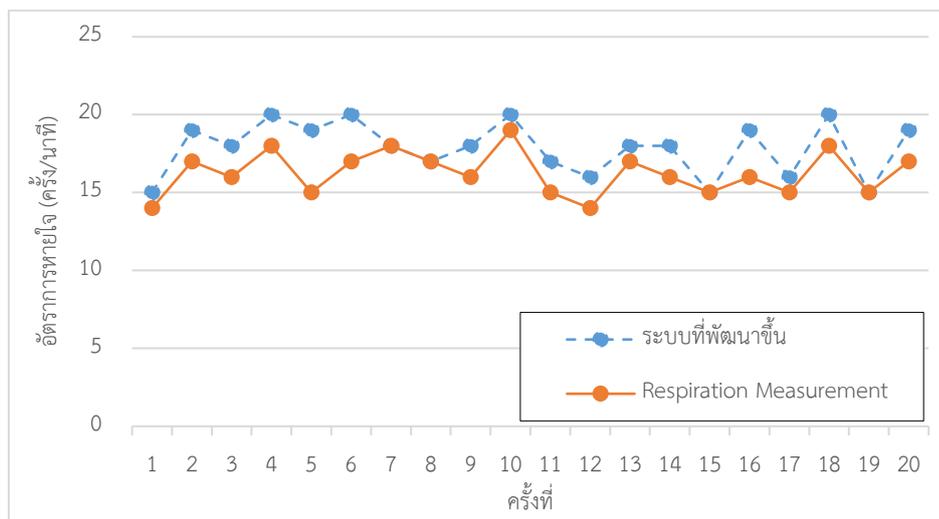
ตารางที่ 4.9 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 8

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	15	14	93.33
2	19	17	89.47
3	18	16	88.89
4	20	18	90.00
5	19	15	78.95
6	20	17	85.00
7	18	18	100.00
8	17	17	100.00
9	18	16	88.89
10	20	19	95.00
11	17	15	88.24
12	16	14	87.50
13	18	17	94.44
14	18	16	88.89
15	15	15	100.00

ตารางที่ 4.9 ต่อ

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
16	19	16	84.21
17	16	15	93.75
18	20	18	90.00
19	15	15	100.00
20	19	17	89.47
เฉลี่ย	17.85	16.25	91.30

จากตารางที่ 4.9 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 8 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 91.30 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.38

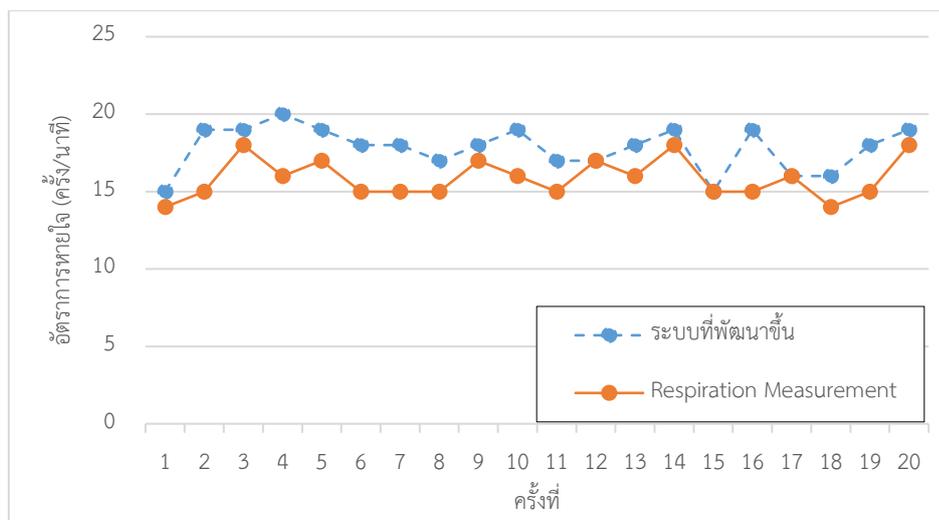


ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 8

ตารางที่ 4.10 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 9

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	15	14	93.33
2	19	15	78.95
3	19	18	94.74
4	20	16	80.00
5	19	17	89.47
6	18	15	83.33
7	18	15	83.33
8	17	15	88.24
9	18	17	94.44
10	19	16	84.21
11	17	15	88.24
12	17	17	100.00
13	18	16	88.89
14	19	18	94.74
15	15	15	100.00
16	19	15	78.95
17	16	16	100.00
18	16	14	87.50
19	18	15	83.33
20	19	18	94.74
เฉลี่ย	17.80	15.85	89.32

จากตารางที่ 4.10 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 9 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 89.32 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.46



ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 9

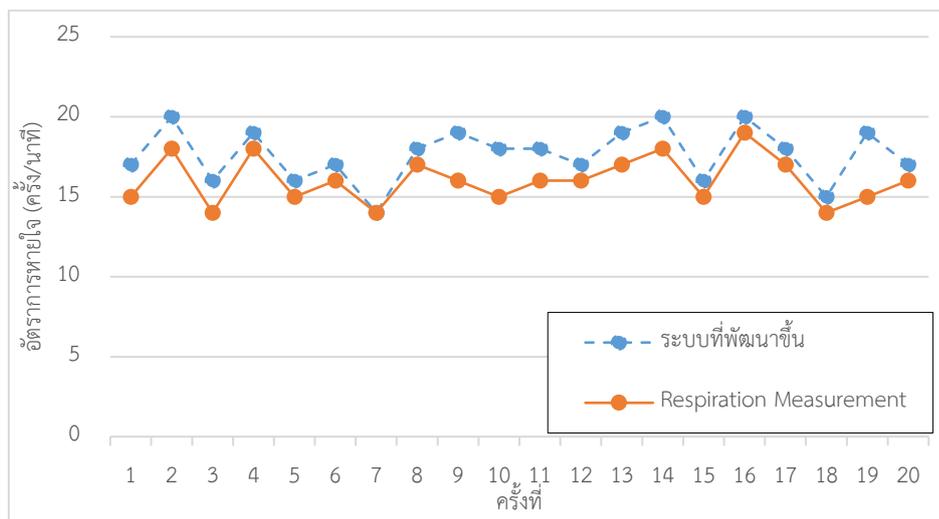
ตารางที่ 4.11 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 10

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	17	15	88.24
2	20	18	90.00
3	16	14	87.50
4	19	18	94.74
5	16	15	93.75
6	17	16	94.12
7	14	14	100.00
8	18	17	94.44
9	19	16	84.21
10	18	15	83.33
11	18	16	88.89
12	17	16	94.12
13	19	17	89.47
14	20	18	90.00
15	16	15	93.75

ตารางที่ 4.11 ต่อ

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
16	20	19	95.00
17	18	17	94.44
18	15	14	93.33
19	19	15	78.95
20	17	16	94.12
เฉลี่ย	17.65	16.05	91.12

จากตารางที่ 4.11 การทดลองหาค่าความแม่นยำของระบบของผู้ทดลองที่ 10 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 20 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 91.12 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.35



ภาพที่ 4.16 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจของผู้ทดลองที่ 10

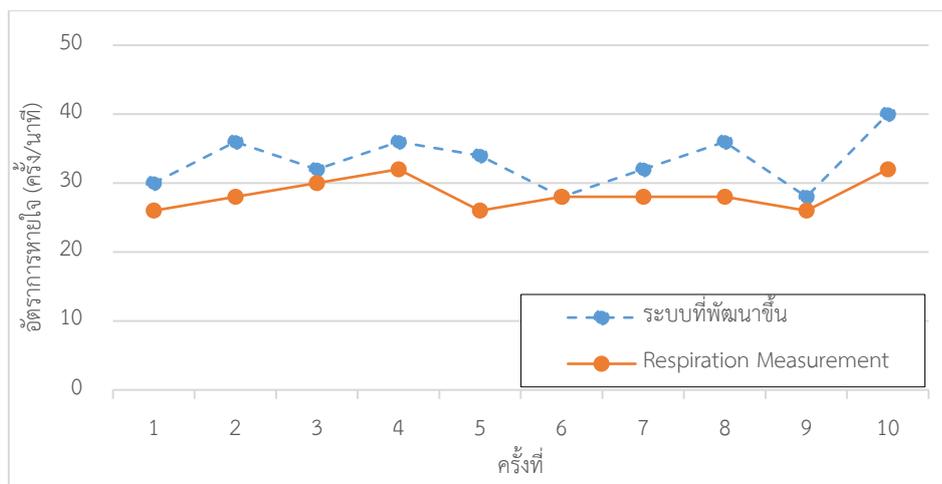
4.3 ทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดพลาดของระบบ

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองจากกลุ่มบุคคลตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 5 คน โดยทำการวัดอัตราการหายใจ เพื่อหาค่าในการวัดค่าปกติและค่าผิดพลาดของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยทำการวิ่งคนละ 2 นาที ซึ่งทำการทดลองจำนวน 5 ครั้ง โดยเปรียบเทียบกับเครื่องวัดอัตราการหายใจ Incentive Spirometer และทำการบันทึกผล จากการทดลองมีการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.12 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดพลาดของผู้ทดลองที่ 1

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	30	26	86.67
2	36	28	77.78
3	32	30	93.75
4	36	32	88.89
5	34	26	76.47
6	28	28	100.00
7	32	28	87.50
8	36	28	77.78
9	28	26	92.86
10	40	32	80.00
เฉลี่ย	33.20	28.40	86.17

จากตารางที่ 4.12 การทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดพลาดของผู้ทดลองที่ 1 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 10 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 86.17 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.12

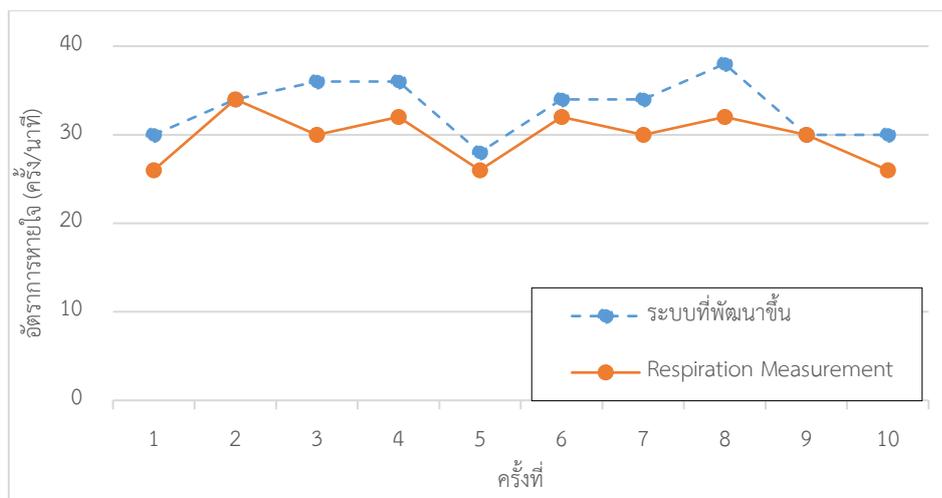


ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิปกติของผู้ทดลองที่ 1

ตารางที่ 4.13 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิปกติของผู้ทดลองที่ 2

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	30	26	86.67
2	34	34	100.00
3	36	30	83.33
4	36	32	88.89
5	28	26	92.86
6	34	32	94.12
7	34	30	88.24
8	38	32	84.21
9	30	30	100.00
10	30	26	86.67
เฉลี่ย	33.00	29.80	90.50

จากตารางที่ 4.13 การทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิปกติของผู้ทดลองที่ 2 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 10 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 90.50 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.26



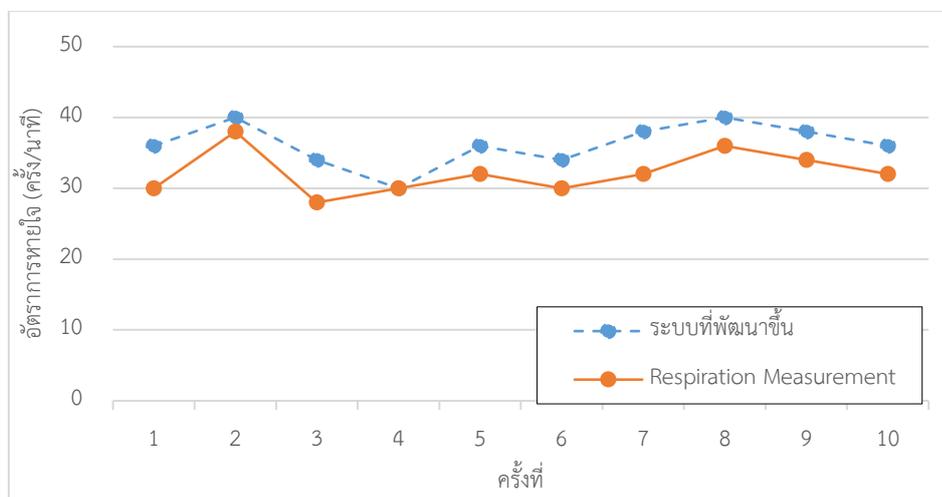
ภาพที่ 4.18 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิปกติของผู้ทดลองที่ 2

ตารางที่ 4.14 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิปกติของผู้ทดลองที่ 3

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	36	30	83.33
2	40	38	95.00
3	34	28	82.35
4	30	30	100.00
5	36	32	88.89
6	34	30	88.24
7	38	32	84.21
8	40	36	90.00
9	38	34	89.47
10	36	32	88.89
เฉลี่ย	36.20	32.20	89.04

จากตารางที่ 4.14 การทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิปกติของผู้ทดลองที่ 3 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 10 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่

พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 89.04 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.04



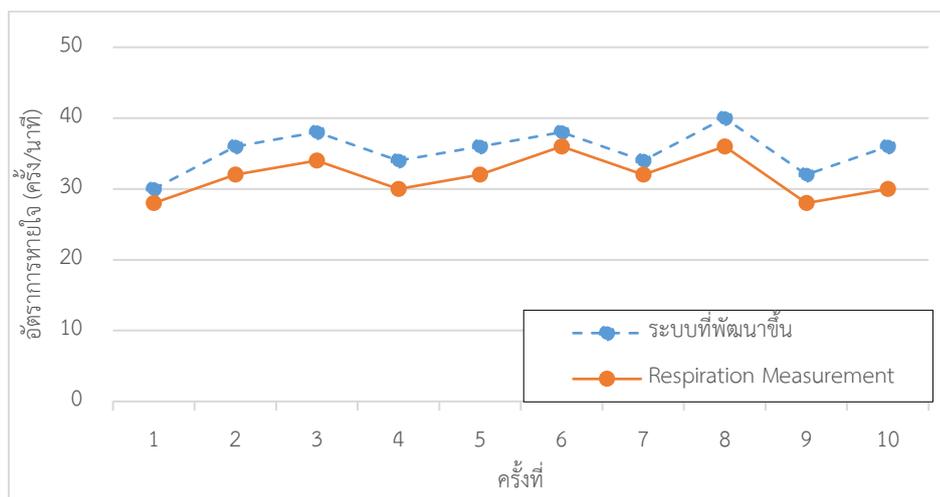
ภาพที่ 4.19 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดปกติของผู้ทดลองที่ 3

ตารางที่ 4.15 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดปกติของผู้ทดลองที่ 4

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	30	28	93.33
2	36	32	88.89
3	38	34	89.47
4	34	30	88.24
5	36	32	88.89
6	38	36	94.74
7	34	32	94.12
8	40	36	90.00
9	32	28	87.50
10	36	30	83.33
เฉลี่ย	35.40	31.80	89.85

จากตารางที่ 4.13 การทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดปกติของผู้ทดลองที่ 4 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive

Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 10 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 90.50 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.26

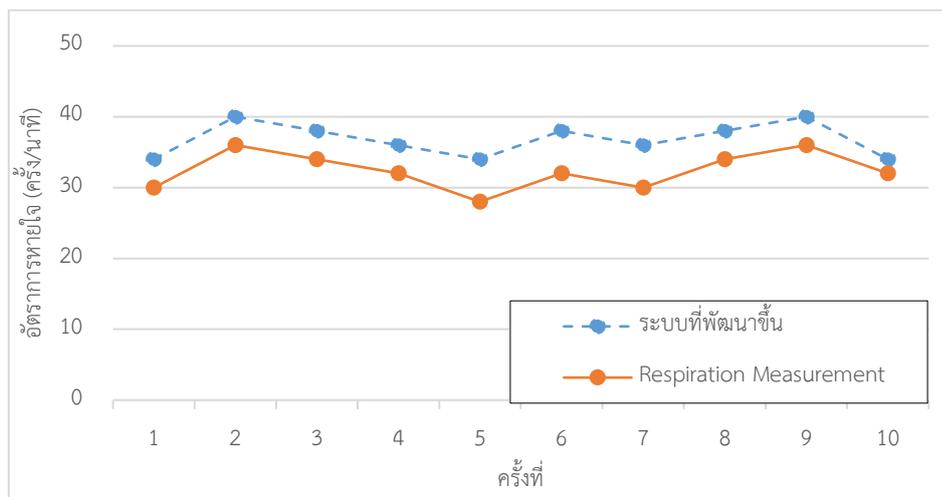


ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดปกติของผู้ทดลองที่ 4

ตารางที่ 4.16 ผลทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดปกติของผู้ทดลองที่ 5

ครั้งที่	ระบบที่พัฒนาขึ้น (ครั้ง/นาที)	Incentive Spirometer (ครั้ง/นาที)	ความแม่นยำ (%)
1	34	30	88.24
2	40	36	90.00
3	38	34	89.47
4	36	32	88.89
5	34	28	82.35
6	38	32	84.21
7	36	30	83.33
8	38	34	89.47
9	40	36	90.00
10	34	32	94.12
เฉลี่ย	36.80	32.40	88.01

จากตารางที่ 4.13 การทดลองหาค่าความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดปกติของผู้ทดลองที่ 5 โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการหายใจของระบบที่พัฒนาขึ้นกับเครื่อง Incentive Spirometer พบว่าในการทดลองจำนวน 10 ครั้ง มีค่าความแม่นยำระหว่างการวัดของระบบที่พัฒนาขึ้นกับ Incentive Spirometer มีค่าความแม่นยำเท่ากับ 88.01 เปอร์เซ็นต์ และความผิดพลาดเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.04



ภาพที่ 4.21 กราฟแสดงความแม่นยำในการวัดอัตราการหายใจแบบผิดปกติของผู้ทดลองที่ 5

4.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์มีบุคคลกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน เพื่อทำการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ได้แก่ การทดลองหาระยะที่ติดตั้งที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งทดลองในช่วงระยะที่ 10 ถึง 200 เซนติเมตร การทดลองหาความแม่นยำของระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ และการทดลองหาค่าในการวัดค่าปกติและผิดปกติของระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ ซึ่งทดลองโดยการเปรียบเทียบกับ Incentive Spirometer ซึ่งใช้บุคคลกลุ่มตัวอย่างทดลองจำนวน 10 คน โดยทดลองจำนวน 10 ครั้ง จะเห็นได้ว่าการทดลองหาระยะที่เหมาะสมที่สุดอยู่ในระยะที่ 70 ถึง 140 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมที่สุดในการติดตั้งอุปกรณ์และการทดลองหาความแม่นยำของระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ ซึ่งทดลองโดยการเปรียบเทียบกับ Incentive Spirometer ซึ่งได้ผลการทดลองของผู้ทดลองที่ 1 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 88.66 เปอร์เซ็นต์ และได้ค่าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.70 ผู้ทดลองที่ 2 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 89.14 เปอร์เซ็นต์ และได้ค่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.43 ผู้ทดลองที่ 3 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย

91.10 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.37 ผู้ทดลองที่ 4 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 90.17 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.29 ผู้ทดลองที่ 5 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 88.37 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.61 ผู้ทดลองที่ 6 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 89.21 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.50 ผู้ทดลองที่ 7 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 89.73 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.38 ผู้ทดลองที่ 8 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 91.30 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.38 ผู้ทดลองที่ 9 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 89.32 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.46 ผู้ทดลองที่ 10 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 91.12 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.35 การทดลองหาค่าในการวัดค่าปกติและผิดปกติของระบบวิเคราะห์อัตราการหายใจด้วยไมโครเวฟเซ็นเซอร์ ซึ่งทดลองโดยการเปรียบเทียบกับ Incentive Spirometer ซึ่งได้ผลการทดลองของผู้ทดลองที่ 1 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 86.17 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8.12 ผู้ทดลองที่ 2 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 90.50 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.26 ผู้ทดลองที่ 3 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 89.04 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.04 ผู้ทดลองที่ 4 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 90.50 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.26 ผู้ทดลองที่ 5 ได้ค่าความแม่นยำเฉลี่ย 88.01 เพอร์เซ็นต์ และได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10.04