สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
# เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต

# COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION
# ON BLOOD CIRCULATION SYSTEM

T061005

โชติรส เอกอุ่น
CHOTIROS AEKAUN

วพ.
ว๕๒๕๗
2548
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....61005
วัน,เดือน,ปี.....- 7 ก.ค. 2549

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2548

ISBN 974-15-1537-5

b.11604055
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# COMPUTER - ASSISTED INSTRUCTION
# ON BLOOD CIRCULATION SYSTEM

CHOTIROS AEKAUN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN EDUCATIONAL TECHNOLOGY

IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2005

ISBN 974-15-1537-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COPYRIGHT 2005**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต |
| **นักศึกษา** | โชติรส เอกอุ่น |
| **รหัสประจำตัว** | 43064521 |
| **ปริญญา** | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา |
| **พ.ศ.** | 2548 |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์** | รศ.ดร. สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ |
| **อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม** | ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล |

## บทคัดย่อ


การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 : 80 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 40 คน สุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลาก จำนวน 20 คน

หลังจากนั้นนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยเนื้อหาบทเรียนแบ่งออกเป็น 3 ตอน ซึ่งในแต่ละตอนจะเป็นส่วนของเนื้อหาและแบบทดสอบท้ายบทเรียน นำข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างมาวิเคราะห์และสรุปผล

ผลการวิจัยสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83 : 80.16 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 : 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Computer - Assisted Instruction on Blood Circulation System |
| **Student** | Miss Chotiros Aekaun |
| **Student ID.** | 43064521 |
| **Degree** | Master of Industrial Education |
| **Programme** | Educational Technology in Vocational and Technical Education |
| **Years** | 2005 |
| **Thesis Advisor** | Associate Professor Dr. Supit Karnjanapun |
| **Thesis Co-Advisor** | Assistant Professor Dr. Chantana Viriyavejakul |


## ABSTRACT

The purposes of this research were to construct and find the effectiveness of the Computer - Assisted Instruction on Blood Circulation System. This research was based on the memory unit chapter only and needed to receive 80 : 80 effectiveness standard criterion and to compare the result between pre - test and post - test scores of subjects studying with Computer - Assisted Instruction. Subjects were 40 Mathayomsuksa 2 students at Benjamatepoutit School, Petchaburi, during the 2004 academic year. Simple random sampling was used to select 20 students were a sample group of this study.

After that take the Computer - Assisted Instruction to test with the sampling. The Instruction has 3 parts were content and post – test after studying then take the data form the sampling to analyzed and concluded.

The research study was concluded that the Computer - Assisted Instruction on Blood Circulation System had the effectiveness at 80.83 : 80.16 as the standard criteria at 80 : 80. In addition, the comparison of the achievement test scores between pre - test and post - test was found that the post – test scores of subjects who studied with Computer - Assisted Instruction were significantly higher than the pre - test scores at .05 level.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.อรรถพร ฤทธิเกิด ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี และ ผศ.อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย ที่กรุณาตรวจสอบกระบวนการวิจัย ให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์จนสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำ ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ทำให้ได้เครื่องมือที่มีความเหมาะสมและคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี เจ้าหน้าที่และอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ผู้เปรียบเสมือนพ่อที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอดในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

โชติรส เอกอุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

**บทคัดย่อภาษาไทย**.....I

**บทคัดย่อภาษาอังกฤษ**.....II

**กิตติกรรมประกาศ**.....III

**สารบัญ**.....IV

**สารบัญตาราง**.....VII

**สารบัญภาพ**.....VIII

**บทที่ 1 บทนำ**.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

1.3 สมมติฐานการวิจัย.....2

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....4

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นของการวิจัย.....5

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....5

**บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**.....7

2.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ).....7

2.2 แผนการเรียนการสอน.....8

2.3 การใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา.....8

2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....9

2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน.....23

2.6 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน.....25

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....43

**บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย**.....44

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....44

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....44

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....52
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....54

**บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**.....58
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....58
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน.....58
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน.....59

**บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ**.....60
5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....60
5.2 สมมติฐานการวิจัย.....60
5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....61
5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....61
5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....61
5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล.....62
5.7 สรุปผลการวิจัย.....63
5.8 อภิปรายผล.....63
5.9 ข้อเสนอแนะ.....65

**บรรณานุกรม**.....67

**ภาคผนวก**.....72
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....73
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....81
ภาคผนวก ค รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....83
ภาคผนวก ง แบบประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....103
ภาคผนวก จ แบบทดสอบหาประสิทธิภาพและวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....106
ภาคผนวก ฉ เนื้อหาบทเรียน.....114

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ช ภาพแสดงหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....128

**ประวัติผู้เขียน**.....137




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

2.1 แผนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว 203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....8

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดพื้นฐานและกระบวนการวัดผลและประเมินผล.....25

3.1 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ.....48

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....58

4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน.....58

4.3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน.....59

ค.1 แสดงการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา.....84

ค.2 แสดงการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....85

ค.3 แสดงน้ำหนักความสำคัญ และความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต.....87

ค.4 แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้อง ( IOC ).....88

ค.5 แสดงสัดส่วนจำนวนแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....90

ค.6 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....91

ค.7 แสดงค่าความยากง่าย ( P ) และอำนาจจำแนก ( D ).....93

ค.8 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน.....95

ค.9 แสดงผลคะแนนรวมจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน.....96

ค.10 แสดงผลคะแนนรวมที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ( แบบฝึกหัด ) และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....98

ค.11 แสดงผลคะแนนรวมที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....100

ง.1 แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา.....104

ง.2 แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....105

ฉ.1 แสดงความแตกต่างระหว่างเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว.....117

ฉ.2 แสดงความแตกต่างระหว่างระบบเลือดอาร์เทอรีกับเส้นเลือดเวน.....121

ฉ.3 เปรียบเทียบเส้นเลือดอาร์เทอรี เส้นเลือดเวน และเส้นเลือดฝอย.....123


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ


ภาพที่ หน้า

2.1 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว.....20

2.2 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง.....20

2.3 แผนผังขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....23

3.1 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....47

ฉ.1 เซลล์เม็ดเลือดแดง.....116

ฉ.2 แสดงแผนภาพขั้นตอนกระบวนการแข็งตัวของเลือด ( blood clotting ) และการจับตัวเป็นกระจุกร่างแหของเกล็ดเลือด.....118

ฉ. 3 แสดงเส้นอาร์เทอรีขนาดต่าง ๆ.....120

ฉ. 4 แสดงเส้นเลือดเวนขนาดต่าง ๆ.....120

ฉ. 5 แสดงการเปิดและปิดลิ้นในเส้นเลือดเวน.....121

ฉ. 6 แสดงเส้นเลือดชนิดต่าง ๆ ด้านตัด และแสดงเส้นเลือดฝอย ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนสารและก๊าซระหว่างเลือดกับเซลล์ของเนื้อเยื่อในร่างกาย.....122

ฉ. 7 แสดงการเชื่อมโยงระหว่างเส้นเลือดอาร์เทอรีโอลกับเส้นเลือดเวนูลของเส้นเลือดฝอย.....122

ฉ. 8 แสดงทางเดินของเลือดผ่านเข้าออกหัวใจ.....125

ฉ. 9 แสดงการหมุนเวียนของเลือดผ่านหัวใจ.....126

ฉ. 10 แสดงระบบการไหลเวียนเลือด.....127



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 203 เป็นวิชาที่ฝึกให้นักเรียนมีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เช่น รู้จักคิด รู้จักไตร่ตรองใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ และยังเป็นวิชาพื้นฐานที่สำคัญที่นักเรียนทุกชั้น ทุกระดับจะต้องเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ จึงได้จัดให้มีการเรียนการสอน วิชา วิทยาศาสตร์ ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นขึ้น เพื่อที่จะให้นักเรียนมีความรู้ทัศนคติ และความเข้าใจที่ดี ซึ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิตนั้น เนื้อหาวิชาค่อนข้างสลับซับซ้อน ทำให้เกิดความยุ่งยากต่อการเรียนการสอน และในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบการหมุนเวียนของโลหิต มีปัญหามากมายหลายประการ และจากที่ผู้วิจัยเคยผ่านการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์นี้มาแล้ว หรือจากการสอบถามจากผู้เรียนรวมทั้งอาจารย์ผู้สอนในรายวิชานี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปปัญหาที่เกิดจากการเรียนการสอนในรายวิชา วิทยาศาสตร์ได้ดังนี้คือ

ประการที่ 1 การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต เป็นเรื่องที่ค่อนข้างเป็นนามธรรม ผู้เรียนไม่สามารถเห็นภาพหรือจินตนาการภาพระบบการหมุนเวียนของโลหิตได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำให้เนื้อหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น และเป็นสื่อที่เร้าความสนใจของผู้เรียนได้ดี ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้มากขึ้น

ประการที่ 2 ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ขาดสื่อที่มีประสิทธิภาพ มีเพียงสื่อแผ่นใสที่ใช้ในการสอน ซึ่งการใช้แผ่นใสผู้เรียนไม่สามารถเห็นขั้นตอนต่างๆ ได้ชัดเจนและภาพไม่ค่อยเหมือนจริง

ถนอมพร เลาหจรัสแสง ( 2542 : 13 ) กล่าวว่า ปัญหาที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเข้ามาช่วยแก้ได้เป็นอย่างดี ส่วนหนึ่งคือ ปัญหาเรื่องภูมิหลังที่แตกต่างกันของผู้เรียน กล่าวคือ ผู้เรียนแต่ละคนย่อมที่จะมีพื้นฐานความรู้ซึ่งแตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถศึกษาตามความรู้ความ สามารถของตน โดยการเลือกลักษณะรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ เช่นความเร็วช้าของการเรียน เนื้อหา และลำดับการเรียนเป็นต้น

สื่อการสอนมีอยู่มากมายหลายประเภท และสื่อการสอนแต่ละชนิดจะมีคุณค่าหรือลักษณะพิเศษในตัวของสื่อการสอนแตกต่างกันออกไป และในการเลือกสื่อการสอนเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนให้ได้ประสิทธิภาพนั้น ผู้สอนควรจะพิจารณาถึงคุณสมบัติของสื่อการสอนแต่ละชนิดและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับกระบวนการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาจะมีรูปแบบแตกต่างกันไปรูปแบบหนึ่งที่นักการศึกษาให้ความสนใจ ได้แก่ การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในด้านการเรียนการสอนซึ่งเรียกโดยทั่วไปว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI ( Computer - Assisted Instruction ) ซึ่งเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัด และการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และที่สำคัญที่สุดคือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการประเมินผลในตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นผลสำเร็จเห็นความเจริญก้าวหน้าของตนในการเรียนรู้ในแต่ละตอนแต่ละหน่วย การเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนผู้สอนได้ด้วย เพราะสามารถใช้สอนแทนครู และสอนผู้เรียนได้จำนวนมาก ๆ ในเวลาเดียวกัน ( บูรณะ สมชัย 2542 : 14 )

ตามเหตุผลดังกล่าวนั้นผู้วิจัยมีความสนใจในการที่จะทำการศึกษา และผลิตสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ว 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต เนื่องจากการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองศึกษาเนื้อหาวิชาและแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกทำ และมีปฏิสัมพันธ์กับการเรียนรู้ได้ดี และการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( CAI ) จะช่วยพัฒนาระบบการสอนของครูอาจารย์ผู้สอน ซึ่งผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญ และความจำเป็นในการพัฒนาสื่อประเภทนี้ขึ้น เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนในห้องเรียน และนำไปสู่กระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

## 1.3 สมมติฐานในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. ผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต มีค่าสูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

### 1.4.1 กรอบแนวคิดด้านเทคนิค

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีผู้กำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ไว้หลายรูปแบบซึ่งมีกระบวนการคล้ายคลึงกัน ได้มีนักวิชาการคอมพิวเตอร์ได้เสนอรูปแบบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ไว้ คือ อำนวย เดชชัยศรี ( 2542 : 116 – 117 )ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาเนื้อหาใหม่ ( tutorial ) โดยดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของ Gagne ′ มีดังนี้คือ

1. เร้าความสนใจ ( Gain Attention )

บทเรียนจะเริ่มด้วยลักษณะการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือการประกอบกันหลาย ๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกันเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจของจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไป

2. บอกวัตถุประสงค์ ( Specify Objectives )

การบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้ว ยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ

3. ทวนความรู้เดิม ( Activate Prior Knowledge )

เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้ว ยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนรู้มาก่อน เพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่อีกด้วย

4. การเสนอเนื้อหา ( Present Information )

การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้น ง่ายและได้ใจความ เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทน ในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือคำเขียนเพียงอย่างเดียว

5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียน CAI ในขั้นนี้ก็ คือ พยายามหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียน นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังจะต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาหาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจ่างชัด และช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจ Concept ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

6. กระตุ้นการตอบสนอง ( Elicit Responses )

หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถาม การตอบในด้านการจำนั้นย่อมจะดีกว่าผู้เรียน โดยการอ่านหรือการคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ ( Provide Feedback )

เป็นการช่วยเร้าความสนใจและเป็นการบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงจุดไหน ห่างจากเป้าหมายเพียงใด

8. ทดสอบความรู้หลังบทเรียน ( Assess Performance )

เป็นการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน ช่วงท้ายบทเรียน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อวัดค่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเท่าใด เพื่อจะได้เตรียมตัวในโอกาสต่อไป

9. การนำความรู้ไปใช้ ( Promote Retention and Transfer )

เป็นการสรุปประเด็นสำคัญในตอนท้ายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน และสามารถนำความรู้ใหม่นี้ไปใช้ได้

ขั้นการสอน 9 ขั้นของ Gagne ' นี้เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนนี่ใช้ได้กว้าง ๆ แต่โดยวัตถุประสงค์ของเทคนิคดังกล่าวนี้ ก็เพื่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ และเทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียน CAI คือ การพยายามทำให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง ดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของคอมพิวเตอร์ ขั้นการสอน 9 ขั้นนี้ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นลำดับที่เรียงไว้ และไม่จำเป็นต้องครบทั้ง 9 ข้อ เพียงปรับเทคนิคการเสนอไม่ให้ซ้ำ ๆ กันจนน่าเบื่อหน่ายก็เป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ผู้ออกแบบ CAI ต้องคำนึงถึง

**1.4.2 กรอบแนวคิดด้านเนื้อหา**

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ซึ่งผู้วิจัยได้นำเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ของกระทรวงศึกษาธิการ ) โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี มาเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ตอนมีดังนี้คือ

ตอนที่ 1 เรื่อง เลือด

ตอนที่ 2 เรื่อง หลอดเลือด

ตอนที่ 3 เรื่อง หัวใจ

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

**1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย**

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

40 คน โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี วิชาวิทยาศาสตร์ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2547 คัดเลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย ( Simple Random Sampling ) จำนวน 20 คนโดยการจับฉลาก

**1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา**

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต

**1.5.3 เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

สร้างขึ้นตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) วิชาวิทยาศาสตร์ ว 203 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1. การเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องปราศจากการชี้แนะจากครูผู้สอน ขณะทำการศึกษา

2. ผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นผู้มีความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ได้ และถือว่าผู้เรียนมีความรู้คอมพิวเตอร์แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการเรียนรู้

3. ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นโปรแกรม Authoring

4. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถของเครื่อง ดังนี้

- หน่วยความจำตั้งแต่ 128 MB ขึ้นไป
- ฮาร์ดดิสก์ที่มีขนาดความจุ 1.2 GB ขึ้นไป
- ติดตั้ง CD ROM Drive ที่มีความเร็วในการอ่านข้อมูล 20X ขึ้นไป
- จอภาพแบบ VGA หรือ Super VGA แสดงสีที่ 256 สีขึ้นไป
- ติดตั้งการ์ดเสียงและลำโพง

## 1.7 คำนิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัยตรงกัน ผู้วิจัยจึงนิยามความหมายและขอบเขตคำศัพท์ที่เป็นคำหลัก ๆ ไว้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( Computer - Assisted Instruction ) หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต เป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

( Interaction ) ระหว่างนักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยนักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองจากการอ่านเนื้อหาในชุดคำสั่ง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

2. นักเรียน หมายถึง นักเรียนที่เรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547

3. วิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง วิชาหนึ่งในหมวดวิชาบังคับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้เวลาเรียน 3 คาบ / สัปดาห์ คาบละ 50 นาที

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักเรียนโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

5. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ประสิทธิภาพของบทเรียนซึ่งวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80 : 80

80 ตัวแรก หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหน่วยย่อย ซึ่งคำนวณมาจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด ซึ่งคำนวณมาจากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ

6. แบบทดสอบ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต โดยมุ่งประเมินผลทางความรู้ของผู้เรียน ทั้งก่อนและหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7. แบบประเมิน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้านคือ

1 ) แบบประเมินด้านเนื้อหา

2 ) แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยศึกษาทั้งด้านหลักการทฤษฎี อีกทั้งผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้าตามหัวข้อต่อไปนี้ คือ

2.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 ) ของกระทรวงศึกษาธิการ

2.2 แผนการเรียนการสอน

2.3 การใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา

2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน

2.6 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## 2.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 )

**จุดประสงค์ วิชา วิทยาศาสตร์**

1. เพื่อให้มีความเข้าใจในหลักการทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้มีความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
4. เพื่อให้เป็นคนมีเหตุผล ใจกว้าง รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเชื่อและใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา รัก สนใจ และใฝ่รู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อม ในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อให้นำความรู้ความเข้าใจใน เรื่อง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1 แผนการเรียนการสอน

**ตารางที่ 2.1** แผนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ว 203 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

| สัปดาห์ที่ | เนื้อหา | เวลาเรียน<br>คาบ / สัปดาห์ |
|---|---|---|
| 1 | การทดสอบสารอาหาร | 3 |
| 2 | สารอาหารที่ให้พลังงาน<br>สารอาหารที่ไม่ให้พลังงาน | 3 |
| 3 | ส่วนประกอบของสารอาหาร | 3 |
| 4 | การกินอาหารให้ถูกสัดส่วน | 3 |
| 5 | โทษของการขาดสารอาหาร | 3 |
| 6 | พลังงานจากสารอาหารกับกิจกรรมต่าง ๆ | 3 |
| 7 | สิ่งเป็นพิษในอาหาร | 3 |
| 8 | การย่อยอาหาร | 3 |
| 9 | การหมุนเวียนของโลหิต | 3 |
| 10 | การกำจัดของเสีย | 3 |
| 11 | การสร้างคุณภาพชีวิต | 3 |
| 12 | การเจริญเติบโตของหญิงและชาย | 3 |
| 13 | การสืบพันธุ์ | 3 |
| 14 | ความผิดปกติของการตั้งครรภ์ | 3 |
| 15 | การผสมเทียม | 3 |
| 16 | การควบคุมจำนวนประชากรมนุษย์ | 3 |
| | รวม | 48 |

ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาเรื่อง การหมุนเวียนของโลหิต ซึ่งอยู่ในสัปดาห์ที่ 9 ของภาคเรียนที่ 1

## 2.3 การใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา

วงการศึกษาเริ่มมีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรกในระยะปลายทศวรรษที่ 1950 ซึ่งในขณะนั้นมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่หลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในด้านบริหาร เช่น ด้านการบัญชีและการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน ขณะเดียวกันก็มีผู้นำคอมพิวเตอร์มาใช้งานเกี่ยวกับการวิจัยการเรียนการสอน การวิจัยทางด้านนี้เรื่องหนึ่งได้แก่ โครงการเพลโต ( PLATO ) ที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ซึ่งเริ่มในปี ค.ศ. 1960 โดยมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน การใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษาได้มีการคิดค้นปรับปรุงเรื่อยมา จนกระทั่งในต้นทศวรรษที่ 1970s โครงการเพลโตจึงได้นำ PLATO IV ซึ่งเป็น Time - Shared Instructional System มาใช้ โดยเป็นระบบการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกันโดยมีศูนย์กลางใหญ่เก็บข้อมูลไว้และมีสาขา ( Terminals ) แยกออกมากมายเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้ การใช้คอมพิวเตอร์นอกจากเพลโตแล้วยังมีการใช้ในระบบต่างๆ เช่น IBM และ TICCIT ซึ่งแพร่หลายขยายตัวออกไปอย่างรวดเร็ว ในกลางทศวรรษที่ 1970 ได้มีบริษัทคอมพิวเตอร์ 3 บริษัท พยายามคิดค้นประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นและประสบผลสำเร็จในปี ค.ศ. 1977 นับเป็นการนำไปสู่การปฏิวัติในการใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา การศึกษาในระดับโรงเรียนทั้งระดับประถม มัธยม และมหาวิทยาลัยก็ได้มีการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้กันอย่างกว้างขวาง ( Alessi and Trollip 1985 : 47 – 50 )

คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้ได้ในงานทุกประเภท เช่น ในวงการธุรกิจ การแพทย์ และ อุตสาหกรรม เป็นต้น สำหรับในวงการศึกษานั้นนับว่าเพิ่งเริ่มมีการใช้กันอย่างแพร่หลายเมื่อไม่นานมานี้เองเมื่อมีการประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใช้งาน เนื่องจากเป็นเครื่องที่มีขนาดเล็กและราคาไม่สูงเกินไปนักที่สถาบันการศึกษาต่างๆ จะซื้อมาไว้ใช้ได้ การนำคอมพิวเตอร์ซึ่งนับว่าเป็นนวกรรมอย่างหนึ่งมาใช้ในวงการศึกษานั้น สามารถใช้ได้ทั้งในด้านการบริหารและใช้ในด้านการเรียนการสอนที่เรียกว่า " Computer-Based Instruction : CBI " คือการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการสอน เพื่อให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียน CBI แบ่งออกเป็นคอมพิวเตอร์จัดการสอน ( CMI ) และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( CAI )

## 2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.4.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน คือ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือ หรือเป็นตัวกลางที่จะช่วยนักเรียนให้เรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมต่างๆ ที่สร้างไว้ในแต่ละเนื้อหาแต่ละวิชาและนำโปรแกรมเหล่านั้น ไปสอนโดยผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ คำว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาจากคำในภาษาอังกฤษว่า Computer - Assisted Instruction : CAI และนอกจากคำนี้แล้วยังมีคำอื่นๆ อีกที่มีความหมายเดียวกัน เช่น

Computer – Aided Instruction ( CAI )

Computer – Assisted Learning ( CAL )

Computer – Aided Training ( CAT )

Computer – Based Instruction ( CBI )

Computer – Based Learning ( CBL )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Computer – Based Education ( CBE )

Computer – Based Training ( CBT )

( Harley . 1987 : 151; Stolurow . 1971 : 394 ; ทักษิณา สวนานนท์ . 2530 : 215 )

CAT และ CBT นิยมใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ให้ความสำคัญที่ผู้สอน

CAL และ CBE นิยมใช้ในประเทศอังกฤษและยุโรป ให้ความสำคัญที่ผู้เรียน

CAI นิยมใช้ในประเทศไทย

ส่วนด้านความหมายนั้นมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลากหลายดังนี้

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ ( 2541 : 52 ) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นกลวิธีการสอนที่เน้นการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

สุกรี รอดโพธิ์ทอง ( 2532 : 32 ) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( Computer - Assisted Instruction) หรือที่เรียกย่อๆ ว่า CAI นั้น หมายถึง บทเรียนที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งและบันทึกลงในจานแม่เหล็ก เพื่อให้ผู้เรียนนำไปศึกษาเนื้อหาใหม่ทบทวน หรือทดสอบเนื้อหาที่ศึกษามาแล้วโดยผ่านทางจอภาพ ลักษณะบทเรียนจะเน้นการศึกษารายบุคคล และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และเลือกตัดสินใจโดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์

ขนิษฐา ชานนท์ ( 2531 : 8 ) อธิบายความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( CAI : Computer - Assisted Instruction ) หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัดและการทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า คอร์สแวร์ ( Courseware ) ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและกราฟิกสามารถถามคำถามรับคำถามตอบจากผู้เรียน ตรวจคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลป้อนกลับให้แก่ผู้เรียน

นุชนาฏ ฐิติโภคา ( 2529 : 12 ) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอนนักเรียนเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน และฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา บางบทเรียนการเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์จะดำเนินอย่างเป็นระบบ คอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน ยังเป็นเครื่องมือสนองความแตกต่างของความสามารถระหว่างบุคคลของนักเรียนได้อีกด้วย

กำพล ดำรงค์วงค์ ( 2528 : 150 ) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวเป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ ( Interactive ) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ในการใช้คอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีซอฟท์แวร์บทเรียนคอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายบทเรียนโปรแกรม ( Programmed Instruction )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sipplo ( 1981 : 77 ) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง การประยุกต์คอมพิวเตอร์ซึ่งได้ถูกนำมาช่วยในการเรียนของนักเรียน การประยุกต์นี้เป็นการโต้ตอบระหว่างนักเรียน และขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์ซึ่งจะสามารถบอกข้อบกพร่องของนักเรียนได้เมื่อกระทำผิดพลาด

Splittgerber ( 1979 : 20 ) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ กระบวนการสอนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอบทเรียนแบบโต้ตอบ ( Interaction Mode ) เพื่อก่อให้เกิดการเรียนแบบเอกัตบุคคลสำหรับผู้เรียนแต่ละคน ได้แก่การฝึกทักษะ การสอนแบบตัวต่อตัว สถานการณ์จำลอง เกมและการแก้ปัญหา

Prenis ( 1977 : 20 ) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน โดยในขณะที่มีการเรียนการสอนเกิดขึ้นอยู่จะมีการตอบสนองของนักเรียน โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามให้ คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้ หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้แก่นักเรียนได้

**2.4.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการเรียนการสอนมีหลายรูปแบบหลายประเภท ซึ่งนักวิชาการและนักการศึกษา ได้จำแนกประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็นรูปแบบต่างๆ ดังนี้

1. แบ่งตามระดับความซับซ้อน Chamber ( 1983 : 108 ) จำแนกประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งแบ่งตามระดับความซับซ้อน ได้ 2 ประเภท

1.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบง่าย ( Simplistic CAI ) ได้แก่ คอมพิวเตอร์ที่เขียนโดยภาษาคอมพิวเตอร์ง่ายๆ ใช้ฮาร์ดแวร์น้อย มักมีข้อจำกัดในการสร้างภาพ ( Graphic ) และไม่สามารถทำการคำนวณที่ซับซ้อนได้

1.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซับซ้อน ( Complex CAI ) ได้แก่ คอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงในการสร้างภาพ คำนวณ และอื่นๆ ใช้เวลาในการสร้าง และต้องใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ซับซ้อน

2. แบ่งตามบทบาทที่มีต่อการเรียนการสอน Chamber ( 1983 : 108 ) จำแนกประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งแบ่งตามบทบาทที่มีต่อการเรียนการสอนได้ 2 ประเภทเช่นกัน คือ

2.1 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสมทบ ( Adjunct CAI ) ทำหน้าที่แทนการสอนปกติ บทเรียนที่ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสมทบ มักจะมีความยาวประมาณกว่าครึ่งชั่วโมงเนื้อหาบทเรียนมักเป็นการเสริมความเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลัก ( Primary CAI ) ทำหน้าที่แทนการสอนปกติสามารถใช้สอน โดยไม่ต้องมีการเสริมการสอนปกติในชั้นเรียน ความยาวของบทเรียนจะมากกว่าหนึ่งชั่วโมง คอมพิวเตอร์ชนิดนี้ไม่ค่อยเป็นที่รู้จักและเข้าใจในวงการศึกษา

2.3 แบ่งตามวิธีการและขั้นตอนการสร้างที่แตกต่าง มีนักวิชาการและนักการศึกษาทั้งต่างประเทศและในประเทศไทย ได้จัดแบ่งประเภทลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่างๆ คล้ายคลึงกัน พอจะสรุปได้ดังนี้ ( ผดุง อารยะวิญญู. 2527 : 42 – 47 ; ทักษิณา สวนานนท์. 2530 : 216 – 220 )

1. ใช้เพื่อการสอน ( Tutoring ) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาในลักษณะของบทเรียน โปรแกรมเป็นการเลียนแบบการสอนของครู กล่าวคือจะมีบทนำ ( Introduction ) และมีคำอธิบาย ( Explanation ) ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบายและแนวคิดที่จะสอน หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถาม ( Question ) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในแง่ต่างๆมีการแสดงการป้อนกลับ ( Feedback ) ตลอดจนมีการเสริมแรง (Reinforcement ) สามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปเรียนบทเดิมหรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถบันทึก ( Records ) การกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับนักเรียนบางคนได้

2. การฝึกและการปฏิบัติ ( Drill and Practice ) แบบการฝึกและปฏิบัตินี้ ส่วนใหญ่จะใช้เสริมเมื่อครูผู้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์เพื่อวัดระดับหรือให้นักเรียนมาฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วยคำถามคำตอบที่จะให้นักเรียนทำการฝึกและปฏิบัติ การเตรียมคำถามคำตอบจะต้องเตรียมไว้มากๆ ซึ่งผู้เรียนควรจะได้สุ่มขึ้นมาเอง โดยไม่สามารถจำคำตอบหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนหรือจำได้จากการทำครั้งแรก อาจต้องใช้หลักจิตวิทยาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากทำ และตื่นเต้นกับการทำแบบฝึกหัดนั้น ซึ่งอาจแทรกรูปภาพเคลื่อนไหวหรือคำพูดโต้ตอบรวมทั้งอาจมีการแข่งขัน เช่น จับเวลา หรือสร้างรูปแบบให้ตื่นเต้นจากการมีเสียง เป็นต้น

3. การแก้ปัญหา ( Problem Solving ) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้จะเน้นให้ฝึกความคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือน้ำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อเช่นในวิชา วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหา ผู้เรียนอาจต้องทดเลขในกระดาษคำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ ซึ่งการทำเช่นนี้ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข. แปลว่าใช้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค. แปลว่าคำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่าไม่เข้าใจเลย เป็นต้น การแก้ปัญหาบางอันกว่าที่ผู้เรียนจะตอบได้ จะต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหา เพราะเป็นการคำนวณที่ซับซ้อนเป็นการวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์เพียงไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สถานการณ์จำลอง ( Simulation ) โปรแกรมประเภทนี้เป็นโปรแกรมที่จำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน โดยมีเหตุการณ์สมมติต่างๆ อยู่ในโปรแกรมและนักเรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือจัดกระทำ ( Manipulate ) ได้สามารถมีการโต้ตอบและมีตัวแปรหรือทางเลือกให้หลายๆ ทาง เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกได้อย่างสุ่มเพื่อศึกษาผลที่เกิดจากทางเลือกเหล่านั้น นอกจากนี้ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่หลายวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนไหวของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสง และการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมี รวมทั้งชีววิทยาที่ต้องใช้เวลานาน หลายวันจึงปรากฏผลปัญหาเหล่านั้น สามารถใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบให้ผู้เรียนได้เห็นและเข้าใจได้ง่าย

5. เกม ( Games ) เกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้น เป็นสิ่งที่ใช้เพื่อความเร้าใจผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โปรแกรมประเภทนี้นับเป็นแบบพิเศษของแบบจำลองสถานการณ์โดยมีเหตุการณ์ที่มีการแข่งขัน ซึ่งสามารถที่จะเล่นได้โดยนักเรียนเพียงคนเดียวหรือหลายคน มีการแข่งขันและการร่วมมือ มีการให้คะแนน มีการแพ้ชนะ อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมนี้ต้องระวังให้มีคุณค่าทางการศึกษา โดยต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และขบวนการที่เหมาะสมกับหลักสูตร

6. บทสนทนา ( Dialogue ) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือพยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าแทนที่จะใช้เสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพ แล้วมีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาเคมี อาจถามหาสารเคมีบางชนิด ผู้เรียนอาจโต้ตอบด้วยการใส่ชื่อสารเคมีให้เป็นคำตอบ หรือบทเรียนสำหรับนักศึกษาแพทย์ อาจเป็นการสมมติภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีรักษาให้ก็ได้

7. การสาธิต ( Demonstration ) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่าเพราะให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงามตลอดทั้งสีและเสียงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาตร์ได้หลายแขนง เช่น สาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ การหมุนเวียนของโลหิต การสมดุลของสมการ เป็นต้น

8. การทดสอบ(Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มักต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักต่างๆคือการสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบและการจัดการให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

9. การไต่ถาม ( Inquiry ) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่ายๆที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เพียงแต่กดหมายเลขหรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้นๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขของผู้เรียนนี้ จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงแหล่งข้อมูลซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10. แบบรวมวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกัน ( Combination ) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ตามธรรมชาติของการเรียนการสอนซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลายๆแบบ ความต้องการนี้จะมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบหรือภารกิจต่างๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นอาจมีลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เกม ( Games ) การไต่ถาม( Inquiry ) รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา (Problem Solving) ก็เป็นได้

3. แบ่งตามลักษณะการนำเสนอเนื้อหา อำนวย เดชชัยศรี ( 2542 : 112 – 114) ได้กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งตามลักษณะเนื้อหาได้ 4 ลักษณะ คือ

3.1 บทเรียนชนิดโปรแกรมการสอนเนื้อหารายละเอียด ( Tutorial Instruction ) บทเรียนนี้จะมีลักษณะเป็นกิจกรรมเสนอเนื้อหา โดยจะเริ่มจากบทนำซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน หลังจากนั้นเสนอเนื้อหาโดยให้ความรู้แก่ผู้เรียนตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนกำหนดไว้และมีคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนตอบโปรแกรมในบทเรียนจะประเมินผลคำตอบของผู้เรียนทันที ซึ่งการทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะวนซ้ำ เพื่อให้ข้อมูลย้อนกลับจนจบบทเรียน

3.2 บทเรียนชนิดโปรแกรมฝึกทักษะ ( Drill and Practice ) บทเรียนนี้จะมีลักษณะให้ผู้เรียนฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ

3.3 บทเรียนชนิดโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ( Simulation ) มีลักษณะเป็นแบบจำลองเพื่อฝึกทักษะและการเรียนรู้ใกล้เคียงกับความจริง ผู้เรียนไม่ต้องเสียงภัยและเสียค่าใช้จ่ายน้อย

3.4 บทเรียนชนิดโปรแกรมเกมการศึกษา ( Education Game ) มีลักษณะเป็นการกำหนดเหตุการณ์วิธีการ และกฎเกณฑ์ ให้ผู้เรียนเลือกเล่นและแข่งขัน การเล่นเกมจะเล่นคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ การแข่งขันโดยการเล่นเกม จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เล่นมีการติดตาม ถ้าหากเกมดังกล่าวมีความรู้สอดแทรกก็จะเป็นประโยชน์ดีมาก แต่การออกแบบบทเรียนชนิด เกมการศึกษาค่อนข้างทำได้ยาก

**2.4.3 คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

วัลลภ พัฒนพงศ์ ( 2538 : 35 ) กล่าวว่า การนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษาโดยเฉพาะนำมาใช้ในการเรียนการสอนในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ปรากฏว่ามีการยอมรับกันในหมู่นักวิชาการและนักศึกษาและได้มีการทำการค้นคว้าวิจัยเพื่อค้นหาคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อผู้เรียนหลายประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรีชา จุลชัยวรกุล ( 2538 : 14 ) ได้รวบรวมคุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. เป็นการลดปัญหาในชั้นเรียน ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนเอง เนื่องจากผู้เรียนมีพื้นฐานการเรียนรู้ที่ต่างกัน และระดับพื้นฐานการศึกษาที่ต่างกัน ผู้สอนจะได้มีเวลาว่างพอที่จะแนะนำ และกวดวิชาการเรียนได้มากยิ่งขึ้น

2. เป็นวิธีการสอนที่ดีกว่าหลายๆ วิธีในการเรียนการสอนปกติและจัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนที่ดีเพราะสามารถสาธิตหรือแสดงในสิ่งที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนได้ดีกว่าสื่อชนิดอื่นๆ

3. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน ทำให้การสอนมีคุณภาพและมาตรฐานเดียวกันตลอดเวลาถึงแม้จะต่างเวลาและต่างสถานที่กันก็ตาม เป็นการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคลที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในสภาพปัจจุบัน เมื่อคำนึงถึงมาตรฐานเป็นเกณฑ์

4. สามารถให้แรงเสริม ( Reinforcement ) ได้อย่างรวดเร็วตรงไปตรงมา ด้วยความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้รับรู้และได้ตอบกับคอมพิวเตอร์ในบทเรียนนั้นๆ ด้วยความสนุกสนาน ตื่นเต้นตลอดเวลา ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5. ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน ลดความจำเป็นในการใช้ผู้สอนที่ทรงคุณวุฒิและเชี่ยวชาญเฉพาะอย่าง ลดความจำเป็นในการเสี่ยงอันตรายในการทดลองที่จะเกิดอันตรายได้ง่าย

6. เป็นการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการเรียนการสอนการวางแผนหลักสูตรการประเมินผลการเรียนการสอน

7. ให้ความสะดวกต่อผู้เรียนให้มีสิทธิเลือกเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและความต้องการของผู้เรียน

8. ผู้เรียนสามารถรับรู้ผลการเรียนของตนเองได้ด้วยตนเองตลอดเวลา ที่เรียนกับคอมพิวเตอร์

9. เป็นการเปิดโอกาสให้กับผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกเนื้อหาที่ตนเองต้องการเรียนรู้ และเลือกรูปแบบโปรแกรมที่ตนเองถนัดและต้องการ

10. เป็นการนำเสนอบทเรียนที่มีประสิทธิภาพให้มีการเรียนรู้ทีละน้อยจากง่ายไปหายากและผู้เรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตนเองอย่างจริงจัง เพราะไม่สามารถเปิดไปดูคำเฉลยล่วงหน้าก่อนได้

11. เป็นการเสนอบทเรียนลักษณะการสอนซ่อมเสริมได้ตลอดเวลา เพราะเมื่อผู้เรียนไม่สามารถทำแบบฝึกหัดหรือข้อทดสอบได้ผ่านเกณฑ์ที่โปรแกรมกำหนดไว้ คอมพิวเตอร์ก็จะนำเสนอบทเรียนซ้ำอีก หรือเสนอบทเรียนในลักษณะอื่นที่กำหนดไว้ในโปรแกรมจนกว่าผู้เรียนจะเรียนรู้จนผ่านจุดประสงค์ในแต่ละจุดประสงค์นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hall (1982 : 326) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อครูผู้สอนไว้ดังนี้

1. ลดชั่วโมงการสอนเพื่อจะได้ปรับปรุงการสอน

2. ลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน

3. มีเวลาศึกษาตำรา งานวิจัย และพัฒนาความสามารถให้มากยิ่งขึ้น

4. ช่วยการสอนในชั้นเรียน สำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้ระบบคอมพิวเตอร์แทน

5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมสำหรับหลักสูตร และวัสดุเพื่อการศึกษา

6. เพิ่มวิชาสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักศึกษา

7. ช่วยพัฒนาทางวิชาการ

8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตรตามหลักวิชาการ

9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนได้เท่าที่จะเป็นได้ เช่น จัดนิทรรศการ การฝึกหัดดนตรี ช่วยแก้ไขปัญหาของผู้เรียนเกี่ยวกับสถาปัตย์

นอกจากนี้ ฮอลล์ ( Hall ) ยังได้กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการสอนไว้ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มีแบบแผน สามารถตรวจสอบและเป็นบทเรียนที่มีคุณภาพสูงสำหรับผู้เรียน

2. ช่วยพัฒนาความก้าวหน้าของการเรียน ข้อมูลที่ได้จากผู้เรียนนั้นจะถูกนำมาปรับปรุงหลักสูตร

3. ช่วยลดเวลาในการเรียนการสอน

4. หลักสูตรที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถส่งเสริมการสอนได้

**2.4.4 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ ( 2536 : 138 – 139 ) ได้รวบรวมข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลา และความสามารถ และครูผู้รู้เนื้อหาวิชาแต่ไม่สามารถสร้างโปรแกรม CAI ได้ด้วยตนเอง การพึ่งพาโปรแกรมเมอร์ยังคงต้องพบอุปสรรคอยู่

2.โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนเนื้อหาบางเนื้อหาในระดับขั้นสูงๆ ของ Cognitive Domain ได้ ทั้งนี้ยังไม่รวมถึง Affective Domain และ Psychomotor Domain ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง


3. เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเกิดขึ้นแล้วกับบางสังคมทำให้ความกระตือรือร้น และแรงจูงใจที่จะเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ลดลงบางครั้งให้ผลตรงข้ามผู้เรียนไม่ชอบที่จะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์อีกต่อไป

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะผู้เรียนใช้เวลาและทักษะของการโต้ตอบกับเครื่องมากกว่าผู้สอน หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนเดียวกัน

5. ผู้เรียนบางประเภทโดยเฉพาะในกลุ่มใหญ่ไม่ชอบที่จะเรียนตามลำดับขั้น หรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะมีหลักการในการออกแบบให้เรียนเป็นขั้นเป็นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแบบแผนของการเรียนกับผู้เรียน

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลง แต่สิ่งแวดล้อมในการเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่และฐานข้อมูลต่างๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องถิ่นชนบทห่างไกลความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

7. ในประเทศไทย ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจน Programmer จะสร้างงาน CAI ยังขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่างๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขาย Software จะมี CAI น้อยเมื่อเทียบกับ Software ทางด้านธุรกิจ

8. ผู้เรียนและผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังมากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไป แต่ผลกลับคืนที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวังและธรรมชาติของการนำ CAI มาใช้ประกอบด้วยปัจจัยอื่นๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเริ่มต้นก็จะให้สัดส่วนของการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่ต้องการจ่ายเงินลงทุนกับการใช้ CAI

9. โปรแกรมที่ออกแบบใช้เพื่อ CAI ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่ Programmer จะสามารถทำให้บทเรียน CAI ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ส่วนมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบที่ผู้สร้าง Program ได้ทำไว้

10. ปัญหาทางด้านเทคนิคของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบการเรียน CAI คุณภาพของสินค้าที่ผลิตออกมาจากแหล่งต่างๆ มีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลง กลไกการตลาดทำให้ผู้ใช้ได้สอนค้าด้อยคุณภาพทั้งๆ ที่จ่ายไปในราคาคุณภาพ นอกจากนี้ Program ที่ออกวางขายและอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนา Program ที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61005

**2.4.5 การออกแบบ การสร้างและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Robert Gagne' นั้นมีอยู่ทั้งหมด 9 ขั้นตอน ( อำนวย เดชชัยศรี. 2542 : 116 – 117 )

1. เร้าความสนใจ ( Gain Attention ) เป็นการสร้างบทเริ่มต้นของกิจกรรมที่เรียนนั่นเอง โดยผู้เรียนสนใจเนื้อหาบนจอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์

2. บอกวัตถุประสงค์ ( Specify Objectives ) จะช่วยให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและรู้เค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนโดยผู้เรียนจะสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้อง และสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. ทบทวนความรู้เดิม ( Activate Prior Knowledge ) ไม่จำเป็นต้องทำแบบทดสอบเสมอไป แต่จะใช้วิธีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียนในรูปแบบต่างๆ ก็ได้ เช่น พูดคุย ซักถาม เป็นต้น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ ( Present New Information ) การเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดสั้นๆ ง่ายๆ ได้ใจความชัดเจน จะเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การอาศัยภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูดหรืออ่านเพียงอย่างเดียว

5.การชี้แนวทางในการเรียนรู้ ( Guide Learning ) หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพยายามใช้เทคนิคในการกระตุ้น ให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาโดยเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่

6. กระตุ้นการตอบสนอง ( Elicit Response ) หลายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ต่างก็มีความสอดคล้องในลักษณะสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ในแง่ของการเรียนผู้เรียนควรมีโอกาสร่วมคิดและร่วมกันฝึกปฏิบัติให้เกิดทักษะ

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ ( Provide Feedback ) เป็นการช่วยเร้าความสนใจและเป็นการบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่จุดไหน ห่างจากเป้าหมายเพียงใด

8. มีการทดสอบความรู้ ( Assess Performance ) จะเห็นการทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียน ช่วงท้ายบทเรียน เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อวัดค่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเท่าใด เพื่อจะได้เตรียมตัวในโอกาสต่อไป

9. การจำแนกและการนำไปใช้ ( Promote Retention ) เป็นขั้นตอนของการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญรวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน

สุวิทย์ ไวยกุล ( 2538 : 24 – 28 ) ได้รวบรวมวิธีการสร้างและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีวิธีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิเคราะห์เนื้อหา ทำการเลือกสรรเนื้อหาวิชาที่จะนำมาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องประชุมปรึกษาหารือ มีการประสานกับผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา ( Concept Expert ) โดยมีข้อพิจารณาเลือกเนื้อหาที่มีการฝึกทักษะทำซ้ำบ่อยๆ มีภาพประกอบ เลือกเนื้อหาที่คิดว่าประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่าวิธีเดิม เนื้อหาบางอย่างสามารถจำลองอยู่ในรูปการสาธิตได้ มีการจัดลำดับเนื้อหาอย่างง่ายๆคือ

1.1 บทนำ

1.2 ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม

1.3 ลำดับและความสำคัญก่อนหลังของเนื้อหา

1.4 ความต่อเนื่องของเนื้อหาแต่ละบล็อกหรือเฟรม

1.5 ความยากง่ายของเนื้อหา

1.6 เลือกและกำหนดสิ่งที่ช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้พิจารณาในแต่ละกิจกรรมต้องการสื่อชนิดใดแล้วระบุในกิจกรรมนั้น

2. ศึกษาความเป็นไปได้ เป็นการศึกษาโปรแกรมสำหรับสร้างงานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากที่ได้เลือกและวิเคราะห์เนื้อหาตอนใด สำหรับเป็นการสร้างบทเรียน ต้องปรึกษากับฝ่ายเทคนิคหรือผู้เขียนโปรแกรม โดยพิจารณาว่าบุคลากรมีความรู้พอที่จะพัฒนาโปรแกรมได้ตามความต้องการหรือไม่ และใช้ระยะเวลานานในการพัฒนามากกว่าเท่าใด ซอฟท์แวร์ ( Software) สำหรับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการแบ่งอย่างกว้างๆไว้ดังนี้

2.1 โปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ ( Programming Language ) เป็นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้น ผู้สร้างจะต้องเป็นโปรแกรมเมอร์ที่มีความชำนาญการ และมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมภาษาใดภาษาหนึ่ง เช่น ภาษาเบสิก ( Basic ) ภาษาปาสคาล ( Pascal ) ภาษาซี ( C ) หรือโปรลอก ( Prolog ) สามารถสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ทุกลักษณะที่ต้องการ และกำหนดรายละเอียดปลีกย่อยของบทเรียนได้ตามความประสงค์ แต่วิธีการนี้จำเป็นต้องลงทุนสูง ต้องใช้ทั้งเงินและเวลาในการพัฒนามากขึ้น

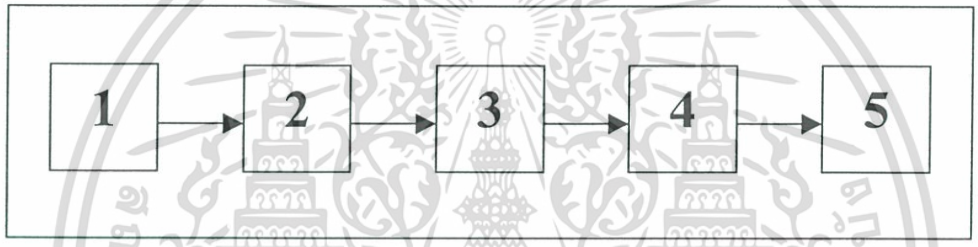
2.2 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูป หรือโปรแกรมสร้างบทเรียน เป็นลักษณะโปรแกรมที่สามารถนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ โดยไม่ต้องเสียเวลากับการเขียนโปรแกรม อาจเรียกว่า Authoring software ผู้สร้างไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องภาษาคอมพิวเตอร์ เพียงแต่เลือกลักษณะของบทเรียนตามแบบที่โปรแกรมได้ออกแบบไว้ล่วงหน้า และบรรจุเนื้อหาลงไปตามรูปแบบที่โปรแกรมกำหนดไว้ โปรแกรมประเภทนี้ได้แก่ Toolbook , Authorware ฯลฯ

3. กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรม ระบุความรู้พื้นฐานของผู้เรียนว่าต้องการทราบอะไรบ้างก่อนที่จะมาใช้โปรแกรม สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนหลังการใช้โปรแกรมว่าผู้เรียนควรรู้อะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

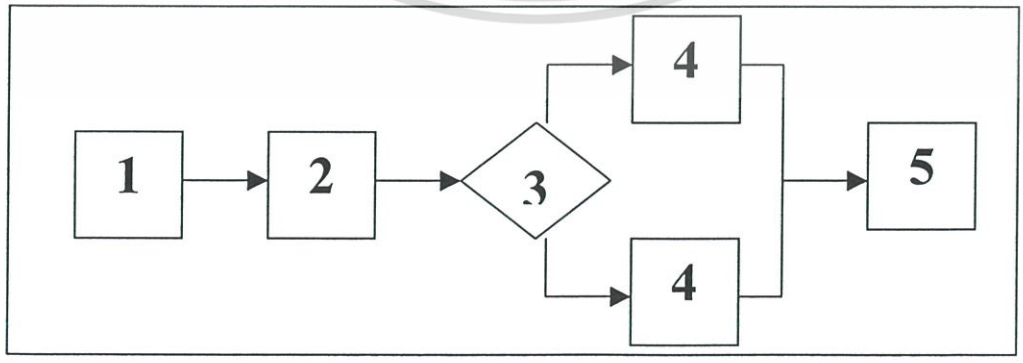
4. ลำดับขั้นตอนการทำงาน นำเนื้อหาจากการวิเคราะห์และสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนมาผสมผสานเรียงลำดับ โดยการเขียนผังงาน ( Layout Content ) เพื่อแสดงการเริ่มต้นและจุดจบของเนื้อหา แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงของบทเรียน แสดงปฏิสัมพันธ์ของเฟรมต่างๆของบทเรียน และเลือกวิธีการเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีลักษณะ 2 รูปแบบ คือ

4.1 ทางเดียว ( Linear Program ) การนำเสนอลักษณะเป็นการสร้างกรอบ ที่มีลำดับการตอบสนองต่อเนื่อง ซึ่งเป็นเทคนิควิธีการที่สร้างง่ายและใช้ง่าย ประกอบด้วยเนื้อหาหรือกรอบคำถามเรื่องต่อกันไปเรื่อยๆ ในทิศทางเดียวผู้เรียนจะได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด จะไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีความสามารถแตกต่างกัน คือต้องเรียนกรอบทุกกรอบมาทีละกรอบเหมือนกันทุกคน




**ภาพที่ 2.1** แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

4.2 แบบแตกกิ่ง ( Branching Program ) เป็นการนำเสนอที่ได้รับความนิยมจากผู้เรียนมากกว่าแบบเส้นทางเดียว เพราะมีลักษณะที่ท้าทายและน่าสนใจกว่า เหมาะต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ทางเลือกตามระดับความรู้ความเข้าใจและขีดความสามารถของผู้เรียน เทคนิควิธีนี้จะมีทางเลือกให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจเลือกอยู่เป็นระยะ เมื่อผู้เรียนเลือกเข้าไปเรียนแล้วอาจมีทางเลือกย่อยต่อไปอีกตามลักษระของการออกแบบ




**ภาพที่ 2.2** แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเลือกรูปแบบการนำเสนอแล้ว วางแนวทางนำเสนอในรูปของสตอรี่บอร์ด ( Storyboard ) และโฟว์ชาร์ท ( Flow Chart ) โดยออกแบบสำหรับการแสดงบนจอภาพและแสดงผลให้เหมาะสมกับวัย กราฟิกต่างๆ เช่น ขนาดและแบบตัวอักษร การตอบสนองและการโต้ตอบ เช่น คำติ คำชม แรงเสริมต่างๆ การจัดเฟรมแต่ละหน้าจอการให้สี แสง ภาพ ลายในการเรียนโดยใช้หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ การชี้แนะแบบฝึกหัด และการประเมินความสนใจ

5. การสร้างโปรแกรม เป็นการสร้างภาพที่ได้ออกแบบไว้ในกระดาษเป็นเฟรมต่างๆ ของบทเรียน และการนำเสนอในรูปแบบสตอรี่บอร์ด ( Storyboard ) ให้แสดงเป็นภาพและกราฟิกบนจอมีการจัดตำแหน่ง และขนาดของเนื้อหา การแสดงข้อความวิธีการใช้บทเรียน โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง หรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะ โดยมีการตรวจแก้ไขข้อผิดพลาด เนื่องจากการเขียนภาษาคำสั่งผิดไม่ตรงกับข้อกำหนดของภาษานั้น หรือผิดพลาดจากขั้นตอนที่ผู้เขียนเข้าใจคลาดเคลื่อน

6. ทดสอบการทำงาน หลังจากที่ได้มีการตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมเรียบร้อยแล้วนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างไปให้ครูผู้สอนเนื้อหาตรวจความถูกต้องบนจอภาพ อาจมีการแก้ไขโปรแกรมในบางส่วน และนำไปทดสอบกับผู้เรียนในสภาพการณ์ใช้งานจริง เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม และหาข้อบกพร่องที่ผู้ออกแบบคาดไม่ถึง เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นกลับมาปรับปรุงต้นฉบับ และแก้ไขโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยอาศัยวิธีทางสถิติ

7. ปรับปรุงแก้ไขเมื่อทราบข้อบกพร่อง จากการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดสอบทำการปรับปรุงแก้ไข โดยเริ่มจากการแก้ไขต้นฉบับกระดาษที่ทำเป็นสตอรี่บอร์ด (Storyboard) ก่อนแล้วจึงแก้ไขส่วนที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เมื่อแก้ไขเรียบร้อยแล้วนำกลับไปทดสอบการทำงานใหม่ หากยังมีข้อบกพร่องก็จะต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไปวนเวียนซ้ำเช่นนี้จนกว่าจะได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นที่พอใจของผู้ออกแบบจึงสามารถนำไปใช้ได้ หลังจากนั้นจะเป็นเรื่องของการเขียนคู่มือประกอบการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อตระเตรียมอุปกรณ์สภาพการทำงานในการใช้งานโดยคู่มือจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คู่มือนักเรียน คู่มือครู และคู่มือการใช้เครื่อง

8. ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนการสอนจะต้องใช้หรือทำตามข้อกำหนดสำหรับการใช้บทเรียน เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้สำหรับสาธิตการทดลอง ควรให้นักเรียนได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนเข้าห้องทดลองจริง หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้สำหรับฝึกฝนและฝึกหัดก็ควรให้นักเรียนเรียนจนจบเนื้อหาเสียก่อนจึงใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับการททำแบบฝึกหัดทบทวน สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้สำหรับเสริมการเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

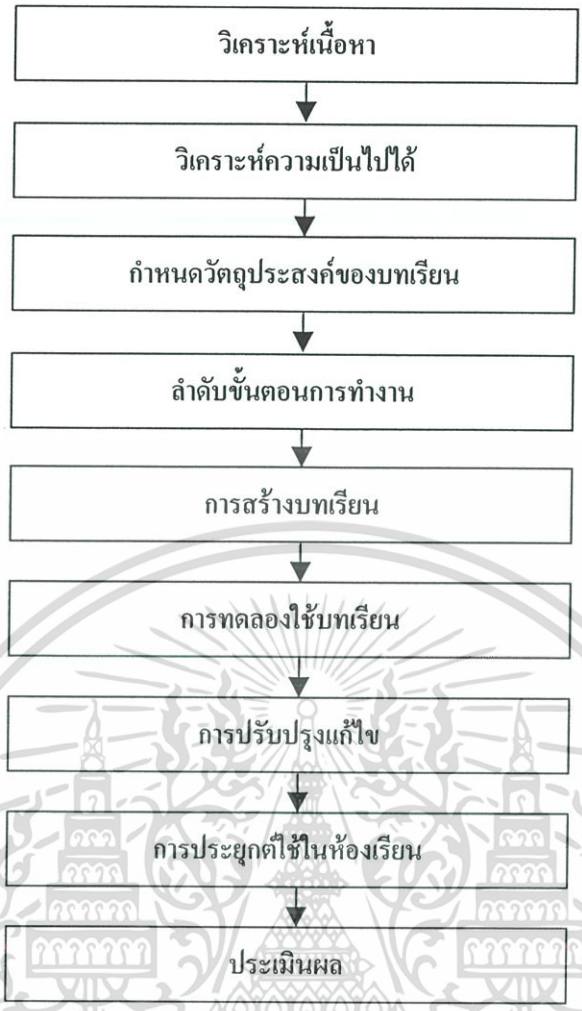
ควรให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งชั้น โดยต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับอุปกรณ์ขยายภาพ เพื่อให้ภาพที่ใหญ่ขึ้นเห็นชัดทั่วทุกคน

9. ประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้าย สำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเป็นการสรุปว่า บทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นอย่างไรสมควรจะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ และแบ่งการประเมินผลออกเป็น 2 ส่วนคือ

9.1 ประเมินผลหลังจากนักเรียนได้ใช้โปรแกรมนี้แล้วบรรลุวัตถุประสงค์ ตามที่ตั้งเอาไว้หรือไม่ การประเมินผลส่วนนี้กระทำโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน วัดความเข้าใจทางด้านเนื้อหาถ้าผลการทดสอบออกมาอัตราการทำผิดสูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของบทเรียนหนึ่งๆ แสดงว่าผู้เรียนไม่ได้พัฒนาความรู้เพิ่มเติม จะต้องมีการปรับปรุงต้นแบบคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือวัตถุประสงค์ใหม่

9.2 ประเมินผลในส่วนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการทำงานว่าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับเนื้อหาวิชานี้เหมาะสมหรือไม่ ทัศนคติของผู้เรียนต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นอย่างไร วิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยากง่ายอย่างไร วิธีการเสนอบทเรียนความถูกต้องของเนื้อหา เอกสารประกอบหรือคู่มือ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการติดต่อกับผู้เรียนเป็นอย่างไร การประเมินผลในส่วนนี้จะใช้แบบสอบถามทัศนคติหรือความชอบ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 2.3** แผนผัง ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## 2.5 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ ( 2521 : 134 ) ได้กล่าวถึงแนวทางการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม ไว้ดังนี้

การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมตรงกับภาษาอังกฤษคำว่า " Development Testing " หมายถึงการนำชุดการสอนไปทดลองใช้ ( try out ) เพื่อปรับปรุงแล้วนำไปสอนจริง ( trial run ) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

ซึ่งแนวทางดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับ งานวิจัยของ ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์ ( 2528 : 214 – 215 ) ได้กล่าวถึงการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อว่า ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ทดลองกับผู้เรียนแบบ 1 : 1 โดยทดลองใช้กับผู้เรียน 1 คน ที่มีระดับความสามารถ อ่อน ปานกลาง และเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทดลองกับผู้เรียนเป็นกลุ่มแบบ 1 : 10 ตั้งแต่ 6 –10 คน ทั้งผู้เรียนที่เก่งและอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

3. ทดลองภาคสนามแบบ 1 : 100 เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น 40 – 100 หา ประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ต่ำกว่าเกณฑ์ได้ไม่เกิน 25 %

**2.5.1 ความจำเป็นที่ต้องหาประสิทธิภาพ**

ชุดฝึกอบรมใด ๆ ก็ตามเมื่อสร้างขึ้นมาแล้วจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปหาประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการประกันว่าจะมีคุณภาพจริง ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ ( 2521 : 134 ) ได้ให้เหตุผลถึงความจำเป็นที่ต้องมีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนหรือชุดการสอนที่สร้างขึ้น ดังนี้

1. เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของบทเรียน หรือชุดการสอน ว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะที่จะลงทุนผลิตเป็นจำนวนมาก

2. ช่วยทำให้ผู้ที่นำบทเรียน หรือชุดการสอนไปใช้ เกิดความมั่นใจว่าบทเรียน หรือชุดการสอนนั้น มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้จริง

3. ช่วยให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในบทเรียน หรือชุดการสอนเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น เป็นการประหยัดแรงงาน เวลา และงบประมาณในการเตรียมต้นแบบ

**2.5.2 การกำหนดเกณฑ์หาประสิทธิภาพ**

สื่อการสอนที่ผลิตได้ดังกล่าวแล้ว มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อ เพื่อเป็นหลักประกันได้ว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิผลในการเรียนการสอน โดยจะต้องมีเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อซึ่งได้จากการประเมินผลพฤติกรรมต่อเนื่อง ซึ่งเป็นกระบวนการกับพฤติกรรมขั้นสุดท้าย ซึ่งเป็นผลลัพธ์ โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อเป็น $E_1$ : $E_2$ ซึ่งหมายความว่าจะต้องกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ยของคะแนนทำงาน หรือการประกอบกิจของผู้เรียนทั้งหมด ( $E_1$ ) ต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการสอนหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด ( $E_2$ )

**2.5.3 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพชุดฝึกอบรม**

จากผลงานการวิจัยของ ฉลองชัย สุรวัฒนบูรณ์ ( 2528 : 215 ) ได้กล่าวถึงการยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมว่า

เมื่อทดลองสอนโดยใช้ชุดการสอนแล้วหาค่าและประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ได้ แล้วนำประสิทธิภาพของชุดการสอนที่หาได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือว่า ค่าแปรปรวน 2.5 – 5 % ประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของชุดการสอนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5 % แต่โดยปกติเราจะกำหนดไว้ว่า 2.5 % ถ้าตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพ 87.5 : 87.5 เราก็สามารถยอมรับได้ว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ

การยอมรับประสิทธิภาพชุดการสอนมี 3 ระดับคือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5%
2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อ เท่ากัน หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของสื่อต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 % ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

## 2.6 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

กระบวนการวัดผลและประเมินผลการศึกษา ศิริชัย กาญจนวาสี ( 2534 : 62 - 103 ) กล่าวถึงแนวคิดพื้นฐานของการตอบคำถามหลัก 4 คำถาม ดังนี้คือ วัดและประเมินผลไปทำไม วัดและประเมินผลอะไร วัดและประเมินผลอย่างไร และตัดสินผลด้วยวิธีใด ซึ่งการตอบคำถามตามแนวคิดดังกล่าว จะช่วยกำหนดทิศทางและกรอบของกระบวนการวัดผลและประเมิน ให้ดำเนินไปอย่างเป็นระบบเป็นขั้นตอนของกระบวนการวัดผลและประเมินผลได้ ดังแสดงในตาราง

**ตารางที่ 2.2** ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดพื้นฐานและกระบวนการวัดผลและประเมินผล

| แนวคิด | ขั้นตอนสำคัญ |
|---|---|
| วัดและประเมินผลไปทำไม<br>วัดและประเมินผลอะไร<br>วัดและประเมินผลอย่างไร | 1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัดผลและประเมินผล<br>2. วิเคราะห์เป้าหมายของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดขึ้น<br>3. กำหนดวิธีการและเครื่องมือที่ใช้ในการวัด<br>4. ดำเนินการสร้างเครื่องมือ<br>4.1 ออกแบบการสร้างเครื่องมือ<br>4.2 ลงมือสร้างเครื่องมือ<br>4.3 ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ<br>5. นำเครื่องมือไปใช้เก็บรวบรวมเครื่องมือ<br>6. วิเคราะห์ข้อมูล |
| ตัดสินผลด้วยวิธีใด | 7. ตัดสินคุณค่าของผลการเรียนรู้<br>8. รายงานผลและนำผลไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนรู้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจากแนวคิดพื้นฐานดังกล่าว สรุปได้ว่า กระบวนการวัดผลมีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. ระบุจุดมุ่งหมายในการวัดผลและประเมินผลให้ชัดเจนว่า วัดไปทำไมหรือนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อะไร การประเมินผลมีกี่ประเภท อะไรบ้าง แต่ละประเภทมีจุดมุ่งหมายในการวัดหรือการนำไปใช้ต่างกันอย่างไร

2. วัดให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ผู้สอนต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าว่าต้องการให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะในด้านใดเป็นสำคัญ พุทธิพิสัย จิตพิสัยหรือทักษะพิสัย

3. เลือกเทคนิควิธีหรือเครื่องมือให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด รูปแบบคำถามที่ใช้ต้องสอดคล้องกับคุณลักษณะ หรือสมรรถภาพของผู้เรียนทั้งในแง่ของความเป็นปรนัยให้ผลการวัดที่ถูกต้องและสะดวกต่อการใช้ เช่น ถ้าต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งเป็นการวัดด้านพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสมอง เครื่องมือที่ใช้วัดควรเป็นแบบทดสอบ ซึ่งต้องกำหนดประเภท รูปแบบขอบเขตและแนวทางการสร้าง หลังจากนั้นจึงลงมือสร้างเครื่องมือนำไปทดลองใช้และตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

4. การวัดผลจะสมบูรณ์ได้ควรใช้เทคนิคการวัดผลหลาย ๆ แบบ เช่น การวัดความรู้ความสามารถในเนื้อหาวิชา ควรใช้แบบทดสอบ วัดความรู้สึกความคิดเห็นใช้วิธีการสัมภาษณ์ วัดการปฏิบัติงานใช้วิธีการสังเกตและตรวจผลงาน เป็นต้น

5. ระมัดระวังเรื่องความคลาดเคลื่อนในการวัด ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุ 3 ประการคือ

5.1 ธรรมชาติของสิ่งที่วัด เนื่องจากการวัดผลการศึกษาเป็นการวัดคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่แฝงอยู่ภายในตัวบุคคล ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นนามธรรม มีโอกาสที่จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้เสมอ

5.2 คุณภาพของเครื่องมือวัด หากเครื่องมือวัดไม่มีคุณภาพผลของการวัดจะไม่สามารถเชื่อถือได้

5.3 ตัวผู้ทำหน้าที่วัดผล ต้องมีความรู้ความชำนาญในการใช้เครื่องมือวัดผลแต่ละชนิด เนื่องจากเครื่องมือวัดผลแต่ละชนิดย่อมมีข้อดีข้อจำกัดแตกต่างกันออกไป ผู้ทำหน้าที่วัดผลและประเมินผลต้องมีความยุติธรรมไม่ลำเอียง

6. แปลผลการวัดให้ถูกต้อง ผลการวัดที่ออกมาในรูปของคะแนนจะไม่มีความหมายใดๆเลย จนกว่าจะนำผลไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อตัดสินคุณค่าของผลการเรียนรู้ ซึ่งการแปลผลการวัดจะถูกต้องมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลว่าถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ของการนำผลการวัดไปใช้ โดยอาจนำผลการวัดไปเปรียบเทียบกับผู้เรียนคนอื่น ๆ ที่วัดคุณลักษณะเดียวกันและใช้เครื่องมือวัดเดียวกัน หรือนำผลการวัดไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานการเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือซึ่งกำหนดไว้ล่วงหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. นำผลการวัดไปใช้ให้คุ้มค่า ผลการประเมินให้สารสนเทศสำหรับผู้เรียนในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเอง ให้สารสนเทศสำหรับผู้สอนในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งการแนะแนวนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียนการศึกษาต่อและแนะแนวอาชีพ นอกจากนี้ให้สารสนเทศสำหรับผู้บริหาร ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดนโยบายการจัดชั้นเรียนการวางแผนปรับปรุงการเรียนการสอน ตลอดจนการตรวจสอบและควบคุมมาตรฐานของสถาบันการศึกษา

**2.6.1 ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดี**

**1. มีความเที่ยงตรง ( Validity )**

ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดผล เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของเครื่องมือวัดผลว่าเครื่องมือวัดผลนั้น วัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดมากน้อยเพียงใด โดยจำแนกได้ 4 ประเภท ดังนี้

1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ( Content validity ) เป็นคุณสมบัติของข้อคำถามที่วัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัด หรือ เนื้อหา หรือ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ เป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดผล

1.2 ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ( Construct validity ) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดผลที่วัดได้ตรงตามลักษณะ หรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างในสิ่งที่วัดนั้น

1.3 ความเที่ยงตรงตามสภาพ ( Concurrent validity ) ที่วัดได้ตรงกับสภาพความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบในปัจจุบัน

1.4 ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ ( Predictive validity )เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดผลที่วัดได้ตรงกับสภาพความสามารถที่แท้จริงของผู้สอบที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ข้อสังเกต ความเที่ยงตรงเชิงสภาพกับความเที่ยงเชิงพยากรณ์ มีกระบวนการที่คล้ายกันมาก

ข้อแตกต่างจะอยู่ที่เกณฑ์ กล่าวคือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพ เกณฑ์และตัวพยากรณ์ จะถูกกำหนดในเวลาเดียวกัน ต่างกับความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ เกณฑ์ต้องรอระยะเวลาให้สิ่งที่ต้องการศึกษาหรือพฤติกรรมที่จะวัดเกิดขึ้นเสียก่อน จึงจะสอบวัดหรือเก็บข้อมูลได้

การทำให้ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดผลสูงขึ้น สรุปได้ดังนี้

1. ควรมีการสร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร ( Table of specifications ) ที่ผู้เขียนข้อสอบได้วางแผนไว้
2. เขียนคำชี้แจงให้ชัดเจน บอกรายละเอียดในการทำข้อสอบ
3. ให้เวลาในการสอบอย่างพอเพียง
4. ข้อสอบมีความยากง่ายพอเหมาะ
5. ควรเรียงข้อสอบจากง่ายไปหายาก เพื่อสร้างแรงจูงใจในการทำข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ข้อคำถามต้องชัดเจนไม่คลุมเครือ เพราะอาจจะทำให้ผู้สอบสับสน หรือเข้าใจผิด

7. จำนวนข้อสอบต้องพอเพียง หรือครอบคลุมกับสิ่งที่วัด

8. ควรให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบกับเนื้อหา หรือวัตถุประสงค์

9. ดำเนินการสอบอย่างดีป้องกันการลอกกันของผู้สอบ และสร้างบรรยากาศที่ดีในการสอบ

10. สร้างแรงจูงในการสอบ กระตุ้นให้ผู้สอบเห็นประโยชน์ของการสอบ

**2. ความเชื่อมั่น ( Reliability )**

ความเชื่อมั่นเป็นดัชนีที่ชี้ให้ทราบว่า เครื่องมือวัดผลมีความคงที่ในการวัด ถึงแม้ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม ถ้าเครื่องมือวัดผลใดไม่มีความเชื่อมั่น คะแนนในการทดสอบแต่ละครั้ง จะแตกต่างกันเช่น การทดสอบวิชาภาษาไทย มีการสอบ 3 ครั้ง โดยใช้เครื่องมือวัดผลฉบับเดียวกัน ระยะห่างในการสอบห่างกัน 2 สัปดาห์ ปรากฏผลดังนี้ ครั้งแรก สอบได้ 20 คะแนน ครั้งที่สอง สอบได้ 4 คะแนน และ ครั้งที่สาม สอบได้ 9 คะแนน แสดงว่า เครื่องมือวัดผลนั้นไม่มีความเชื่อมั่น ( Unreliable ) แต่ถ้าผลการสอบทั้งสามครั้งสอบได้คะแนนใกล้เคียงกัน เช่น สอบได้ 12 ,13 และ 13 ตามลำดับ แสดงว่าเครื่องมือวัดผลนั้นมีความเชื่อมั่น ( Reliable ) เป็นต้น

**การทำให้ความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัดผลสูงขึ้น มีดังนี้**

1. มีจำนวนข้อสอบหลายข้อ พอเพียงกับการวัดสิ่งนั้น
2. ผู้ตรวจให้คะแนน มีความอิสระในการให้คะแนน
3. ข้อสอบมีความชัดเจน ไม่กำกวม (Item ambiguity)
4. การให้คะแนนมีความเป็นปรนัย
5. กำจัด หรือ ลดความคลาดเคลื่อนภายในของผู้สอบ เช่น สุขภาพ ( Health ) อารมณ์ ( Mood ) แรงจูงใจ ( Mot ivation ) ทักษะในการสอบ ( Test - taking skills) ความวิตกกังวล ( Anxiety ) ความเหนื่อยล้า ( Fatigue ) และ ความสามารถทั่วไป ( General ability )
6. กำจัด หรือลด ความคลาดเคลื่อนภายนอก เช่น คำชี้แจงในการสอบ ( Directions ) ความร้อนและแสงสว่างในห้องสอบ ( Heat and lighting in room ) ตัวข้อคำถาม ( Sampling of items ) การถูกขัดจังหวะในการสอบ ( test interruptions ) และ ความลำเอียงของครู( Observer bias)

**3. มีความยากง่ายพอเหมาะ ( Difficulty )**

ความยากเป็นตัวที่บ่งชี้ให้ทราบว่า ข้อสอบนั้นมีคนตอบถูกมากน้อยเพียงใด ถ้ามีคนตอบถูกมาก แสดงว่า ข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้ามีคนตอบถูกน้อย แสดงว่า ข้อสอบนั้นยากและ ถ้ามีคนตอบถูกบ้างผิดบ้างพอ ๆ กัน แสดงว่าข้อสอบนั้นมีความยากปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4. มีอำนาจจำแนก ( Discrimination )**

อำนาจจำแนกเป็นตัวบ่งชี้ให้ทราบว่าข้อสอบนั้น สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของแต่ละคน เช่น ใครเก่ง ปานกลาง หรือ อ่อน ใครมีความรอบรู้ หรือ ไม่รอบรู้โดยยึดหลักการว่า ข้อสอบที่ดี คนเก่ง หรือ คนที่มีความรอบรู้ จะต้องทำข้อสอบข้อนั้นได้ และคนที่อ่อนหรือ ไม่รอบรู้ จะต้องทำข้อสอบข้อนั้นไม่ได้ และข้อสอบที่ดีต้องแยกคนเก่งและคนอ่อนออกจากกันได้อย่างเด็ดขาด

**5. มีความเป็นปรนัย ( Objectivity )**

ความเป็นปรนัยของเครื่องมือวัดเป็นตัวบ่งชี้ถึงความชัดเจน ความถูกต้อง และความเข้าใจที่ตรงกันของผู้สอบต่อข้อคำถามนั้น เครื่องมือวัดที่มีความเป็นปรนัย จะมีคุณสมบัติ ดังนี้ ( ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 72 - 73 ; พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2544 : 142 – 143 )

1. มีความชัดเจนในข้อคำถาม กล่าวคือ ทุกคนอ่านคำถามแล้วมีความเข้าใจตรงกันว่าคำถามนั้น ถามเรื่องอะไร

2. ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน กล่าวคือ ไม่ว่าจะเป็นใครก็ตามสามารถตรวจให้คะแนนได้ตรงกันหรือเฉลยตรงกัน มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ตรงกัน

3. แปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน กล่าวคือ ไม่ว่าใครจะเป็นผู้แปลความหมายของคะแนน ก็จะให้ผลเหมือนกัน สามารถแปลความหมายจากคะแนนได้ว่าใครเก่ง อ่อนอย่างไร ตอบถูกมากน้อยต่างกันเพียงไร

**6. มีประสิทธิภาพ ( Efficiency )**

เครื่องมือวัดผลที่มีประสิทธิภาพ คือ เครื่องมือที่ทำให้ได้ข้อมูลถูกต้องเชื่อถือได้ โดยลงทุนน้อยที่สุดไม่ว่าจะเป็นการทุนทางด้านเวลา แรงงาน หรืองบประมาณ

**7. มีความยุติธรรม ( Fair )**

ข้อสอบที่ดีต้องให้ความยุติธรรมกับผู้สอบทุกคน ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบหรือเสียเปรียบกันไม่ออกข้อสอบที่เอื้อต่อเด็กกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ควรออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา

**8. คำถามต้องถามลึก ( Searching )**

ข้อสอบที่ดีต้องไม่ถามแต่ความรู้ความจำเท่านั้น แต่ควรถามความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า เพราะจะทำให้ผู้สอบได้ใช้ความรู้ความสามารถอย่างเต็มที่

**9. คำถามต้องยั่วยุ ( Exemplary )**

คำถามที่ดีต้องมีลักษณะท้าทาย ให้ผู้สอบอยากทำ อยากค้นหาคำตอบ ข้อคำถามน่าสนใจ ไม่น่าเบื่อหน่าย โดยอาจจะใช้รูปภาพประกอบก็ได้ คำถามที่ยั่วยุ ไม่จำเป็นต้องยากจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**10. คำถามต้องจำเพาะเจาะจง ( Definite )**

คำถามที่ดีต้องมีลักษณะเฉพาะเจาะจง ไม่ถามกว้างจนเกินไป ไม่คลุมเครือ หรือเล่นสำนวนโวหารจนผู้สอบงง ทำให้อ่านแล้วเข้าใจผิด

**2.6.2 การเขียนข้อคำถาม**

1. เขียนตามเนื้อหาย่อย + รูปแบบ
2. ข้อสอบที่เขียนควรพิจารณาสิ่งที่ต้องการ ( Objective ) ซึ่งแยกได้ 3 ด้าน

2.1 ด้านความรู้

(1) ความจำ จำคำ วลี คำศัพท์ สูตร เหตุการณ์

(2) ความเข้าใจ ให้เปรียบเทียบ จัดลำดับ อธิบาย สรุป ย่อ ขยาย

(3) การประยุกต์ ใช้ให้ตอบตามเหตุการณ์ใหม่

(4) การวิเคราะห์ ให้แยกประเด็นย่อยที่เชื่อมโยงกัน

(5) การสังเคราะห์ ให้สรุปรวม เป็นเรื่องใหม่

(6) การประเมินคุณค่า ให้ระบุเกณฑ์ในการประเมิน

2.2 ด้านความรู้สึก จิตใจ

(1) การรับรู้ ว่าเห็น ได้ยิน รู้สึก ได้ดมกลิ่นหรือไม่

(2) การแสดงออก ใช้การสังเกตว่ามีพฤติกรรมอะไร

(3) การตอบสนองในสิ่งที่ให้ ใช้การสังเกตว่ามีพฤติกรรมที่ควรจะเป็นหรือไม่

(4) การจัดระบบคุณภาพ ให้ถามว่ามีคุณค่าอะไร

(5) การสร้างลักษณะนิสัย ใช้การสังเกตว่าแสดงพฤติกรรมต่อเนื่องหรือไม่

2.3 ด้านการกระทำ

(1) มีความพร้อมทั้งด้าน ร่างกาย จิตใจหรือไม่

(2) มีการรับรู้ที่จะกระทำหรือไม่

(3) แสดงการกระทำอย่างที่ควรจะเป็นหรือไม่

(4) เลียนแบบได้ถูกต้องหรือไม่

(5) คิดท่าพลิกแพลงเองหรือไม่

(6) ทำจนเป็นอัตโนมัติหรือไม่

(7) คิดท่าใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าหรือไม่

**2.6.3 การสร้างตารางวิเคราะห์งานเขียนข้อสอบรายวิชา**

สุมาลี จันทร์ชลอ ( 2542 : 26 – 28 ) การสร้างตารางวิเคราะห์งานเขียนข้อสอบ เป็นการวางแผนออกข้อสอบซึ่งโดยทั่วไปจะต้องวัดให้ตรงจุดประสงค์การเรียนการสอนที่กำหนดไว้ ดังนั้น การวางแผนการออกข้อสอบจึงเริ่มต้นจากการศึกษาหลักสูตร หรือเนื้อหา วิเคราะห์จุดประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียน การวางแผน และศึกษาหลักสูตรทั้งรายวิชาจะสามารถนำไปใช้วางแผนการเรียนการสอนทั้งรายวิชาได้ด้วย โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ทำการศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดกรอบโครงสร้างของเนื้อหาที่จะสอบวัด โครงสร้างนั้นจะต้องมีความครบถ้วนตามที่กำหนดในหลักสูตร หรือคำอธิบายรายวิชาคณะทำงานอาจเป็นอาจารย์ผู้สอนร่วมกันในรายวิชานั้น ๆ

2. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน ซึ่งควรเป็นจุดประสงค์เดียวกันกับจุดประสงค์ที่จะนำไปสอบวัด จุดประสงค์ที่จะกำหนดเพื่อเป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนและประเมินผลนี้ ควรเป็นจุดประสงค์ปลายทาง ซึ่งเป็นจุดประสงค์ที่สำคัญ และควรเขียนในรูปแบบของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ง่ายต่อการนำไปเขียนข้อสอบ เพื่อการวัดและประเมินผล การกำหนดวัตถุประสงค์นี้ อาจกำหนดโดยอิสระจากเนื้อหา หรือระบุวัตถุประสงค์ภายใต้หัวข้อแต่ละเนื้อหาก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละรายวิชา สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ จุดประสงค์ที่กำหนดควรเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญ ซึ่งมีความครอบคลุมหลักสูตรนั้น ๆ

3. ให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ คณะกรรมการหรือคณะทำงานซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชานั้น ๆ กำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์ โดยการให้คะแนนเต็มของแต่ละจุดประสงค์เป็น 10 และให้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ถ้าเห็นว่าจุดประสงค์นั้นมีความสำคัญมาก ให้คะแนน 7 – 10 คะแนน
ถ้าเห็นว่าจุดประสงค์นั้นมีความสำคัญปานกลาง ให้คะแนน 4 – 6 คะแนน
ถ้าเห็นว่าจุดประสงค์นั้นมีความสำคัญน้อย ให้คะแนน 1 – 3 คะแนน

กรรมการแต่ละคน กำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละจุดประสงค์อย่างอิสระต่อกัน จึงไม่ควรปรึกษาหารือ ผลจากการให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของแต่ละคน นำมารวมกัน และหารด้วยจำนวนคณะกรรมการที่ให้คะแนนจากสูตร $\frac{\sum X}{N}$ ค่าที่ได้เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของจุดประสงค์นั้น การให้คะแนนของกรรมการที่แตกต่างจากกลุ่มมาก ๆ อาจให้กรรมการท่านนั้นให้เหตุผลประกอบการให้คะแนน นำผลค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญแต่ละจุดประสงค์ มาลำดับความสำคัญ การตรวจสอบค่าดังกล่าวอย่างง่ายอาจทำได้โดยการให้กรรมการแต่ละคนลำดับความสำคัญก่อน ถ้าลำดับความสำคัญของกรรมการแต่ละคนไม่แต่งต่างจากลำดับความสำคัญที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มมากนักแสดงว่า ความเห็นนั้นสอดคล้องกัน การกำหนดน้ำหนักความสำคัญนั้นมีความเชื่อถือได้

ผลของค่าเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญที่เป็นเศษทศนิยมถ้าเกินครึ่งให้ปัดขึ้น แต่ถ้าต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของจุดห้าควรปัดทิ้ง ค่าที่ได้ถือว่าเป็นความความสำคัญของจุดประสงค์นั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กำหนดประเภทและจำนวนข้อสอบ การกำหนดในขั้นนี้ควรพิจารณาจากจุดประสงค์ที่จะสอบวัด และคำนึงถึงปัจจัยประกอบอื่น ๆ ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการสอบ ระดับของจุดประสงค์ที่จะวัด เช่น ถ้าเป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบซึ่งถามในจุดประสงค์ระดับความรู้ความจำ อาจใช้เวลาข้อละ 20 – 30 วินาที แต่ถ้าเป็นข้อสอบประเภทการคิดคำนวณหาค่าใดค่าหนึ่ง อาจต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเป็นข้อละ 1 นาที หรือมากกว่านั้น ถ้าเป็นข้อสอบประเภทเขียนตอบ หรือคำนวณ ให้แสดงวิธีทำควรให้เวลาเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปทางทฤษฎี การกำหนดเวลาในการสอบที่เหมาะสมอาจทำได้โดยการนำไปทดลองใช้ก่อนและกำหนดเวลาโดยคิดจากจำนวนผู้ที่เข้าสอบ 90% สามารถทำได้เสร็จ ในทางปฏิบัติ การกำหนดเวลาในการสอบ อาจเป็นพิจารณาเป็นสัดส่วนนของคาบเวลาเรียนและหน่วยการเรียน เมื่อได้เวลาที่ใช้ในการสอบแล้ว จึงกำหนดเป็นประเภทและจำนวนข้อสอบรวม

5. กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละเนื้อหาหรือจุดประสงค์ การกำหนดในขั้นตอนนี้พิจารณาจากจำนวนข้อสอบรวมและน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเนื้อหา หรือจุดประสงค์ ซึ่งกรรมการได้ให้น้ำหนักความสำคัญไว้และกำหนดจำนวนข้อโดยเทียบสัดส่วนระหว่างน้ำหนักความสำคัญทั้งหมด จำนวนข้อสอบประเภทเดียวกันที่ต้องการออกข้อสอบ และน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาแต่ละเรื่อง หรือจุดประสงค์แต่ละข้อ

การวางแผนนั้นควรดำเนินการก่อนการเรียนการสอน และใช้ตารางที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นแผนกำหนดเวลาในการสอบแต่ละเนื้อหา หรือจุดประสงค์ โดยเทียบสัดส่วนระหว่างน้ำหนักความสำคัญทั้งหมด และน้ำหนักความสำคัญในแต่ละเรื่องหรือจุดประสงค์แต่ละข้อกับคาบเวลาเรียนตลอดภาคเรียน เมื่อหักเวลาที่ใช้ในการสอบกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียนแล้ว การวางแผนสร้างแบบทดสอบมีขั้นตอน ดังนี้

5.1 แต่งตั้งคณะกรรมการรับผิดชอบในการสร้างแบบทดสอบ

5.2 คณะกรรมการกำหนดแนวทางในการสร้างแบบทดสอบให้กับครูผู้สอน

5.3 กำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ เช่น ทดสอบระหว่างเรียนหรือปลายภาค

5.4 อบรม หรือ ทบทวนวิธีการสร้างแบบทดสอบรูปแบบต่าง ๆ

5.5 ให้ครูดำเนินการสร้างแบบทดสอบ โดยการสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

5.6 เลือกแบบทดสอบที่ใช้วัด แล้วสร้างข้อสอบตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร

5.7 นำข้อสอบที่ครูสร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

5.8 ปรับปรุงแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำ แล้วนำไปทดลองสอบ

5.9 วิเคราะห์หาคุณภาพ และปรับปรุงแก้ไข

5.10 จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการสอบจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.4 การสร้างแบบทดสอบ**

พฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัย ( Cognitive Domain ) เน้นพัฒนาการด้านทักษะทางด้านสมอง อันได้แก่ ความรู้ ความคิดและสติปัญญาของบุคคล ซึ่งประกอบด้วย ความสามารถที่ติดตัวมาก่อน การเรียนรู้หรือเรียกว่า เชาว์ปัญญา ( Intelligence ) ความสามารถที่แสดงความพร้อมที่เรียนรู้หรือเรียกว่า ความถนัด ( Aptitude ) และความสามารถอันเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมาหรือเรียกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย หรือการวัดความรู้ความสามารถทางสมอง หรือสติปัญญาของบุคคลนั้น วิธีการที่ใช้กันมากและเหมาะสมที่สุด คือการทดสอบ ( Testing ) และเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับการทดสอบ คือ แบบทดสอบหรือแบบสอบ ( Test ) แบบทดสอบหรือแบบสอบ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบผู้เรียนหรือบุคคล เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้หรือผลการเรียนรู้ ทักษะ กระบวนการ สติปัญญา ความถนัดและความรู้สึกของบุคคล แบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยทั้ง 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์และประเมินค่า

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีหลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะรายละเอียดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายตามลักษณะของการตรวจให้คะแนน คือ แบบทดสอบปรนัย ( Objective Test ) และแบบทดสอบอัตนัย ( Subject Test or Essay Test )

1. แบบทดสอบปรนัย ( Objective Test )

แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีการตรวจให้คะแนนแบบมีกฎเกณฑ์ตายตัว ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน ตรวจกี่ครั้งก็ให้คะแนนตรงกัน แบบทดสอบชนิดนี้มักเรียกว่าแบบทดสอบที่ถูกเป็นหนึ่ง ผิดเป็นศูนย์ หมายความว่า ตอบถูกจะได้คะแนนและตอบผิดจะไม่ได้คะแนน ข้อสอบถามให้ผู้ตอบตอบในขอบเขตที่จำกัด มีการกำหนดคำตอบมาให้ล่วงหน้าหรือไม่กำหนดคำตอบมาให้แต่ให้ตอบสั้นๆ คำถามแต่ละข้อวัดความสามารถเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพียงเรื่องเดียว ผู้ตอบไม่มีโอกาสแสดงความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวางเหมือนแบบทดสอบอัตนัย

แบบทดสอบปรนัยแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ แบบถูกผิด ( True – False ) แบบจับคู่ ( Matching ) แบบเติมคำ ( Completion ) หรือ เติมคำตอบสั้น ( Short Answer ) และแบบเลือกตอบ ( Multiple Choice )

ในที่นี้ผู้วิจัยได้เลือกแบบเลือกตอบ ( Multiple choice ) มาใช้ในการทดสอบครั้งนี้

ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบหรือข้อสอบแบบหลายตัวเลือก เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ข้อสอบแบบนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นตัวคำถาม (Stem) และส่วนที่เป็นคำตอบหรือตัวเลือก (Alternatives หรือ Options)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่เป็นตัวคำถาม ( Stem ) โดยทั่วไปมีรูปแบบการถาม 2 ลักษณะ คือเป็นรูปแบบคำถามโดยตรง เช่น คุณภาพที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลคืออะไร และถามในลักษณะเป็น ข้อความไม่สมบูรณ์ถาม เช่น

คุณภาพที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลคือ

ในส่วนของคำตอบหรือตัวเลือก ( Alternatives หรือ Options หรือ Choices ) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก เรียกตัวคำตอบ ( Answer หรือ Key ) ซึ่งมี 1 ตัวเลือก ส่วนที่เหลือเป็นตัวเลือกที่ผิดหรือเรียกว่า ตัวลวง ( Distracters )

ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ สามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในระดับต่างๆ ได้ตั้งแต่ระดับที่ง่ายไปจนถึงระดับที่ซับซ้อนขึ้น ประกอบด้วยความสามารถทางสมองขั้นต่ำ ได้แก่ ขั้นความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และความสามารถทางสมองขั้นสูง ได้แก่ ขั้นการวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า และสามารถวัดได้อย่างหลากหลายครอบคลุมเนื้อหาในวิชาต่างๆ และนำไปพัฒนาเป็นแบบสอบมาตรฐานได้ โดยมีรูปแบบคำถาม ดังนี้

1. แบบคำถามเดี่ยว ( Single Question ) เป็นคำถามที่มีความสมบูรณ์ในตัวเองถามเรื่องเดียวโดยเฉพาะ มี 6 ลักษณะ ดังนี้

(1) แบบให้เลือกคำตอบถูก ( Correct Answer ) ข้อสอบแบบนี้จะมีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว ที่เหลือเป็นตัวลวง

(2) แบบให้เลือกคำตอบผิด ( Incorrect Answer ) ข้อสอบแบบนี้มุ่งให้ผู้ตอบเลือกคำตอบผิดซึ่งจะมีอยู่เพียงคำตอบเดียว และที่เหลือจะเป็นตัวเลือกที่ถูก

(3) แบบให้เลือกคำตอบที่ดีที่สุด ( Best Answer ) ข้อสอบแบบนี้มุ่งให้ผู้ตอบหาคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว จากตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกหลายตัวเลือก แต่ระดับความถูกต้องแตกต่างกัน เช่น

(4) แบบให้เรียงลำดับคำตอบ เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบเรียงลำดับตามขั้นตอนต่าง ๆ ของเรื่องหรือกิจกรรมนั้น ๆ ตามลำดับความสำคัญหรือก่อนหลัง

(5) แบบให้เลือกคำตอบเปรียบเทียบ เป็นข้อสอบที่ต้องการให้ผู้ตอบเลือกคำตอบในเชิงเปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ในตัวคำถาม เพื่อนำไปใช้เลือกคำตอบที่มีความสัมพันธ์หรือสอดคล้องในลักษณะเดียวกัน

(6) แบบให้เลือกคำตอบรวม เป็นข้อสอบที่ต้องการให้ผู้ตอบเลือกคำตอบที่เป็นไปได้หลาย ๆ อย่างร่วมกัน แล้วผสมคำตอบหลายข้อเข้าด้วยกัน

2. แบบคำถามเป็นชุดแต่ตัวเลือกคงที่ ( Constant Choice Question ) เป็นข้อสอบที่ใช้คำถามหลายข้อ ซึ่งถามครอบคลุมเนื้อหาเดียวกันและคำถามแต่ละข้อมีชุดของตัวเลือกเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คำถามแบบบทความหรือ สถานการณ์ ( Tex t or Situational ) เป็น การใช้แผนภาพ แผนภูมิ บทความ สถานการณ์ เรื่องราวต่าง ๆ แล้วตั้งคำถามในแง่มุมต่าง ๆ ให้ผู้ตอบตอบภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้นั้น

ข้อสอบแบบเลือกตอบที่ดี ต้องประกอบด้วยข้อคำถามที่ชัดเจน สื่อสารได้เข้าใจที่สำคัญต้อง สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ตัวเลือกมีทั้งตัวคำตอบถูกและลวง ซึ่งต้องมีความเป็นไปได้ ในการเขียนจึงแยกเป็น 2 กรณี ดังนี้

1. การเขียนข้อคำถาม ( Stem )

1.1 คำถามจะเป็นรูปแบบคำถามที่เป็นประโยคที่สมบูรณ์หรือไม่ก็ได้ แต่ต้องเป็นประโยคที่มีใจความหรือมีความหมายในตัวประโยคเอง อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยคที่มีใจความสมบูรณ์ จะทำให้ข้อสอบดูง่ายขึ้นและมีผลต่อต่อการเพิ่มค่าความเที่ยงของข้อสอบเล็กน้อย คือ 6% Board & Whitney. 1972 ; Schmeiser & Whitney. 1975. ( อ้างใน ศิริชัย กาญจนวาสี. 2535.)

1.2 ใช้คำที่มีความหมายชัดเจน สั้น ไม่ซับซ้อนหรือไม่ฟุ่มเฟือย

1.3 ไม่ควรใช้ประโยคปฏิเสธในตัวคำถาม หรือถ้าจะใช้ก็ควรขีดเส้นใต้หรือตัวทึบ และ ไม่ควรใช้ปฏิเสธซ้อน คือ เมื่อใช้คำปฏิเสธในตัวคำถามแล้วไม่ควรมีคำปฏิเสธในตัวเลือกอีก เพราะจะทำให้ความคิดของผู้ตอบสับสนได้

1.4 ใช้ภาษาให้เหมาะกับระดับของผู้เรียนหรือวัยของผู้ตอบ

1.5 ไม่ใช้คำถามที่เป็นการแนะคำตอบ หรือข้อความในคำถามไม่ซ้ำกับข้อความในตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก

1.6 ถ้ากรณีที่คำถามมีคำตอบที่ถูกหรือเป็นไปได้หลายคำตอบ ให้ผู้ตอบพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกที่สุด

1.7 อย่าให้ข้อสอบข้อหนึ่งส่งผลต่อการชี้แนะคำตอบในข้ออื่น ๆ

1.8 ไม่ควรลอกประโยคจากตำรามาเขียนเป็นข้อสอบ แต่ควรจัดเรียบเรียงใหม่

2. การเขียนตัวเลือก ( Alternatives หรือ Options หรือ Choices )

2.1 การเขียนตัวคำตอบถูกหรือตัวถูก ควรมีเพียงคำตอบเดียว และผู้ชำนาญในวิชานั้นเห็นชอบเป็นเอกฉันท์

2.2 ตัวเลือกทุกตัวมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ต้องสมเหตุสมผลและมีความเป็นเอกพันธ์ ในกรณีที่คำถามเกี่ยวกับการให้คำนวณ ตัวเลือกที่เป็นตัวลวงจะต้องได้มาจากตัวเลขที่อยู่ในคำถามแต่การใช้เหตุผลผิดเท่านั้น หรือมาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน หรือถ้าเป็นเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ ตัวเลือกต่าง ๆ ต้องเป็นเรื่องราวในระยะเวลาใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ข้อความในตัวเลือกแต่ละตัวเลือกควรเป็นอิสระจากกัน เช่น

ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงกลุ่มที่ดีควรมีค่าเท่าใด

ไม่ดี ก. มากกว่า 0.20 ข. มากกว่า 0.40 ค. มากกว่า 0.60 ง. น้อยกว่า 0.80

ดีขึ้น ก. 0.20 – 0.39 ข. 0.40 – 0.60 ค. 0.61 – 0.80 ง. มากกว่า 0.80

2.4 ถ้าตัวเลือกใช้คำซ้ำกันควรนำมาไว้ในคำถาม เช่น

ไม่ดี การสูบบุหรี่จะเป็นอย่างไร

. อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งปอด

. อาจทำให้เกิดโรคถุงลมโป่งพอง

ดีขึ้น การสูบบุหรี่อาจทำให้เป็นโรคในข้อใด

2.5 ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิดได้แก่ “ ถูกทุกข้อ ” หรือ “ผิดทุกข้อ” หรือ “ ไม่มีคำตอบถูก ” ควรใช้ให้สมเหตุสมผล โดยปกติไม่ควรใช้ตัวเลือกประเภทนี้ เพราะถ้าตัวเลือกเหล่านั้นเป็นตัวเลือกที่ไม่ใช่คำตอบถูกต้อง ผู้ตอบจะทราบได้ง่ายหลังจากพิจารณาตัวเลือกบางตัวที่ขัดกับข้อความนั้นหากคำถามใดมีคำตอบถูกหลายข้อ อาจเปลี่ยนคำถามเป็น “ ข้อใดไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง ” จะให้ประโยชน์มากกว่า เช่น ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดี

2.6 ตำแหน่งของตัวถูกวางอยู่กระจาย โดยเฉลี่ยตัวถูกในแต่ละตัวให้มีจำนวนเท่าๆ กันและคำตอบถูกหรือตัวถูกไม่ควรจัดเรียงไว้อย่างเป็นระบบ แต่ต้องเป็นไปแบบสุ่ม

2.7 เขียนตัวเลือกให้มีความยากพอๆ กันส่วนมากตัวเลือกถูกมีแนวโน้มว่าจะยาวกว่า

ข้อดีของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. วัดความสามารถหรือพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้กว้าง และลึกตั้งแต่ความสามารถทางสมองขั้นต่ำไปจนถึงขั้นที่ซับซ้อน

2. สามารถวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดเนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถสุ่มเนื้อหาที่ต้องการวัดมาออกข้อสอบได้ตามต้องการ

3.ช่วยให้แบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาได้ดี เนื่องจากสามารถออกข้อสอบให้ครอบคลุม พฤติกรรมการเรียนรู้ได้หลายด้าน และออกได้จำนวนหลายข้อ

4. มีความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนน

5. ใช้เวลาในการตรวจข้อสอบน้อย

6. เหมาะสำหรับการสอบที่มีผู้สอบเป็นจำนวนมาก

7. คะแนนที่ได้จากการสอบมีความเที่ยงมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆเนื่องจากข้อสอบชนิดนี้ สามารถลดการตอบถูกโดยการเดาลงได้จึงนิยมพัฒนาเป็นแบบทดสอบ มาตรฐานมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดของข้อสอบแบบเลือกตอบ

1. เปิดโอกาสให้ผู้ตอบเดาข้อสอบได้

2. ข้อสอบออกยากและเสียเวลาในการออกข้อสอบมาก เนื่องจากต้องเขียน ตัวลวงที่ผิดแต่ให้มีท่าว่าถูก เพื่อให้เป็นตัวลวงที่ดี

3. ผู้ออกข้อสอบต้องมีความรู้ความสามารถในการออกข้อสอบจริง ๆ จึงจะสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นสูงได้

4. ผู้ออกข้อสอบต้องมีความรอบรู้ในเนื้อหานั้น ๆ ประกอบกันมีความรู้ในเรื่องวิธีการเขียนข้อสอบเป็นอย่างดี

5. ไม่เหมาะสำหรับการวัดความคิดสร้างสรรค์ การเสนอแนวคิดตลอดจนทักษะ ในการเขียนและการวัดการปฏิบัติต่าง ๆ

6. สิ้นเปลืองงบประมาณมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ

2. แบบทดสอบอัตนัย ( Subjective Test or Essay Test )

แบบทดสอบอัตนัย เป็นแบบทดสอบที่การตรวจให้คะแนน จะขึ้นอยู่กับความรู้สึกความคิดเห็นของผู้ตรวจเป็นสำคัญ ผู้ตรวจต่างคนกันอาจให้คะแนนไม่ตรงกัน ลักษณะการให้คะแนนจึงไม่คงที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอารมณ์ของผู้ตรวจ ช่วงเวลาในการตรวจ เป็นต้น จุดเด่นแบบทดสอบชนิดนี้ คือ ในแต่ละข้อคำถามสามารถวัดความรู้ความสามารถได้หลาย ๆ ด้าน มีจุดมุ่งหมายที่ให้ผู้ตอบตอบยาวๆ ผู้ตอบมีโอกาสแสดงความรู้ความสามารถ ความรู้สึกและความคิดเห็นได้อย่างเต็มที่ ลักษณะคำถาม ต้องการให้ผู้ตอบได้บูรณาการแนวคิดและประเมินแนวคิดที่เห็นว่าเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ มาตอบ ข้อสอบอัตนัยได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ข้อสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ ( Extended Response )

ข้อสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ เป็นข้อสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการตอบมากกว่าแบบจำกัดคำตอบ โดยการเลือกข้อความรู้หลักการทฤษฎีหรือแนวคิดอื่น ๆ มาเรียบเรียงสนับสนุนคำตอบเพื่อที่จะตอบให้ดีที่สุด ไม่จำกัดขอบเขตของคำตอบแต่ตอบภายใต้เวลาที่จำกัด

2.2 ข้อสอบอัตนัยแบบจำกัดคำตอบ ( Restricted Response )

ข้อสอบอัตนัยแบบจำกัดคำตอบ เป็นข้อสอบที่มีการจำกัดกรอบเนื้อหาและความยาวของคำตอบหรือเป็นข้อสอบที่มีการกำหนดแนวทางในการตอบค่อนข้างตายตัว โดยกำหนดขอบเขตของประเด็นในการตอบ ผู้ตอบต้องตอบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด

ข้อดีของข้อสอบอัตนัย

1. สามารถใช้วัดความสามารถทางสมองขั้นสูงได้ดี ซึ่งได้แก่ พฤติกรรมด้านกาวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ซึ่งข้อสอบชนิดอื่นทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เหมาะสำหรับใช้วัดความสามารถในการจัดระบบระเบียบการผสมผสานการบูรณการความคิดริเริ่ม กระบวนการคิดต่าง ๆ ทักษะด้านการใช้ภาษาและการแก้ปัญหา

3. เหมาะสำหรับวัดผลการเรียนรู้ซึ่งไม่สามารถวัดได้ด้วยข้อสอบปรนัย

4. ให้สิทธิเสรีภาพแก่ผู้เรียนในการตอบเพื่อแสดงความสามารถ

5. ใช้เวลาน้อยในการออกข้อสอบ

6. ลดการเอาของผู้สอบได้

ข้อจำกัดของข้อสอบอัตนัย

1. ความตรงของแบบทดสอบต่ำกว่าข้อสอบชนิดอื่น เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องการสุ่มเนื้อหามาสอบ ซึ่งต้องออกข้อสอบน้อยข้อ จึงทำให้เนื้อหาที่นำมาออกข้อสอบอาจไม่เป็นตัวแทนที่ดีของเนื้อหาทั้งหมด

2. การตรวจให้คะแนนมีความเป็นอัตนัยมาก หรือขาดความเป็นปรนัยในการตรวจให้คะแนนมาก ขาดความเที่ยงในการตรวจให้คะแนนคือ ผู้ตรวจคนเดียวกันตรวจให้คะแนนผู้เรียนคนเดียวกันในเวลาที่ต่างกัน อาจให้คะแนนต่างกันหรือผู้ตรวจ 2 คน ตรวจให้คะแนนผู้เรียนคนเดียวกันในข้อเดียวกัน อาจให้คะแนนไม่สอดคล้องกัน นอกจากนี้สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับความสามารถของผู้เรียนอาจมีผลต่อคะแนนด้วย เช่น ลายมือ เป็นต้น

3. เสียเวลาในการตรวจให้คะแนน

**2.6.5 การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและปรับปรุงแก้ไข**

แบบทดสอบที่ดี ต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ โดยมีข้อมูลยืนยันที่เชื่อถือได้ เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้องเชื่อถือได้ หากพบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบต้องตรวจสอบคุณภาพทั้งรายข้อและทั้งฉบับ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ หากพบว่าคุณภาพรายข้อดีหรือเหมาะสมแล้ว จึงทำการตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับเป็นขั้นตอนต่อไป ซึ่งมีความแตกต่างกันในบางประเด็นเฉพาะสำหรับแบบทดสอบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม

จะเห็นได้ว่า การวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย หรือการวัดความรู้ความสามารถทางสมอง วิธีการที่เหมาะสมและใช้มากที่สุดคือ การทดสอบ โดยมีแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่เน้นพุทธิพิสัย ที่เป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ที่เป็นที่รู้จักกันแพร่หลายและใช้มากคือแบบทดสอบปรนัยและแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้แบบทดสอบชนิดใด ควรพิจารณาถึงจุดประสงค์หรือคุณลักษณะที่ต้องการวัด รวมทั้งข้อดีข้อจำกัดของแบบทดสอบแต่ละชนิดก่อนเลือกใช้ด้วย เพื่อให้ได้ผลการวัดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบใดก็ตาม ในกระบวนการสร้างต้องสร้างให้ถูกต้องตามขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพ ซึ่งขั้นตอนสำคัญของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้แก่ กำหนดจุดมุ่งหมายการทดสอบ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน กำหนดเนื้อหา ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม ลงมือเขียนข้อสอบ ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ พร้อมจัดทำคู่มือการนำไปใช้

**2.6.6 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แก่

1. ค่าความยาก ( Difficulty ) หมายถึง สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกข้อนั้น เมื่อเทียบกับจำนวนคนที่ตอบคำถามข้อนั้นถูก ซึ่งแทนสัญลักษณ์ด้วย P

$$P = \frac{R}{N} \qquad (2.1)$$

เมื่อ R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

ค่าความยาก จะมีค่าตั้งแต่ 0.00 - 1.00 ถ้า P เข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้าค่า P เข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก การแปลความหมายค่า P ใช้เกณฑ์ต่อไปนี้

P = .00 - .19 หมายถึง ข้อสอบยากเกินไป

P = .20 - .39 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างยาก

P = .40 - .59 หมายถึง ข้อสอบยากง่ายพอเหมาะ

P = .60 - .79 หมายถึง ข้อสอบค่อนข้างง่าย

P = .80 - 1.00 หมายถึง ข้อสอบง่ายเกินไป

2. ค่าอำนาจจำแนก ( Discrimination ) หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบ ในการจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ D

$$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}} \qquad (2.2)$$

เมื่อ Ru แทน จำนวนกลุ่มสูงที่ตอบถูก

Rl แทน จำนวนกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า D มีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง +1.00 ถ้าค่าเป็น + แสดงว่ากลุ่มสูงตอบถูกมากกว่ากลุ่มต่ำ

แต่ถ้าค่าเป็น - แสดงว่ากลุ่มสูงตอบถูกน้อยกว่ามากกว่ากลุ่มต่ำการแปลความหมายของค่า D มีเกณฑ์ดังนี้

ค่า D = .40 ขึ้นไป หมายถึง มีอำนาจจำแนกสูงมาก

ค่า D = .30 - .39 หมายถึง มีอำนาจจำแนกสูง

ค่า D = .20 - .29 หมายถึง มีอำนาจจำแนกพอใช้

ค่า D = .00 - .19 หมายถึง มีอำนาจจำแนกต่ำ

ข้อสอบที่ใช้ได้ ค่าความยาก (P) 0.20 – 0.80

ค่าอำนาจจำแนก (D) 0.20 ขึ้นไป

3. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เป็นการหาค่าคงที่ในการสอบ สัญลักษณ์ที่ใช้ คือ r ค่าความเชื่อมั่นที่นิยมใช้ คือ การหาความสอดคล้องภายใน สอบครั้งเดียวเท่านั้น โดยข้อสอบมีการให้คะแนน 1 และ 0 ( สูตร KR - 20 )

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right\} \qquad (2.3)$$

เมื่อ r แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ

เท่ากับจำนวนคนทำถูกหารด้วยจำนวนคนทั้งหมด

q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือคือ 1 – p

$S_t^2$ แทน คะแนนความแปรปรวนของเครื่องมือฉบับนั้น

4. การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ( Content Validity ) โดยการหาความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ ( Index of Item - Objective Congruence หรือ IOC )

$$IOC = \frac{\sum X}{N} \qquad (2.4)$$

เมื่อ $\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์นั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้ วิธีการคือ ให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนให้คะแนนโดยยึดหลัก ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้คะแนน +1 คะแนน ถ้ารู้สึกแน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงจุดประสงค์นั้น

ให้คะแนน 0 คะแนน ถ้ารู้สึกไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดตรงจุดประสงค์นั้น

ให้คะแนน –1 คะแนน ถ้ารู้สึกแน่ใจว่าข้อคำถามไม่ได้วัดตรงจุดประสงค์นั้น

**2.6.7 การจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และจัดทำคู่มือการนำไปใช้**

หลังจากที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผ่านขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละประเด็น มีการปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับได้แล้ว ต้องมีการจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ มีการจัดทำคู่มือการนำแบบทดสอบไปใช้ ซึ่งต้องประกอบด้วยคำชี้แจงที่ชัดเจน พร้อมทั้งบรรยายถึงคุณลักษณะของข้อสอบ มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบเพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้หรือการนำมาสร้างเป็นเครื่องมือที่มีความเป็นมาตรฐานต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าผู้สร้างข้อสอบต้องมีการเตรียมการวางแผนดำเนินการล่วงหน้า เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพตามหลักเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

## 2.7 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง โดยสรุปได้ดังนี้

**2.7.1 งานวิจัยในประเทศ**

ดุสิต พันธุ์พฤกษ์ ( 2544 : บทคัดย่อ ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯจำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่ายการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีวิธีการดำเนินการดังนี้ คือ การเลือกเนื้อหาผู้วิจัยได้นำหัวข้อเรื่องการย่อยอาหารของคน มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำเนื้อหาที่ได้มาวิเคราะห์เป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมเนื้อหาที่แบ่งย่อยแล้วสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียน นำเนื้อหาออกแบบสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบประเภทการสอนเนื้อหา ( Tutorial ) ด้วยโปรแกรม Authorware version 4 แล้วนำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่อง นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ และวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.83 / 81.08 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย

อรนุช อุทานนท์ ( 2544 : บทคัดย่อ ) ได้ทำการวิจัย เรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับปวช. 2 วิทยาลัยสารพัดช่างพระนคร จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 20 คน คือ กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่ 2 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 โดยวิเคราะห์ข้อมูลสถิติด้วยวิธี Dependent Sample t - test

ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 84.88/81.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชาญชัย ลิ่มเจริญ ( 2544 : บทคัดย่อ ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง พันธุกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของศูนย์บริการการศึกษานอกโรงเรียนอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน คือ กลุ่มหาประสิทธิภาพ กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม กลุ่มหาประสิทธิภาพและกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่เรียนตามปกติ

ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตามเกณฑ์กำหนด หาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มหาประสิทธิภาพ ส่วนการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากการเปรียบเทียบของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สันติ ม่วงปาน ( 2530 : 64 ) ได้พัฒนาบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนซ่อมเสริมในวิชา ฟิสิกส์ และศึกษาความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนและหลังการเรียนซ่อมเสริม และระหว่างเพศชายกับเพศหญิงจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน เป็นนักเรียนชาย 20 คน นักเรียนหญิง 20 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิชนิดเป็นสัดส่วนนักเรียนทั้งสองกลุ่มเรียนซ่อมเสริมด้วยตัวเอง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มเรียนซ่อมเสริมด้วยตนเอง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่าผลการสอบหลังการเรียนซ่อมเสริมสูงกว่าการสอบก่อนการเรียนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งเพศชายและเพศหญิง และผลการสอบ วิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟิสิกส์ เรื่องแสงของเพศหญิงสูงกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนซ่อมเสริม

**2.7.2 งานวิจัยต่างประเทศ**

Cordell ( 1989 ) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียนรู้ และรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ โดยให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิด Tutorial แบบเส้นตรงและแบบสาขา ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับรูปแบบการเรียนรู้ในทางสถิติ

Morritt (1983 : 34 – A ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการใช้ และไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนขนาดกลาง โดยกลุ่มทดลองเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 จำนวน 144 คน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งด้านการอ่านและการคำนวณ

Woerner ( 1980 : 1455 – A ) ได้ทำการศึกษาการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัยและปรับปรุงข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนเรื่องเศษส่วน การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการใช้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ช่วยในการวินิจฉัย และซ่อมเสริมข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา นอกจากนี้ยังมุ่งศึกษาถึงการพัฒนาระบบการวินิจฉัยโดยคอมพิวเตอร์ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการวินิจฉัยและกำหนดวิธีการสอนซ่อมเสริมข้อบกพร่องของนักเรียน เรียนได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม และมีผลทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

จากงานวิจัยทั้งในและนอกประเทศที่กล่าวมาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพมากว่าการเรียนการสอนแบบปกติ นักเรียนนักศึกษาให้ความสนใจเป็นอย่างมากและปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยมีความคิดเห็นสอดคล้อง ที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อเสริมความรู้สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถจะเผยแพร่ให้สถานศึกษาอื่นๆ ตลอดจนผู้มีความสนใจได้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อเพิ่มศักยภาพในการพัฒนาการเรียนรู้ที่ดีต่อไปในอนาคตข้างหน้าอีกด้วย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 ) ของกระทรวงศึกษาธิการ การวิจัยครั้งนี้เป็นกระบวนการในการวิจัยและพัฒนา ( Research and Development ) วัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำไปใช้ในการเรียนการสอนตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 วิธีการดำเนินการ และการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

## 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

### 3.1.1 ประชากร

ประชากรในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 40 คน

### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2547 คัดเลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย ( Simple Random Sampling ) โดยวิธีการจับฉลาก จำนวน 20 คน

## 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือออกเป็น 3 ประเภท คือ

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 แบบทดสอบเพื่อใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งออกเป็นแบบประเมินด้านเนื้อหาและแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

**3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน

2. สร้างแบบร่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเริ่มจากการจัดลำดับเนื้อหาที่วิเคราะห์ออกเป็นหน่วยย่อย แล้วจึงค่อยกำหนดกรอบที่จะเสนอเนื้อหาทีละกรอบ โดยคำนึงถึงหลักการจัดกิจกรรมขณะเรียน เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เช่น มีแบบฝึกหัดให้ทำ มีการโต้ตอบกับผู้เรียนโดยให้การเสริมแรง ภายในบทเรียนมีภาพและเสียงประกอบเพื่อเร้าความสนใจ เมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดครบทุกข้อ จะมีการบอกคะแนนที่ผู้เรียนทำได้

3. นำแบบร่างบทเรียนที่ได้ ให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่อง แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงต่อไป โดยดัดแปลงจากกระบวนการ การเรียนการสอน 9 ขั้นของ Robert Gagne′ ตามลำดับดังนี้ ( อำนวย เดชชัยศรี. 2542 : 116-117 )

ผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนโดยการใส่ภาพประกอบที่สวยงาม มีภาพเคลื่อนไหว มีปุ่มที่มีสีสัน เพื่อเป็นการกระตุ้นความสนใจแก่ผู้เรียน เป็นการเร้าความสนใจ ( Gain Attention ) และก่อนเข้าสู่บทเรียนมีการบอกวัตถุประสงค์ ( Specify Objectives ) เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้วัตถุประสงค์ของการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นล่วงหน้า ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีข้อแนะนำให้นักเรียนทดสอบก่อนการเรียนรู้ ( Pre – Test ) โดยที่ผู้เรียนสามารถเลือกได้จากหน้าจอที่ปรากฏให้เลือก ซึ่งจะเป็นการทวนความรู้เดิม ( Activate Prior Knowledge ) ก่อนที่ให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน ในการเสนอเนื้อหา ( Present Information ) จะนำเสนอภาพประกอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำพูดที่สั้น ง่ายและได้ใจความ บทเรียนได้สอดแทรกเทคนิคการเชื่อมโยงเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนได้ประมวลความรู้ วิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกัน โดยการใช้รูปภาพเคลื่อนไหวประกอบ เป็นต้น เพื่อเป็นการชี้แนวทางในการเรียนรู้ ( Guide Learning ) และเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการกระตุ้นการตอบสนอง ( Elicit Response ) ผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนโดย ให้ข้อมูลย้อนกลับ ( Provide Feedback ) เป็นการเร้าความสนใจแก่ผู้เรียน โดยเมื่อผู้เรียนตอบคำถามถูก จะมีข้อความบอกว่า “ ถูกต้อง ” และเมื่อผู้เรียนตอบคำถามได้ต่ำกว่าครึ่งหนึ่ง จะมีข้อความบอกว่า “ พยายามอีกครั้ง ” เป็นการท้าทายผู้เรียนโดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ Feedback เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด หลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้บทเรียนแล้วผู้เรียนจะได้ทดสอบความรู้หลังบทเรียน ( Assess Performance ) เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง เมื่อจบบทเรียนจะมีปุ่มให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน เพื่อเป็นการทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำสุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไป ในการสรุปประเด็นสำคัญ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ผู้เรียนมีโอกาสทบทวนและสามารถนำความรู้ใหม่จำและนำไปใช้ได้ ( Promote Retention and Transfer ) โดยที่ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปทบทวนบทเรียนได้อีก

4. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรม Authoring System ที่สามารถประยุกต์ให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องกับเนื้อหา และนำมาแก้ไขปรับปรุง

ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.54 อยู่ในระดับดีมาก ( ดูภาคผนวก ค.1 หน้า 84 )

ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย 4.44 อยู่ในระดับดี ( ดูภาคผนวก ค.2 หน้า 85 )

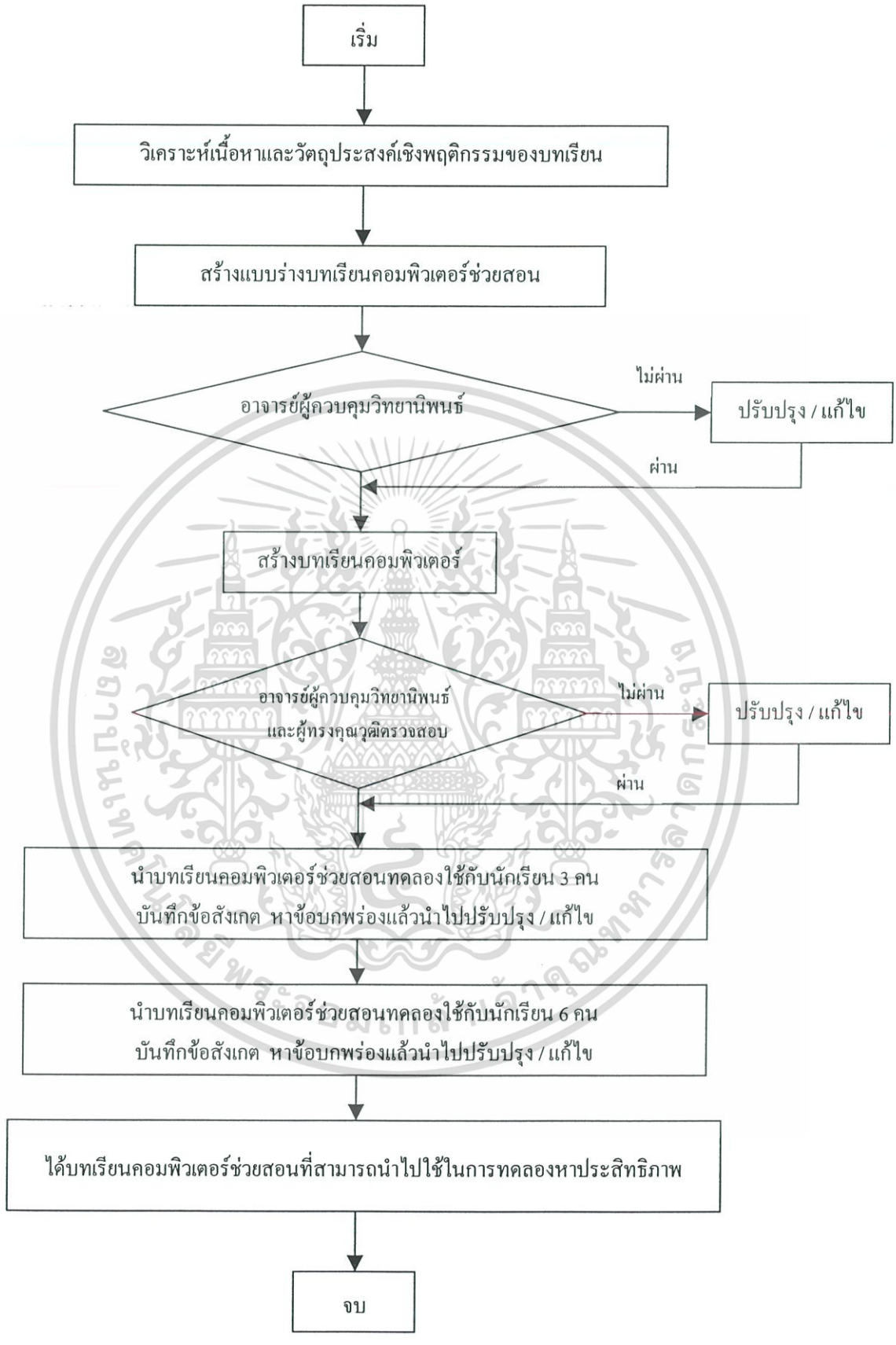
6. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ปรับปรุงแล้ว นำไปทดลองกับนักเรียนที่ยังไม่เคยเรียนเนื้อหาวิชานี้มาก่อน และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ( ระดับผลการเรียนสูง, ปานกลาง, ต่ำ ) เพื่อสังเกตและบันทึกข้อบกพร่อง และสิ่งที่ควรนำมาแก้ไขปรับปรุงบทเรียนต่อไป

7. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนที่มีคุณสมบัติเดียวกันอีกจำนวน 6 คน ( ระดับผลการเรียนสูง, ปานกลาง, ต่ำ ) สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ และบันทึกข้อบกพร่อง และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ

8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการไหลเวียนของโลหิต ที่ได้ไปทำการทดลองแก้ไขปัญหา และนำไปทดลองขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 20 คน เพื่อนำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และคำนวณหาประสิทธิภาพ ซึ่งประสิทธิภาพ ( $E_1$:$E_2$ ) ในขั้นนี้ได้เท่ากับ 80.83 : 80.16 ( ดูภาคผนวก ค.10 หน้า 98 – 99) แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีค่าประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ( $E_1$:$E_2$ ) คือ 80 : 80

9. รายงานผลการวิจัยกับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และคณะกรรมการ จากนั้นจัดทำเป็นรูปเล่มเพื่อเผยแพร่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 3.1** แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

การวิเคราะห์หลักสูตรเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนของโลหิต ใช้เวลาศึกษาบทเรียน 1 คาบเรียน โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดกรอบโครงสร้างของเนื้อหาที่จะสอบ ดังนี้

1. เลือด ( Blood )
2. หลอดเลือด หรือ เส้นเลือด ( Blood vessel )
3. หัวใจ ( Heart )

2. กำหนดวัตถุประสงค์การสอนและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน และการประเมินผลได้อย่างถูกต้อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน มีดังนี้

1. บอกความหมายและส่วนประกอบของเลือดได้
2. อธิบายหน้าที่ของหลอดเลือดแต่ละชนิดได้
3. อธิบายระบบกลไกการหมุนเวียนของโลหิตได้

**ตารางที่ 3.1** แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเพื่อสร้างแบบทดสอบ

| หัวข้อการสอน / วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | พฤติกรรมเชิงความรู้ | | | | | | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความรู้ความจำ | ความเข้าใจ | นำไปใช้ | วิเคราะห์ | สังเคราะห์ | ประเมินผล | |
| 1. เลือด ( Blood ) | | | | | | | |
| - บอกความหมายและส่วนประกอบของเลือดได้ | 4 | 2 | - | 2 | - | - | 8 |
| 2. หลอดเลือดหรือเส้นเลือด ( Blood vessel ) | | | | | | | |
| - อธิบายหน้าที่ของหลอดเลือดแต่ละชนิดได้ | 3 | 4 | - | 2 | - | - | 10 |
| 3. หัวใจ ( Heart ) | | | | | | | |
| - อธิบายระบบกลไกการหมุนเวียนของโลหิตได้ | 4 | 6 | - | 3 | - | - | 12 |
| รวม | 11 | 12 | 0 | 7 | 0 | 0 | 30 |

จากตาราง 3.1 แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสรุปเป็นจำนวนข้อสอบตามลักษณะการวัดผลได้ ดังนี้

1. วัดความรู้ความจำ จำนวน 11 ข้อ
2. วัดความเข้าใจ จำนวน 12 ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วัดการวิเคราะห์ จำนวน 7 ข้อ

ส่วนวัดการนำไปใช้วัดการสังเคราะห์ และวัดการประเมินค่าไม่มีการวัดผล ( ดูภาคผนวก ค. 3 หน้า 87 )

3. สร้างแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือกให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ของบทเรียน จำนวน 60 ข้อ กำหนดคะแนนที่ตอบถูกเป็น 1 คะแนนและข้อที่ตอบผิดหรือตอบมากกว่าหนึ่งข้อในข้อเดียวกันหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

4. หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ( Content Validity ) โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ พิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยถ้าข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนนเท่ากับ –1 และถ้าไม่แน่ใจจะได้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าความสอดคล้อง ( IOC ) พิจารณาคัดเลือกข้อคำถามโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ ( ชาตรี เกิดธรรม. 2544 : 102 )

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

ซึ่งค่าความตรงตามเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และข้อคำถามทั้งหมดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ( ดูภาคผนวก ค.4 หน้า 88 – 89 )

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาแก้ไขและปรับปรุง นำเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบและแก้ไข

6. นำแบบข้อสอบวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เคยผ่านการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต จำนวน 20 คน

7. หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมดโดยใช้สูตร KR - 20 ของ Kuder Richardson โดยให้ขอบเขตค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความหมายดังนี้ ( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 199 )

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ –1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่น -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00

ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.77 ( ดูภาคผนวก ค.6 หน้า 91 - 92 )

8. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย ( P ) โดยให้ขอบเขตความยากง่ายและความหมาย ดังนี้ ( ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 210 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.80 – 1.00 เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก

0.60 – 0.79 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย (ใช้ได้)

0.40 – 0.59 เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ (ดี)

0.20 – 0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก (ใช้ได้)

0.00 – 0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบควรอยู่ประมาณ 0.20 – 0.80 ซึ่งได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.4 – 0.75 ( ดูภาคผนวก ค.5 หน้า 90)

9. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) โดยให้ขอบเขตค่าอำนาจจำแนกและความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 211)

0.40 ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก

0.30 – 0.39 อำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร

0.20 – 0.29 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้

0.00 – 0.19 อำนาจจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

ดังนั้น ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.7 ( ดูภาคผนวก ค.5 หน้า 90 )

10. นำแบบทดสอบย่อยทางการเรียนที่สมบูรณ์บรรจุไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

**3.2.3 แบบการประเมิน**

แบบการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ประกอบด้วย เนื้อหาและการนำเสนอ ภาพและภาษา

2. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประกอบด้วย เนื้อหาและการนำเสนอ ภาพและตัวอักษร ภาษาและเสียงประกอบ และด้านเทคนิค

ลักษณะของแบบประเมินจะเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก

4 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับดี

3 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับพอใช้

1 หมายถึง คุณภาพของบทเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุง

ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ย ของข้อคำถามแต่ละข้อได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้ ( ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 73 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง

ดังนั้นขอบเขตของคะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินที่ยอมรับคือ ระหว่าง 3.50 – 5.00

ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.54 อยู่ในระดับดีมาก ( ดูภาคผนวก ค.1 หน้า 84)

ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย 4.44 อยู่ในระดับดี ( ดูภาคผนวก ค.2 หน้า 85)

แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ( ดูภาคผนวก ค.1, ค.2 หน้า 84, 85)

3. จากนั้นนำแบบประเมินที่ออกแบบไว้ ไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่อง

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อหน่วยบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือ เพื่อการวิจัย หนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ( ดูภาคผนวก ก หน้า 73 - 80)

2. ผู้วิจัยอธิบายวิธีการศึกษาด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้นักเรียนเข้าใจนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาประสิทธิภาพ ( $E_1$:$E_2$ ) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 นักเรียนเข้าสู่บทเรียน โดยจะแบ่งบทเรียนเป็น 3 บท บทละ 10 คะแนน เมื่อเสร็จจากการเรียนแต่ละบทแล้วนักเรียนต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียน $E_1$(คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ )

2.2 เก็บคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน $E_2$ ( คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ ) แบบทดสอบหลังเรียนมี 30 คะแนน

นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( $E_1$ : $E_2$ ) ( ดูภาคผนวก ค หน้า 83 – 102 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 20 คน ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ( Pre – test ) แล้วเก็บรวบรวมคะแนนไว้

2.4 เมื่อนักเรียนได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ( Post – test ) แล้วเก็บรวบรวมคะแนนไว้

นำค่าที่ได้ไปคำนวณโดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ( t – test แบบ Dependent ) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( ดูภาคผนวก ค.11 หน้า 100 – 102 )

## 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์หาค่าดังนี้

1.1 หาความตรงตามเนื้อหา ( Content Validity ) พิจารณาคัดเลือกข้อคำถามโดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ ( ชาตรี เกิดธรรม. 2544 : 102 )

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรพิจารณาปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ดังนั้นขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

ซึ่งค่าความตรงตามเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และข้อคำถามทั้งหมดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ( ดูภาคผนวก ค หน้า 88 – 90 )

1.2 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ($R_{tt}$) โดยให้ขอบเขตค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และความหมายดังนี้ ( ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 199 )

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าตั้งแต่ –1.00 ถึง +1.00

ค่าความเชื่อมั่น +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด

ค่าความเชื่อมั่น 0.00 หรือใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบไม่มีค่าความเชื่อมั่น

ค่าความเชื่อมั่น -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00

ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.77 ( ดูภาคผนวก ค.6 หน้า 91 – 92 )

1.3 ความยากง่าย ( P ) ขอบเขตความยากง่ายและความหมาย ดังนี้ ( ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 210 )

| | |
|---|---|
| 0.80 – 1.00 | เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก |
| 0.60 – 0.79 | เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย ( ใช้ได้ ) |
| 0.40 – 0.59 | เป็นข้อสอบที่ยาก – ง่ายพอเหมาะ ( ดี ) |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.20 – 0.39 เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก ( ใช้ได้ )

0.00 – 0.19 เป็นข้อสอบที่ยากมาก

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ ระหว่าง 0.20 – 0.80 ซึ่งได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.4 – 0.75 ( ดูภาคผนวก ค.7 หน้า 93 - 94 )

1.4 อำนาจจำแนก (D) ขอบเขตค่าอำนาจจำแนกและความหมาย ดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 211)

0.40 ขึ้นไป อำนาจจำแนกสูง คุณภาพของข้อสอบดีมาก

0.30 – 0.39 อำนาจจำแนกปานกลาง คุณภาพของข้อสอบดีพอสมควร

0.20 – 0.29 อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ คุณภาพของข้อสอบพอใช้

0.00 – 0.19 อำนาจจำแนกต่ำ คุณภาพของข้อสอบใช้ไม่ได้

ดังนั้น ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.7 ( ดูภาคผนวก ค.7 หน้า 93 – 94)

2. หาคุณภาพของแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ (ประคอง กรรณสูตร. 2538 : 73)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง

ดังนั้นเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินควรอยู่ระหว่าง 3.50 – 5.00

ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.54 อยู่ในระดับดีมาก ( ดูภาคผนวก ค.1 หน้า 84 )

ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย 4.44 อยู่ในระดับดี ( ดูภาคผนวก ค.2 หน้า 85 )

3. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( $E_1$:$E_2$ ) ( ดูภาคผนวก ค.10 หน้า 98 – 99 )

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนจากแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน และนำที่ได้ไปเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ t – test แบบ Dependent ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ( ดูภาคผนวก ค.11 หน้า 100 – 102 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.5.1.1 สถิติที่ใช้ในการหาความสอดคล้องตรงตามเนื้อหา (ชาตรี เกิดธรรม. 2544 : 101)

สูตร $$IOC = \frac{\sum X}{N} \quad (3.1)$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ (Index of item – objective congruence)

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอบเขตของค่าความตรงตามเนื้อหาที่ยอมรับคือ 0.5 – 1.00

3.5.1.2 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น สูตร KR 20 ของ Kuder Richardson (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 198)

สูตร $$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right\} \quad (3.2)$$

เมื่อ $r_{tt}$ คือ ความเชื่อมั่น

n คือ จำนวนข้อสอบ

p คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ ( จำนวนคนทำถูก / จำนวนคนทำทั้งหมด)

q คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)

$S_t^2$ คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

ดังนั้น ขอบเขตของค่าความเชื่อมั่นที่ยอมรับคือ +1.00 หรือเข้าใกล้ +1.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.3 สถิติที่ใช้ในการหาความยากง่าย (Difficulty) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 210)

สูตร $$P = \frac{R}{N} \quad (3.3)$$

เมื่อ P คือ ความยากง่าย

R คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูก

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

ขอบเขตของค่าความยากง่ายของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ ระหว่าง 0.20 – 0.80

3.5.1.4 สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ( discrimination ) ( ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 211 )

สูตร $$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (3.4)$$

เมื่อ D คือ อำนาจในการจำแนก

$R_u$ คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง

$R_L$ คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมดทั้งกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน

ขอบเขตของค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบที่ยอมรับคือ 0.20 ขึ้นไป

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5.2.1 การหาค่าเฉลี่ย ( ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73 )

สูตร $$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3.5)$$

เมื่อ $\overline{X}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูล

ดังนั้นเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินควรอยู่ระหว่าง 3.50 – 5.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 79)

สูตร $$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (3.6)$$

เมื่อ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูล

ดังนั้นเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินควรอยู่ระหว่าง 3.50 – 5.00

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520 ; 136 )

สูตร $$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} X100 \qquad E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} X100 \quad (3.7)$$

เมื่อ $E_1$ คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ ( ประสิทธิภาพของขบวนการ )

$E_2$ คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ ( ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ )

$\sum X$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำแบบฝึกหัด

$\sum F$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำการทดสอบหลังเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ t – test แบบ Dependent ( พรรณี ลีกิจวัฒนะ. 2541 : 138 ) โดยให้ความแปรปรวนของกลุ่มประชากรเท่ากับ

สูตร $$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} \qquad (3.8)$$

เมื่อ

D = ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$\sum D$ = ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D^2$ = ผลรวมของผลต่างระหว่างคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ยกกำลังสอง

N = จำนวนผู้ทำข้อสอบ

กำหนดให้ df = N -1 และ $\alpha$ = .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ตามหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยได้ทดลองใช้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2547 เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80 : 80 โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

## 4.1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งแบบประเมินออกเป็นด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน ผลการประเมินมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 4.1** แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

| คะแนนเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้าน | คะแนน | แปลความหมาย |
|---|---|---|
| คะแนนเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา | 4.54 | ดีมาก |
| คะแนนเฉลี่ยจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน | 4.44 | ดี |
| ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 2 ด้าน | 4.49 | ดีมาก |

จากตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้านพบว่าผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เท่ากับ 4.54 และผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน เท่ากับ 4.44 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 2 ด้าน เท่ากับ 4.49 จากผลการวิจัยข้างต้นแสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ( ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค. 1 – ค.2 หน้า 84 – 85 )

## 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ผลการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยการนำผลคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน ( แบบฝึกหัด ) และผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน มาเปรียบเทียบกันโดยใช้เกณฑ์การหาประสิทธิภาพ 80 : 80 ซึ่งมีผลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.2** แสดงผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น

| ประสิทธิภาพของบทเรียน | ค่าสถิติ |
|---|---|
| คะแนนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน ( $E_1$ ) | 80.83 |
| คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ ) | 80.16 |

เกณฑ์ที่กำหนด ( $E_1 : E_2$ ) 80:80

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนพบว่า ค่าสถิติจากแบบทดสอบระหว่างเรียน ( $E_1$ ) เท่ากับ 80.83 และค่าสถิติจากแบบทดสอบหลังเรียน ( $E_2$ ) เท่ากับ 80.16 ซึ่งผลการทดลองที่ได้ใกล้เคียงกับเกณฑ์การหาประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ที่ 80 : 80 ( ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค.10 หน้า 98 – 99 )

## 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน มีรายละเอียดดังนี้

**ตารางที่ 4.3** แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบจากคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

| ผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | *N* | $\overline{X}$ | *SD* | *t – test* |
|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 20 | 14.87 | 3.46 | 10.97* |
| หลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน | 20 | 24.05 | 3.26 | |

ระดับนัยสำคัญที่ .05 ( $\alpha$ =.05, df = 19, t = 1.729 )

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน นำมาหาค่าสถิติโดยใช้ t – test ได้เท่ากับ 10.97 เมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับตาราง t – test = 1.729 เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าค่าคำนวณมากกว่าค่าตาราง จึงสรุปได้ว่ามีค่าความแตกต่าง ดังนี้ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับ 14.87 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 24.05 คะแนน จากการทดสอบนี้แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค.11 หน้า 100 – 102 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 ) โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี โดยมีเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.2 สมมติฐานการวิจัย

5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.7 สรุปผลการวิจัย

5.8 อภิปรายผล

5.9 ข้อเสนอแนะ

## 5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

## 5.2 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 40 คน โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี วิชาวิทยาศาสตร์ สังกัดกรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2547 คัดเลือกโดยการสุ่มอย่างง่าย ( Simple Random Sampling ) โดยการจับสลาก จำนวน 20 คน

## 5.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองทั้งหมด ประกอบด้วย

5.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

5.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทั้งหมด 30 ข้อ โดยสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยผ่านขั้นตอนการหาประสิทธิภาพแบบทดสอบ ซึ่งค่าความตรงตามเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 และข้อคำถามทั้งหมดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.4 – 0.75 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.7 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.77 ( ดูภาคผนวก ค.6 หน้า 91 – 92 )

5.4.3 แบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งออกเป็นด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผลคะแนนค่าเฉลี่ยจากการประเมิน ดังนี้

1. แบบประเมินความคิดเห็น ด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.54 อยู่ในระดับดีมาก ( ดูภาคผนวก ค.1 หน้า 84 )

2. แบบประเมินความคิดเห็น ด้านเทคนิคการผลิตสื่อค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ย 4.44 อยู่ในระดับดี ( ดูภาคผนวก ค.2 หน้า 85 )

## 5.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ตามขั้นตอนการสร้างบทเรียนที่ได้อธิบายรายละเอียดไว้ในบทที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ติดต่องานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อออกหนังสือขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย หนังสือขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย และหนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3. ประเมินคุณภาพของบทเรียนจากผู้ทรงคุณวุฒิ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน ด้านละ 3 ท่าน รวม 6 ท่าน และนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ต่อไป

4. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด โดยให้กลุ่มตัวอย่างศึกษาจาก บทเรียนที่สร้างขึ้นก่อนการศึกษาบทเรียน ผู้วิจัยอธิบายวิธีการใช้บทเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนศึกษาบทเรียน ระหว่างการเรียนนักเรียนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียนตามลำดับเมื่อเสร็จการศึกษาบทเรียนแล้ว ผู้วิจัยนำผลการเรียนที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของบทเรียนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนต่อไป

5. หาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยการหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) ได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียน และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ซึ่งได้จากแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80 : 80

6. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ( t - test แบบ Dependent ) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

## 5.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยตามขั้นตอน ต่อไปนี้

1. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความตรงตามเนื้อหา ( Content validity ) การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ( $r_{tt}$ ) การหาความยากง่าย ( P ) การหาค่าอำนาจจำแนก ( D ) ( ดูภาคผนวก ค หน้า 91 – 94 )

2. หาคุณภาพของบทเรียน โดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน ( ดูภาคผนวก ค หน้า 84 – 85 )

3. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ( $E_1$: $E_2$ ) โดยการวิเคราะห์คะแนนของผู้เรียนจากแบบทดสอบระว่างเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้เกณฑ์ 80 : 80 ( ดูภาคผนวก ค หน้า 98 – 99 )

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการวิเคราะห์ผลคะแนนของผู้เรียนที่ได้จากแบบทดสอบก่อนเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สถิติ t - test แบบ Dependent ( ดูภาคผนวก ค หน้า 100 – 102 )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.7 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยใน สามารถสรุปผลการวิจัยดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต มีประสิทธิภาพของบทเรียนจากแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 80.83 : 80.16 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80 : 80

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน นำมาหาค่าสถิติโดยใช้สูตร t - test แบบ Dependent ได้เท่ากับ 10.97 เมื่อนำค่าที่ได้ไปเทียบกับตาราง t – test แล้วมีค่าเท่ากับ 1.729 ซึ่งผลปรากฏว่ามีค่าแตกต่างกัน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 14.87 คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เท่ากับ 24.05 คะแนน ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 5.8 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่สรุปไว้ข้างต้น สามารถอภิปรายได้ดังนี้

5.8.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต

จากผลการวิจัยพบว่าบทเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83 : 80.16 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนได้ผ่านขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขจำนวน 2 ครั้ง เพื่อหาข้อบกพร่องของการเรียน จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนด ซึ่งผลที่ได้เป็นที่ยอมรับได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต มีประสิทธิภาพซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้จริง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ เสาวนีย์ สิขาบัณฑิต ( 2528: 294 – 295 ) ที่ได้กล่าวไว้ว่า " เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ $E_1 / E_2$ กล่าวคือ เป็นการกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 หมายถึง เมื่อผู้เรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80 และสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนเนื้อหาครบแล้วได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80 ซึ่งตรงตามเกณฑ์มาตรฐาน " และที่สำคัญงานวิจัยนี้ยังได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดุสิต พันธุ์พฤกษ์ ( 2544 : บทคัดย่อ ) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนพรตพิทยพยัต เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯจำนวน 30 คน ได้มาโดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุ่มอย่างง่ายการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีวิธีการดำเนินการดังนี้ คือ การเลือกเนื้อหาผู้วิจัยได้นำหัวข้อเรื่องการย่อยอาหารของคน มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำเนื้อหาที่ได้มาวิเคราะห์เป็นหน่วยย่อย และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมเนื้อหาที่แบ่งย่อยแล้วสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบหลังเรียนนำเนื้อหาออกแบบสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบประเภทการสอนเนื้อหา ( Tutoria ) ด้วยโปรแกรม Authorware version 4 แล้วนำเสนอให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่อง นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการทดลองหาประสิทธิภาพ และวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาชีววิทยา เรื่องการย่อยอาหารของคน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.83 / 81.08 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน และหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ.05 และนักเรียนมีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการพัฒนาทักษะการคิด

สอดคล้องกับสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.8.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต

จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ นั่นเป็นเพราะการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการจัดการศึกษา หรือการจัดการเรียนการสอนที่ยึดหลักที่ว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนเป็นศูนย์กลางหรือผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการจัดกระบวนการเพื่อส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพด้วยความแตกต่างระหว่างบุคคล (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2542 : 12 -13) และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนตามเวลาที่สะดวกเหมาะสม ตามความสนใจของผู้เรียน นอกจากนี้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีการประเมินผลให้ผู้เรียนทราบได้ทันที ทำให้ผู้เรียนเห็นผลสำเร็จในทันที ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อประสมทั้งภาพและเสียง มีทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก แผนภูมิ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายในระยะเวลาจำกัด ตรงตามวัตถุประสงค์ในบทเรียน สามารถทบทวนเนื้อหาในบทเรียนได้ด้วยตนเอง และประเมินผลการเรียนได้ในทันที และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการนำเสนอเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ได้ตรงทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียน " ( บูรณะ สมชัย. 2542 : 14, 23 -30 ; ถนอมพร ( ตันพิพัฒน์ ) เลาหจรัสแสง. 2541 : 8 -11 ; กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 245 ; อรนุช ลิมตศิริ. 2544 : 202 ) และผลการวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของกัญญา เลิศสามัตถิยกุล(2540) และบรรจง เขื่อนแก้ว (2542) ที่ได้วิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักศึกษา ซึ่งพบว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

## 5.9 ข้อเสนอแนะ

### 5.9.1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการสอนควบคู่กับการเรียนการสอนจริงในห้องเรียน หรือใช้เป็นแหล่งศึกษาเพิ่มเติมจากการสอนของอาจารย์จะทำให้ประสิทธิภาพการเรียนของผู้เรียนเพิ่มขึ้น

2. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรใช้เทคนิคการนำเสนอเนื้อหาที่เร้าความสนใจผู้เรียนให้มาก เช่น การปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบระหว่างบทเรียนกับผู้เรียน การนำเสนอสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

3. จากการวิจัยพบว่าการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่ควรจำกัดเวลาในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนและในด้านความชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์ไม่เท่ากัน

4. คำแนะนำก่อนเรียน และการแนะนำการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจัดว่าเป็นสิ่งสำคัญ เพราะการใช้เครื่องมือนำทาง ( Navigator ) เช่นปุ่มการเชื่อมโยง หรือคำอธิบายเพิ่มเติม เพื่อชี้นำให้ผู้เรียนเรียนตามเนื้อหาที่จัดไว้ ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในบทเรียน ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้ระบบการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

### 5.9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. สนับสนุนให้มีการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ในการเรียนการสอนให้มากขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์ เพราะจะช่วยให้นักเรียนที่เรียนช้าสามารถทบทวนและนักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังสามารถนำไปใช้สอนซ่อมเสริม สอนเสริม หรือสอนควบคู่ไปกับการเรียนการสอนแบบปกติ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สถาบันการศึกษาควรมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาค้นคว้าจากอินเตอร์เน็ต หรือจากสื่อการเรียนการสอนประเภทซีดีรอม และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่างๆ เพื่อที่ให้ผู้เรียนได้คุ้นเคยกับการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


กระทรวงศึกษาธิการ, กรมวิชาการ. 2533. **หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นพุทธศักราช 2521 ( ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 ).** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. **เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

กัญญา เลิศสามัตถิยกุล. **การศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ค012 เรื่องภาพตัดกรวย ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4.**วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยนเรศวร.[Online]. Available : http://203.146.77.6/research/r001/0129.htm

กิดานันท์ มลิทอง. 2543. **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม.** กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์

กำพล ดำรงค์วงค์. 2528. **"การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชา วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี."** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

ขนิษฐา ชานนท์. 2531. **"เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน."** เทคโนโลยีทางการศึกษา : 7 – 13.

ฉลองชัย สุรวัฒน์บูรณ์. 2528. **การเลือกและการใช้สื่อการสอน.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชาตรี เกิดธรรม. 2544. **อยากทำวิจัยในชั้นเรียนแต่เขียนไม่เป็น.** กรุงเทพฯ : เลี่ยงเชียง.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2520. **ระบบสื่อการสอน.** กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชาญชัย ลิ่มเจริญ. 2544. " บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องพันธุกรรม." วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ดุสิต พันธุ์พฤกษ์. 2544. **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ว 041 เรื่องการย่อยอาหารของคน = The development of computer assisted instruction on biology in science 041 : human digestion.** วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง. 2541. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** กรุงเทพฯ : วงกมล โพรดักชัน.

ทักษิณา สวนานนท์. 2530. **คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : องค์การค้าคุรุสภา.

ทักษิณา สวนานนท์. 2533. **พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์.** กรุงเทพฯ : ไฮเทคพริ้นติ้ง.

นิพนธ์ ศุขปรีดี . 2521. **เครื่องมือเทคโนโลยีทางการศึกษา .** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

นุชนาฏ ฐิติโภคา. 2529. **ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิตคณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรจง เขื่อนแก้ว. 2542. **การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การฝึกหัดวินิจฉัยโรคในช่องปากสำหรับนักศึกษาทันตแพทย์ศาสตร์ ชั้นปีที่ 5 คณะทันตแพทย์ศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. [Online]. Available : http://203.146.77.6/research/r001/y43e3299.htm

บุญชม ศรีสะอาด. 2543. **การวิจัยเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : สุวีริยสาส์น

บรูณะ สมชัย. 2542. **การสร้าง CAI Multimedia ด้วย Authorware 4.** กรุงเทพฯ : เอช.เอ็น.กรุ๊ป

ประคอง กรรณสูตร. 2538. **สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปรีชา จุลชัยวรกุล. 2538. **การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำด้วยลูกศรเคลื่อนที่มีเสียงและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการชี้นำด้วยลูกศรเคลื่อนที่ไม่มีเสียง.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ผดุง อารยะวิญญู. 2527. **ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พยอม อิงคตานุวัตน์. 2524. **จิตวิทยาพัฒนาการเด็ก.** พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : เจริญวิทย์การพิมพ์

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2544. **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา.** คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร.

ภัทรา นิคมานนท์. 2540. **การประเมินผลการเรียน.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพ : ทิพยวิสุทธิ์การพิมพ์.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : สุวีริยสาส์น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัลลภ พัฒนพงศ์. 2538. **การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและแบบเรียนโปรแกรมในการสอนวิชาเขียนแบบงานท่อ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532. **"การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน." ในโครงการตำราเอกสารทางวิชาการจุฬาสู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา คอมพิวเตอร์กับการศึกษา.** กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. **รวมศัพท์เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สุมาลี จันทร์ชลอ. 2542. **การวัดและประเมินผล.** กรุงเทพฯ : พิมพ์ดี.

สุวิทย์ ไวยกุล. 2538. **ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการตัดสินใจในการออกแบบ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สมหญิง เจริญจิตรกรรม. 2525. **เทคโนโลยีการศึกษาเบื้องต้น.** นครปฐม : ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. **เทคโนโลยีการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สำนักงานคณะกรรมการแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ** พุทธศักราช 2542.

สันติ ม่วงปาน. 2530. " การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียน**ซ่อมเสริมวิชาฟิสิกส์."** กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริชัย กาญจนวาสี. 2534. "การเรียนรู้ของผู้เรียนกับการวัดและประเมินผลการศึกษาในมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช." **เอกสารการสอนชุดวิชา จิตวิทยาและสังคมวิทยาพื้นฐานเพื่อการวัดและประเมินผลการศึกษา.** นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อรนุช ลิมตศิริ. 2544 **นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนการสอน.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อรนุช อุทานนท์ . 2544. **บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อำนวย เดชชัยศรี. 2542. **นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

Alessi, Stephen M. and Stanley R. Trollip. 1985. **Computer – Based Instruction**. New Jersey : Prentice – Hall, Inc.

Chambers,. J.a. 1983. **"Computer Assisted Instruction : Current Trends and Critical Issues."** P. 107 – 119. in D.Harper and J. Stewart. **Run Computer Education**. California : Brooks / Cole Publishing Computer.

Cordell , B.J. 1989. **The Effect of Different Leaning Styles on Outcone of Educational using Two Computer – Assisted Instructional Desing.** Disstertation Abstract International.50.

Gagne' Robert M., W. Wager , and A. Rojas – 1981. " Planning and Athoring Computer Assisted Instruction Lessons. " **Educational Technology** . 70( 9 ) : 12 – 21 ; September

Hall, Keith A. 1982. **"Computer – Based Education." In Encyclopedia of Education Research**. Vol.3 : 353 – 363.

Harley, D.E. and other s. costs. 1987. **"Effect and Utility of Microcomputer Assisted Instruction." Education Resources Information Center.** 11( November 1987 ) : 151.

Morrit . J.M. 1983 . **Computer aided Instruction** : toward a new direction. Education Technology. 15 ( May ). Oates , William Robert. 1983. **" Effect of Computer Assisted instruction in Writing Skill on Journalism Student in Bagining Newswritin Class."** Dissertation Abstracts International. 43 ( March 1983 ) : 2822 – A.

Prenis, John. 1977. **Running Press Glossary of Computer Terms**. New Jersey : Kaiman.

Sipplo, Cherles J. 1981. **Microcomputer Dictionary**. 2 edition. U.S.A. : Howard W. Sams.

Splittgerber, Fred L. 1979. **"Computer – Based Instruction : A Revolution in the Making." Education Technology**. 14(1979) : 20 – 26.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stolurow, L.W. 1971. "Computer – Aided Instruction." **The Encyclopedia of Education**. Vol 2. Lee C. Deighton. New York : McMillam & Free Press.

Woerner, L.N. 1980 **" Computer based diagnosis remediation of Computational errors with Fractions "** Dissertation Abstract International.41.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือราชการ

ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก ค รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ภาคผนวก ง แบบประเมินสื่อการสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ภาคผนวก จ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ฉ เนื้อหาบทเรียน

ภาคผนวก ช ภาพแสดงหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ภาคผนวก ก
# หนังสือราชการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04 / 3064

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

15 กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเบญจมเทพอุทิศ จังหวัดเพชรบุรี (นายนคร ตังคะภิภพ)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางสาวโชติรส เอกอุ่น นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบหมุนเวียนของโลหิต" และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2545 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์ท่านได้โปรดอนุญาตให้ นางสาวโชติรส เอกอุ่น ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 7373000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3049

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สุภา นิลมณี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวโชติรส เอกอุ่น นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวโชติรส เอกอุ่น มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3049

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์บุญรวม ฉ่ำแสง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวโชติรส เอกอุ่น นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวโชติรส เอกอุ่น มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3049

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ฉนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๑ กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์จรรยา มีสกุล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวโชติรส เอกอุ่น นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหาดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวโชติรส เอกอุ่น มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3049

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์นัยนา นุรารักษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวโชติรส เอกอุ่น นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวโชติรส เอกอุ่น มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3049

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 กรกฎาคม 2547

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์สุธีร์ กิจฉวี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวโชติรส เอกอุ่น นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวโชติรส เอกอุ่น มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ 0524.04/ 3049

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

14 กรกฎาคม 2547

**เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย**

เรียน อาจารย์วนิดา จึงประสิทธิ์

**สิ่งที่ส่งมาด้วย** แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางสาวโชติรส เอกอุ่น นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นางสาวโชติรส เอกอุ่น มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 737-3000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3264325

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ภาคผนวก ข

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. อาจารย์สุภา นิลมณี

   อาจารย์ 3 ระดับ 8 อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์
   โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี

2. อาจารย์บุญรวม ฉ่ำแสง

   อาจารย์ 2 ระดับ 7 อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์
   โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี

3. อาจารย์จรรยา มีสกุล

   อาจารย์ 2 ระดับ 7 อาจารย์ประจำหมวดวิชาวิทยาศาสตร์
   โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี

# รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. อาจารย์นัยนา นุรารักษ์

   วุฒิการศึกษา ปริญญาโทโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
   ตำแหน่ง หัวหน้าหน่วย CAI คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. อาจารย์สุธี กิจฉวี

   วุฒิการศึกษา อ.สบ.เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม (เกียรตินิยม)
   คอ.ม.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
   ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี

3. อาจารย์วนิดา จึงประสิทธิ์

   วุฒิการศึกษา ปริญญาโทโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
   ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
   มหาวิทยาลัยศิลปากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ภาคผนวก ค
# รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.1** แสดงการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

| หัวข้อที่ | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | | ค่าเฉลี่ย | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | รวม | $\overline{X}$ | ความหมาย |
| 1. เนื้อหาและการนำเสนอ | | | | | | |
| 1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | 5 | 5 | 5 | 15 | 5 | ดีมาก |
| 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | ดี |
| 1.3 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 | ดีมาก |
| 1.4 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | ดีมาก |
| 1.5 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | ดีมาก |
| 1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | ดี |
| 1.7 ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหา | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 | ดี |
| 2. ภาพและภาษา | | | | | | |
| 2.1 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | ดี |
| 2.2 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 | ดี |
| 2.3 ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา | 5 | 4 | 5 | 14 | 4.67 | ดีมาก |
| 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับเวลาในแต่ละตอน | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | ดีมาก |
| 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย เนื้อหา | 4 | 5 | 5 | 14 | 4.67 | ดีมาก |
| 2.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 | ดี |
| รวม | | | | | 4.54 | ดีมาก |

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

ภาษาที่ใช้ในการอธิบายเนื้อหาควรจะกระชับมากกว่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.2** แสดงการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

| หัวข้อที่ | ผู้ทรงคุณวุฒิ | | | | ค่าเฉลี่ย | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | รวม | $\overline{X}$ | ความหมาย |
| 1. ภาพและตัวอักษร | | | | | | |
| 1.1 ความถูกต้องเหมาะสมของภาพที่นำมาใช้ | 5 | 5 | 5 | 15 | 5 | ดีมาก |
| 1.2 ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ | 4 | 4 | 4 | 12 | 4 | ดี |
| 1.3 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | ดี |
| 1.4 ความเหมาะสมของตำแหน่ง / ขนาดของภาพ | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | ดีมาก |
| 1.5 การออกแบบจอภาพได้อย่างเหมาะสมทำให้เกิดความน่าสนใจ | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | ดีมาก |
| 2. ภาษาและเสียงประกอบ | | | | | | |
| 2.1 ความเหมาะสมของเสียงบรรยาย | 4 | 5 | 4 | 13 | 4.33 | ดี |
| 2.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย | 4 | 4 | 4 | 12 | 4 | ดี |
| 2.3 ความเหมาะสมของเสียงประกอบ | 5 | 5 | 5 | 15 | 5 | ดีมาก |
| 2.4 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับเสียงประกอบ | 4 | 4 | 4 | 12 | 4 | ดี |
| 3. ด้านเทคนิค | | | | | | |
| 3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา | 5 | 5 | 4 | 14 | 4.67 | ดีมาก |
| 3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย | 5 | 4 | 4 | 13 | 4.33 | ดี |
| 3.3 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน | 4 | 4 | 5 | 13 | 4.33 | ดี |
| รวม | | | | | 4.44 | ดี |

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ขนาดตัวอักษรเล็กไป แต่สีสันรูปภาพมีความน่าสนใจดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การวิเคราะห์หลักสูตร**

การวิเคราะห์หลักสูตรเนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต ใช้เวลาศึกษาบทเรียน 3 คาบเรียน โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดกรอบโครงสร้างของเนื้อหาที่จะสอบ ดังนี้

1. เลือด ( Blood )
2. หลอดเลือด หรือ เส้นเลือด ( Blood vessel )
3. หัวใจ ( Heart )

2. กำหนดวัตถุประสงค์การสอนและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน และการประเมินผลได้อย่างถูกต้อง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน มีดังนี้

1. บอกความหมายและส่วนประกอบของเลือดได้
2. อธิบายหน้าที่ของหลอดเลือดแต่ละชนิดได้
3. อธิบายระบบกลไกการหมุนเวียนของโลหิตได้

3. กำหนดลำดับความสำคัญของระดับการวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งแบ่งเป็น 6 ระดับ คือ ระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.3** แสดงน้ำหนักความสำคัญ และความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหาวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต

| ระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ | ความรู้ความจำ | ความเข้าใจ | นำไปใช้ | วิเคราะห์ | สังเคราะห์ | ประเมินผล | รวม | ลำดับความสำคัญ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. เลือด ( Blood ) | | | | | | | | |
| - บอกความหมายและส่วนประกอบของเลือดได้ | 4 | 2 | - | 2 | - | - | 8 | 3 |
| 2. หลอดเลือดหรือเส้นเลือด ( Blood vessel ) | | | | | | | | |
| - อธิบายหน้าที่ของหลอดเลือดแต่ละชนิดได้ | 3 | 4 | - | 2 | - | - | 10 | 2 |
| 3. หัวใจ ( Heart ) | | | | | | | | |
| - อธิบายระบบกลไกการหมุนเวียนของโลหิตได้ | 4 | 6 | - | 3 | - | - | 12 | 1 |
| รวม | 11 | 12 | 0 | 7 | 0 | 0 | 30 | |
| ลำดับความสำคัญของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | 1 | 2 | 4 | 3 | 5 | 6 | | |

แสดงการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปใช้ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถสรุปเป็นจำนวนข้อสอบตามลักษณะการวัดผลได้ ดังนี้

1. วัดความรู้ความจำ จำนวน 11 ข้อ
2. วัดความเข้าใจ จำนวน 12 ข้อ
3. วัดการวิเคราะห์ จำนวน 7 ข้อ

ส่วนด้านการวัด การนำไปใช้ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ไม่มีการวัดผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.4** แสดงการวิเคราะห์ความสอดคล้อง ( IOC ) กับจุดประสงค์และผลการวิเคราะห์

| ข้อที่ | คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ | | | $\sum X$ | IOC | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | | | |
| 1 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 2 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 3 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 4 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 5 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 6 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 7 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 8 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 9 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 10 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 11 | +1 | +1 | 0 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 12 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 13 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 14 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 15 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 16 | 0 | +1 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 17 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 18 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 19 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 20 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 21 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 22 | +1 | +1 | 0 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 23 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 24 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 25 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 26 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 27 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 28 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 29 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 30 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.4** ( ต่อ )

| ข้อที่ | คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่ | | | $\sum X$ | IOC | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | | | |
| 31 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 32 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 33 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 34 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 35 | +1 | +1 | 0 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 36 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 37 | +1 | 1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 38 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 39 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 40 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 41 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 42 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 43 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 44 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 45 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 46 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 47 | 0 | +1 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 48 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 49 | 0 | +1 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 50 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 51 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 52 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 53 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 54 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 55 | +1 | 0 | +1 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 56 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 57 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 58 | +1 | +1 | 0 | 2 | 0.67 | สอดคล้อง |
| 59 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |
| 60 | +1 | +1 | +1 | 3 | 1 | สอดคล้อง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.5** แสดงสัดส่วนจำนวนแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ( IOC ) ค่าความยากง่าย ( P) และค่าอำนาจจำแนก ( D ) ของแบบทดสอบ

| ลำดับที่ | ข้อที่ | ค่าความสอดคล้อง ( IOC ) | ค่าความยากง่าย ( P ) | ค่าอำนาจจำแนก( D ) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3* | 1 | 0.75 | 0.5 |
| 2 | 5* | 1 | 0.7 | 0.4 |
| 3 | 6* | 1 | 0.75 | 0.5 |
| 4 | 7* | 1 | 0.75 | 0.3 |
| 5 | 8* | 1 | 0.75 | 0.3 |
| 6 | 10* | 1 | 0.75 | 0.5 |
| 7 | 12* | 1 | 0.75 | 0.3 |
| 8 | 15* | 1 | 0.75 | 0.3 |
| 9 | 17* | 1 | 0.7 | 0.2 |
| 10 | 18* | 1 | 0.75 | 0.3 |
| 11 | 19* | 1 | 0.4 | 0.4 |
| 12 | 20* | 1 | 0.7 | 0.4 |
| 13 | 21* | 1 | 0.65 | 0.5 |
| 14 | 24* | 1 | 0.75 | 0.5 |
| 15 | 25* | 1 | 0.7 | 0.4 |
| 16 | 32* | 1 | 0.45 | 0.3 |
| 17 | 37* | 1 | 0.7 | 0.4 |
| 18 | 40* | 1 | 0.65 | 0.3 |
| 19 | 42* | 1 | 0.65 | 0.5 |
| 20 | 43* | 1 | 0.75 | 0.5 |
| 21 | 46* | 1 | 0.45 | 0.3 |
| 22 | 48* | 1 | 0.55 | 0.5 |
| 23 | 50* | 1 | 0.7 | 0.4 |
| 24 | 51* | 1 | 0.75 | 0.5 |
| 25 | 52* | 1 | 0.75 | 0.5 |
| 26 | 54* | 1 | 0.45 | 0.3 |
| 27 | 56* | 1 | 0.55 | 0.7 |
| 28 | 57* | 1 | 0.7 | 0.4 |
| 29 | 59* | 1 | 0.75 | 0.5 |
| 30 | 60* | 1 | 0.75 | 0.5 |

**หมายเหตุ : ข้อที่มีเครื่องหมาย * เป็นข้อที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.6** แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

| ลำดับที่ | ข้อที่ | p=สัดส่วนของผู้ตอบถูก | q= สัดส่วนของผู้ตอบผิด | pq |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 3* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 2 | 5* | 0.7 | 0.3 | 0.21 |
| 3 | 6* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 4 | 7* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 5 | 8* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 6 | 10* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 7 | 12* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 8 | 15* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 9 | 17* | 0.7 | 0.3 | 0.21 |
| 10 | 18* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 11 | 19* | 0.4 | 0.6 | 0.24 |
| 12 | 20* | 0.7 | 0.3 | 0.21 |
| 13 | 21* | 0.65 | 0.35 | 0.23 |
| 14 | 24* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 15 | 25* | 0.7 | 0.3 | 0.21 |
| 16 | 32* | 0.45 | 0.55 | 0.25 |
| 17 | 37* | 0.7 | 0.3 | 0.21 |
| 18 | 40* | 0.65 | 0.35 | 0.23 |
| 19 | 42* | 0.65 | 0.35 | 0.23 |
| 20 | 43* | 0.75 | 0.25 | 0.23 |
| 21 | 46* | 0.45 | 0.55 | 0.24 |
| 22 | 48* | 0.55 | 0.45 | 0.24 |
| 23 | 50* | 0.7 | 0.3 | 0.21 |
| 24 | 51* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 25 | 52* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 26 | 54* | 0.45 | 0.55 | 0.24 |
| 27 | 56* | 0.55 | 0.45 | 0.24 |
| 28 | 57* | 0.7 | 0.3 | 0.21 |
| 29 | 59* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| 30 | 60* | 0.75 | 0.25 | 0.19 |
| รวม | | 20.20 | 9.8 | 6.31 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การหาค่าความเชื่อมั่น**

สูตร $$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S_t^{\,2}}\right\}$$

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1}\left\{1 - \frac{6.31}{25.53}\right\} = 0.77$$

ดังนั้นได้ค่าความเชื่อมั่น 0.77




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.7** แสดงค่าความยากง่าย ( P ) และอำนาจจำแนก ( D)

| ข้อที่ | ตอบถูกกลุ่มเก่ง $R_U$ | ตอบถูกกลุ่มอ่อน $R_L$ | รวมคนตอบถูก R | $P=\frac{R}{N}$ | ความหมาย | $D=\frac{R_U-R_L}{\frac{N}{2}}$ | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 1 | 5 | 0.25 | ค่อนข้างยาก | 0.3 | ดีพอควร |
| 2 | 5 | 2 | 7 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.3 | ดีพอควร |
| 3* | 10 | 5 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 4 | 6 | 1 | 7 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.3 | ดีพอควร |
| 5* | 9 | 5 | 14 | 0. 7 | ค่อนข้างง่าย | 0.4 | ดีมาก |
| 6* | 10 | 5 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 7* | 9 | 6 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.3 | ดีพอควร |
| 8* | 9 | 6 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.3 | ดีพอควร |
| 9 | 2 | 1 | 3 | 0.15 | ยากมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 10* | 10 | 5 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 11 | 4 | 1 | 5 | 0.25 | ค่อนข้างยาก | 0.3 | ดีพอควร |
| 12* | 9 | 6 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.3 | ดีพอควร |
| 13 | 2 | 1 | 3 | 0.15 | ยากมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 14 | 4 | 2 | 6 | 0.3 | ค่อนข้างยาก | 0.2 | พอใช้ |
| 15* | 9 | 6 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.3 | ดีพอควร |
| 16 | 5 | 2 | 7 | 0.35 | ค่อนข้างยาก | 0.3 | ดีพอควร |
| 17* | 8 | 6 | 14 | 0.7 | ค่อนข้างง่าย | 0.2 | พอใช้ |
| 18* | 9 | 6 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.3 | ดีพอควร |
| 19* | 6 | 2 | 8 | 0.4 | ง่ายพอเหมะ | 0.4 | ดีมาก |
| 20* | 9 | 5 | 14 | 0.7 | ค่อนข้างง่าย | 0.4 | ดีมาก |
| 21* | 9 | 4 | 13 | 0.65 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 22 | 10 | 6 | 16 | 0.8 | ง่ายมาก | 0.4 | ดีมาก |
| 23 | 4 | 2 | 6 | 0.3 | ค่อนข้างยาก | 0.2 | พอใช้ |
| 24* | 10 | 5 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 25* | 9 | 5 | 14 | 0.7 | ง่ายพอเหมาะ | 0.4 | ดีมาก |
| 26 | 10 | 6 | 16 | 0.8 | ง่ายมาก | 0.4 | ดีมาก |
| 27 | 2 | 1 | 3 | 0.15 | ยากมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 28 | 9 | 8 | 17 | 0.85 | ง่ายมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 29 | 4 | 2 | 6 | 0.3 | ค่อนข้างยาก | 0.2 | พอใช้ |
| 30 | 4 | 2 | 6 | 0.3 | ค่อนข้างยาก | 0.2 | พอใช้ |
| 31 | 2 | 1 | 3 | 0.15 | ยากมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 32* | 6 | 3 | 9 | 0.45 | ค่อนข้างง่าย | 0.3 | ดีพอควร |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.7(ต่อ)**

| ข้อที่ | ตอบถูกกลุ่มเก่ง $R_U$ | ตอบถูกกลุ่มอ่อน $R_L$ | รวมคนตอบถูก R | $P=\frac{R}{N}$ | ความหมาย | $D=\frac{R_U-R_L}{\frac{N}{2}}$ | ความหมาย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33 | 7 | 5 | 12 | 0.6 | ค่อนข้างง่าย | 0.2 | พอใช้ |
| 34 | 2 | 1 | 3 | 0.15 | ยากมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 35 | 4 | 2 | 6 | 0.3 | ค่อนข้างยาก | 0.2 | พอใช้ |
| 36 | 7 | 5 | 12 | 0.6 | ค่อนข้างง่าย | 0.2 | พอใช้ |
| 37* | 9 | 5 | 14 | 0.7 | ค่อนข้างง่าย | 0.4 | ดีมาก |
| 38 | 7 | 5 | 12 | 0.6 | ค่อนข้างง่าย | 0.2 | พอใช้ |
| 39 | 2 | 1 | 3 | 0.15 | ยากมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 40* | 8 | 5 | 13 | 0.65 | ค่อนข้างง่าย | 0.3 | ดีพอควร |
| 41 | 1 | 1 | 2 | 0.1 | ยากมาก | 0 | ใช้ไม่ได้ |
| 42* | 9 | 4 | 13 | 0.65 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 43* | 10 | 5 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 44 | 7 | 5 | 12 | 0.6 | ค่อนข้างง่าย | 0.2 | พอใช้ |
| 45 | 9 | 2 | 11 | 0.55 | ยาก | 0.7 | ดีมาก |
| 46* | 6 | 3 | 9 | 0.45 | ค่อนข้างง่าย | 0.3 | ดีพอควร |
| 47 | 2 | 1 | 3 | 0.15 | ยากมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 48* | 8 | 3 | 11 | 0.55 | ยาก | 0.5 | ดีมาก |
| 49 | 5 | 4 | 9 | 0.45 | ค่อนข้างง่าย | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 50* | 9 | 5 | 14 | 0.7 | ค่อนข้างง่าย | 0.4 | ดีมาก |
| 51* | 10 | 5 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 52* | 10 | 5 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 53 | 2 | 1 | 3 | 0.15 | ยากมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 54* | 6 | 3 | 9 | 0.45 | ค่อนข้างง่าย | 0.3 | ดีพอควร |
| 55 | 1 | 1 | 2 | 0.1 | ยากมาก | 0 | ใช้ไม่ได้ |
| 56* | 9 | 2 | 11 | 0.55 | ยาก | 0.7 | ดีมาก |
| 57* | 9 | 5 | 14 | 0.7 | ค่อนข้างง่าย | 0.4 | ดีมาก |
| 58 | 2 | 1 | 3 | 0.15 | ยากมาก | 0.1 | ใช้ไม่ได้ |
| 59* | 10 | 5 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |
| 60* | 10 | 5 | 15 | 0.75 | ค่อนข้างง่าย | 0.5 | ดีมาก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.8** แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน ( เต็ม 30 คะแนน )

| คนที่ ( N ) | คะแนนที่ได้ ( X ) | $X^2$ |
|---|---|---|
| 1 | 14 | 196 |
| 2 | 21 | 441 |
| 3 | 28 | 784 |
| 4 | 22 | 484 |
| 5 | 11 | 121 |
| 6 | 24 | 576 |
| 7 | 10 | 100 |
| 8 | 20 | 400 |
| 9 | 15 | 225 |
| 10 | 27 | 729 |
| 11 | 24 | 576 |
| 12 | 13 | 169 |
| 13 | 17 | 289 |
| 14 | 14 | 196 |
| 15 | 18 | 324 |
| 16 | 19 | 361 |
| 17 | 21 | 441 |
| 18 | 18 | 324 |
| 19 | 17 | 289 |
| 20 | 23 | 529 |
| รวม | $\sum x = 376$ | $\sum x^2 = 7{,}554$ |

**การหาค่าความแปรปรวน**

สูตร $$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{20(7554) - 376^2}{20(20-1)} = 25.53$$

ดังนั้นได้ค่าความแปรปรวน 25.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.9** แสดงผลคะแนนรวมจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

| คนที่ | คะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียน | คะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียนยกกำลัง 2 | คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน | คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียนยกกำลัง 2 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 12 | 144 | 20 | 400 |
| 2 | 15 | 225 | 29 | 841 |
| 3 | 12 | 144 | 27 | 729 |
| 4 | 11 | 121 | 16 | 256 |
| 5 | 10 | 100 | 25 | 625 |
| 6 | 18 | 324 | 24 | 576 |
| 7 | 20 | 400 | 24 | 576 |
| 8 | 21 | 441 | 26 | 676 |
| 9 | 19 | 361 | 25 | 625 |
| 10 | 14 | 196 | 23 | 529 |
| 11 | 12 | 144 | 20 | 400 |
| 12 | 15 | 225 | 25 | 625 |
| 13 | 14 | 196 | 26 | 676 |
| 14 | 16 | 256 | 27 | 729 |
| 15 | 18 | 324 | 24 | 576 |
| 16 | 17 | 289 | 25 | 625 |
| 17 | 10 | 100 | 20 | 400 |
| 18 | 12 | 144 | 25 | 625 |
| 19 | 12 | 144 | 21 | 441 |
| 20 | 19 | 361 | 29 | 841 |
| รวม | 297 | 4639 | 481 | 11771 |

**การหาค่าเฉลี่ยผลคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน**

$$\overline{X_1} = \frac{\sum X}{N} = \frac{297}{20} = 14.87 \qquad \overline{X_2} = \frac{\sum X}{N} = \frac{481}{20} = 24.05$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน**

สูตร $$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนก่อนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$S.D.1 = \sqrt{\frac{(20\times 4639) - (297)^2}{20(20-1)}} = \sqrt{\frac{4571}{380}} = 3.46$$

หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$$S.D.2 = \sqrt{\frac{(20\times 11771) - (481)^2}{20(20-1)}} = \sqrt{\frac{4059}{380}} = 3.26$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.10** แสดงผลคะแนนรวมที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ( แบบฝึกหัด ) และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

| คนที่ | ครั้งที่ 1<br>10 คะแนน | ครั้งที่ 2<br>10 คะแนน | ครั้งที่ 3<br>10 คะแนน | ผลรวม<br>30 คะแนน | คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 | 8 | 8 | 23 | 20 |
| 2 | 9 | 10 | 7 | 26 | 29 |
| 3 | 9 | 8 | 9 | 26 | 27 |
| 4 | 8 | 7 | 7 | 23 | 16 |
| 5 | 9 | 7 | 9 | 25 | 25 |
| 6 | 9 | 8 | 7 | 23 | 24 |
| 7 | 7 | 8 | 8 | 23 | 24 |
| 8 | 10 | 8 | 9 | 27 | 26 |
| 9 | 8 | 10 | 8 | 26 | 25 |
| 10 | 9 | 9 | 8 | 26 | 23 |
| 11 | 7 | 7 | 8 | 22 | 20 |
| 12 | 8 | 10 | 8 | 26 | 25 |
| 13 | 7 | 8 | 7 | 22 | 26 |
| 14 | 8 | 9 | 9 | 26 | 27 |
| 15 | 7 | 8 | 8 | 23 | 24 |
| 16 | 7 | 9 | 10 | 26 | 25 |
| 17 | 8 | 8 | 8 | 24 | 20 |
| 18 | 7 | 8 | 7 | 22 | 25 |
| 19 | 9 | 8 | 7 | 24 | 21 |
| 20 | 9 | 7 | 7 | 23 | 29 |
| รวม | 161 | 165 | 159 | 485 | 481 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ($E_1$: $E_2$)**

สูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} x\,100$$

$$E_1 = \frac{\left[\frac{485}{20}\right]}{30} \times 100 = 80.83$$

สูตร

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} x\,100$$

$$E_2 = \frac{\left[\frac{481}{20}\right]}{30} \times 100 = 80.16$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ค.11** แสดงผลคะแนนรวมที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

| คนที่ | คะแนนรวมแบบทดสอบก่อนเรียน | คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียน | ผลต่าง | ผลต่างยกกำลัง 2 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 12 | 20 | 8 | 64 |
| 2 | 15 | 29 | 14 | 196 |
| 3 | 12 | 27 | 15 | 225 |
| 4 | 11 | 16 | 5 | 25 |
| 5 | 10 | 25 | 15 | 225 |
| 6 | 18 | 24 | 6 | 36 |
| 7 | 20 | 24 | 4 | 16 |
| 8 | 21 | 26 | 5 | 25 |
| 9 | 19 | 25 | 6 | 36 |
| 10 | 14 | 23 | 9 | 64 |
| 11 | 12 | 20 | 8 | 64 |
| 12 | 15 | 25 | 10 | 100 |
| 13 | 14 | 26 | 12 | 144 |
| 14 | 16 | 27 | 11 | 121 |
| 15 | 18 | 24 | 6 | 36 |
| 16 | 17 | 25 | 8 | 64 |
| 17 | 10 | 20 | 10 | 100 |
| 18 | 12 | 25 | 13 | 169 |
| 19 | 12 | 21 | 9 | 81 |
| 20 | 19 | 29 | 10 | 169 |
| รวม | 297 | 481 | 184 | 1960 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**สมมุติฐานการวิจัย**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่าง หลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์จากการเรียนสูงกว่าก่อนการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ ผลจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

**การตั้งสมมุติฐาน**

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$

โดยที่ $\mu_1$ คือ ก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$\mu_2$ คือ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$H_0$ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนเรียนเท่ากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$H_1$ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนเรียนน้อยกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

**การกำหนดระดับนัยสำคัญ**

ระดับนัยสำคัญ ($\alpha$) = .05 หมายความว่าการทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95%

**คำนวณหาค่า t – test Dependent**

การคำนวณหาค่า t กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ( N < 20 ) ที่ใช้ผลการวัดผลจากกลุ่มเดิมออกมา 2 ค่า ก่อนเรียนและหลังเรียน ดังนั้นจึงเลือกใช้สูตร t – test Dependent

สมมุติฐาน

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_1 : \mu_1 < \mu_2$

ให้ $\alpha = .05$

$df = N - 1 = 20 - 1 = 19$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตร $$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$t = \frac{184}{\sqrt{\frac{(20 \times 1960) - (184)^2}{20-1}}}$$

$$t = \frac{184}{\sqrt{\frac{5344}{19}}}$$

$$t = \frac{184}{16.77} = 10.97$$

หาค่า t จากตารางดังนี้

โดยที่ $\alpha$ = .05

df = 19

t = 1.729

ดังนั้นค่า t คำนวณ ( 10.97 ) มีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง ( 1.729 ) จึงปฏิเสธ $H_0$ และยอมรับ $H_1$ นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่า ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่ามากกว่าก่อนเรียน

จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ภาคผนวก ง
# แบบประเมินสื่อการสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินสื่อการสอน ( ด้านเนื้อหา )**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

| เรื่องที่จะประเมิน | ความคิดเห็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ดีมาก 5 | ดี 4 | ปานกลาง 3 | พอใช้ 2 | ปรับปรุง 1 |
| 1. เนื้อหาและการนำเสนอ | | | | | |
| 1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.2 ความถูกต้องของเนื้อหา | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.3 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.4 ความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.5 ความสอดคล้องของเนื้อหาแต่ละตอน | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.7 ความเหมาะสมของการสรุปเนื้อหา | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2. ภาพและภาษา | | | | | |
| 2.1 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2.2 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2.3 ความเหมาะสมในการสรุปเนื้อหา | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับเวลาในแต่ละตอน | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยายเนื้อหา | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |

ความคิดเห็น อื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

( ..... )

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบประเมินสื่อการสอน ( ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ )**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ท่านกำลังประเมินอยู่นี้ มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ใด

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

| เรื่องที่จะประเมิน | ความคิดเห็น | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ดีมาก 5 | ดี 4 | ปานกลาง 3 | พอใช้ 2 | ปรับปรุง 1 |
| 1. ภาพและตัวอักษร | | | | | |
| 1.1 ความถูกต้องเหมาะสมของภาพที่นำมาใช้ | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.2 ความถูกต้องเหมาะสมของภาษาที่ใช้ | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.3 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับคำบรรยาย | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.4 ความเหมาะสมของตำแหน่ง / ขนาดของภาพ | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 1.5 การออกแบบจอภาพได้อย่างเหมาะสมทำให้เกิดความน่าสนใจ | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2. ภาษาและเสียงประกอบ | | | | | |
| 2.1 ความเหมาะสมของเสียงประกอบ | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2.2 ความชัดเจนของเสียงบรรยาย | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2.3 ความเหมาะสมของเสียงประกอบ | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 2.4 ความสอดคล้องระหว่างภาพกับเสียงประกอบ | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 3. ด้านเทคนิค | | | | | |
| 3.1 ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 3.2 ความเหมาะสมของเวลากับคำบรรยาย | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| 3.3 ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |

ความคิดเห็น อื่น ๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

( ..... )

...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ภาคผนวก จ
# แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบการหมุนเวียนของโลหิต**
**แบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ กรุณาทำเครื่องหมาย × ลงบนข้อที่ท่านคิดว่าถูกที่สุดเพียงข้อเดียว**

1. อวัยวะสำคัญที่ทำลายเม็ดเลือดแดงที่มีอายุมาก ๆ คือ
   ก. ม้าม และ ตับ *
   ข. ม้าม และ ต่อมน้ำเหลือง
   ค. ไต และ ม้าม
   ง. ตับ และ ไต
   ( วัดความจำ )

2. ส่วนใดของร่างกายที่ทำหน้าที่ผลิตเม็ดเลือด
   ก. ปอด
   ข. หัวใจ
   ค. ตับ
   ง. ไขกระดูก *
   ( วัดความเข้าใจ )

3. สารข้อใดที่รวมตัวกับฮีโมโกบินในเม็ดเลือดแดงได้
   ก. ก๊าซออกซิเจน
   ข. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
   ค. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
   ง. ถูกทั้งข้อ ก , ข และ ค *
   ( วัดการวิเคราะห์ )

4. เกล็ดเลือดมีลักษณะอย่างไร
   ก. มีรูปร่างแน่นอน มีนิวเคลียส ขนาดเล็กกว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงเกือบ 3 เท่า
   ข. มีรูปร่างไม่แน่นอน ไม่มีนิวเคลียส ขนาดเล็กว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงเกือบ 3 เท่า
   ค. มีรูปร่างแน่นอน มีนิวเคลียส ขนาดเล็กกว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงเกือบ 4 เท่า
   ง. มีรูปร่างไม่แน่นอน ไม่มีนิวเคลียส ขนาดเล็กกว่าเซลล์เม็ดเลือดแดงเกือบ 4 เท่า *
   ( วัดความเข้าใจ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เซลล์เม็ดเลือดแดง และเซลล์เม็ดเลือดขาวของคนมีอายุโดยเฉลี่ยประมาณ

ก. เซลล์เม็ดเลือดแดง 120 วัน เซลล์เม็ดเลือดขาว 3 วัน *

ข. เซลล์เม็ดเลือดแดง 15 วัน เซลล์เม็ดเลือดขาว 15 วัน

ค. เซลล์เม็ดเลือดแดง 30 วัน เซลล์เม็ดเลือดขาว 15 วัน

ง. เซลล์เม็ดเลือดแดง 15 วัน เซลล์เม็ดเลือดขาว 3 วัน ( วัดความจำ )

6. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของเลือด

ก. ช่วยรักษาสมดุลของน้ำ

ข. ทำลายสารพิษที่เข้ามาในร่างกาย *

ค. ลำเลียงสารต่าง ๆ ในร่างกายทั้งที่มีประโยชน์และสารพิษ

ง. รับก๊าซออกซิเจนจากถุงลมปอดโดยเก็บไว้ที่เม็ดเลือดแดง ( วัดความเข้าใจ )

7. ส่วนของระบบเลือดที่สามารถพบเลือดดำ

ก. หัวใจซีกขวา *

ข. หัวใจซีกซ้าย

ค. เส้นเลือดที่นำเลือดไปกรองที่ไต

ง. ถูกทุกข้อ ( วัดการวิเคราะห์ )

8. การแลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดกับเนื้อเยื่อนั้นเกิดขึ้นผ่านผนังของอวัยวะใด

ก. ปอด

ข. เส้นเลือดดำ

ค. เส้นเลือดแดง

ง. เส้นเลือดฝอย * ( วัดความจำ )

9. ส่วนประกอบใดของเลือดที่ช่วยให้เลือดแข็งตัว

ก. ไฟบริโนเจนและเซรุ่ม

ข. แผ่นเลือดและไฟบริโนเจน *

ค. เม็ดเลือดขาวและแผ่นเลือด

ง. ไฟบริโนเจนและเม็ดเลือดขาว ( วัดการวิเคราะห์ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เม็ดเลือดแดงกับเม็ดเลือดขาวมีความแตกต่างกันดังนี้

ก. เม็ดเลือดแดงมีจำนวนมากกว่า

ข. เม็ดเลือดแดงมีขนาดเล็กกว่า

ค. เม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียส

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง *

( วัดการวิเคราะห์)

11. เส้นเลือดในร่างกายคนเราแบ่งออกได้เป็นกี่ประเภท

ก. 2 ประเภท

ข. 3 ประเภท *

ค. 4 ประเภท

ง. 5 ประเภท

( วัดความจำ )

12. เลือดในเส้นเวนไหลเวียนได้โดยอาศัย วิธีการใด

ก. การหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ

ข. การหดตัวของกล้ามเนื้อที่เป็นส่วนประกอบของเส้นเวน

ค. การหดตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่รอบ ๆ เส้นเวน

ง. ถูกทุกข้อ *

( วัดความเข้าใจ )

13. การให้น้ำเกลือและฉีดยาเข้าหลอดเลือดต้องกระทำผ่านหลอดเลือดใด

ก. หลอดเลือดฝอย

ข. เฉพาะหลอดเลือดแดง

ค. เฉพาะหลอดเลือดดำ *

ง. หลอดเลือดแดงหรือหลอดเลือดดำ(

วัดความเข้าใจ )

14. ขั้วหัวใจหมายถึงบริเวณใด

ก. หลอดเลือดเลี้ยงหัวใจ

ข. หลอดเลือดดำใหญ่สุดที่ติดต่อกับหัวใจ

ค. หลอดเลือดที่ติดต่อกับหัวใจห้องล่างซ้าย *

ง. ส่วนที่อยู่บนสุดของหัวใจมีไว้ยึดหัวใจให้ติดอยู่ในช่องอก

( วัดความเข้าใจ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. เส้นเลือดที่มีความดันสูงสุด คือ

ก. พัลโมนารี เวน

ข. พัลโมนารี อาร์เทอรี

ค. เออร์ตา *

ง. เส้นเลือดฝอย ( วัดความจำ )

16. พัลโมนารี อาร์เทอรี คือเส้นเลือดใด

ก. นำเลือดดำออกจากหัวใจห้องล่างขวาไปฟอกที่ปอด *

ข. นำเลือดดำจากส่วนล่างของร่างกายมาเข้าหัวใจห้องบนขวา

ค. นำเลือดดำจากส่วนบนของร่างกายมาเข้าหัวใจห้องบนขวา

ง. นำเลือดแดงออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ( วัดความจำ )

17. ลิ้นพัลโมนารี เซมิลูนาร์ ทำหน้าที่ใด

ก. ป้องกันไม่ให้เลือดไหลกลับสู่หัวใจห้องล่างซ้าย

ข. ป้องกันไม่ให้เลือดไหลกลับสู่ห้องล่างขวา *

ค. อยู่ระหว่างหัวใจห้องบนซ้ายกับหัวใจห้องล่างขวา

ง. ควบคุมการเปิดปิดไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ ( วัดความจำ )

18. เส้นเลือดใดใช้วัดชีพจร

ก. เส้นเลือดแดง *

ข. เส้นเลือดดำ

ค. เส้นเลือดฝอย

ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข ( วัดความจำ )

19. ข้อใดกล่าวถึงเส้นเลือดดำไม่ถูกต้อง

ก. เส้นเลือดดำทุกเส้นมีทิศทางนำเลือดเข้าสู่หัวใจ

ข. เส้นเลือดดำทุกเส้นบรรจุเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ คาร์บอนไดออกไซด์สูง *

ค. เส้นเลือดดำบางเส้นไม่ได้ลำเลียงเลือดเข้าสู่หัวใจโดยตรง

ง. ภายในเส้นเลือดดำมีลิ้นป้องกันเลือดไหลย้อนกลับ ( วัดการวิเคราะห์ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20. กล้ามเนื้อของผนังเส้นเลือดแดงมีลักษณะหนาและยืดหยุ่นได้ดีกว่าเส้นเลือดดำเพราะ

ก. ป้องกันการไหลกลับของเลือด

ข. ช่วยให้เลือดมีความดันสูง

ค. ต้านทานความดันเลือดจากหัวใจ *

ง. ช่วยให้เลือดไหลได้เร็วขึ้น ( วัดความเข้าใจ )

21. หัวใจทำหน้าที่สำคัญ คืออะไร

ก. เป็นแหล่งฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกาย *

ข. เป็นแหล่งสร้างเม็ดเลือด

ค. เป็นแหล่งนึกคิด

ง. เป็นแหล่งเก็บเลือด ( วัดความเข้าใจ )

22. หัวใจของคนเรามีแบ่งออกเป็นกี่ห้อง และลักษณะคล้ายสิ่งใด

ก. มี 4 ½ ห้อง ลักษณะคล้ายดอกบัวตูม

ข. มี 4 ½ ห้อง ลักษณะคล้ายดอกชบา

ค. มี 4 ห้อง ลักษณะคล้ายดอกบัวตูม *

ง. มี 4 ห้อง ลักษณะคล้ายดอกชบา ( วัดความจำ )

23. หัวใจห้องล่างซ้าย ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดเข้าสู่หลอดเลือดที่ชื่อว่าอะไร

ก. เวน ( Vein )

ข. เออร์ต้า ( Aorta ) *

ค. โคโรนารี เวน ( Coronary Vein )

ง. ถูกทุกข้อ ( วัดความเข้าใจ )

24. หัวใจห้องใดที่มีผนังหนาและแข็งแรงที่สุด เพราะเหตุใด

ก. ห้องบนขวา เพราะรองรับเลือดเสียจำนวนมาก

ข. ห้องบนซ้าย เพราะรับเลือดจากปอดซึ่งมีแรงดันสูง

ค. ห้องล่างขวา เพราะสูบฉีดเลือดดำที่มีแรงดันสูงไปปอด

ง. ห้องล่างซ้าย เพราะสูบฉีดเลือดแดงไปยังส่วนต่าง ๆ ทั่วร่างกาย * ( วัดความเข้าใจ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. ลิ้นหัวใจมีอยู่ด้วยกันกี่ลิ้น

ก. 4 ลิ้น *

ข. 3 ลิ้น

ค. 2 ลิ้น

ง. 1 ลิ้น ( วัดความจำ )

26. กำหนดให้

ก = หัวใจห้องบนขวา ข = หัวใจห้องบนซ้าย

ค = หัวใจห้องล่างซ้าย ง = หัวใจห้องล่างขวา

จ = ปอด

ข้อใดเรียงลำดับการหมุนเวียนของเลือดที่ไหลผ่านหัวใจและปอดของคนเราได้ถูกต้อง

ก. ก → ข → ค → ง → จ

ข. ก → ง → จ → ข → ค *

ค. ข → ค → จ → ก → ง

ง. ก → ง → ข → จ → ค ( วัดการวิเคราะห์ )

27. อัตราการเต้นของหัวใจสัมพันธ์กับข้อใด

ก. จังหวะการบีบตัวของหัวใจ

ข. จังหวะการคลายตัวของหัวใจ

ค. จังหวะการบีบและการคลายตัวของหัวใจ *

ง. จังหวะการหายใจเข้าและหายใจออก ( วัดการวิเคราะห์ )

28. หัวใจห้องใดที่นำเลือดออกจากหัวใจไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ก. บนขวา

ข. บนซ้าย

ค. ล่างขวา

ง. ล่างซ้าย * ( วัดความเข้าใจ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29. หัวใจห้องล่างซ้าย เป็นห้องที่มีกล้ามเนื้อหัวใจเป็นอย่างไร

ก. กล้ามเนื้อหัวใจบางที่สุด

ข. กล้ามเนื้อหัวใจหนาที่สุด *

ค. กล้ามเนื้อหัวใจทั้งบางทั้งหนา

ง. ไม่มีข้อถูก ( วัดความจำ )

30. หัวใจห้องล่างขวา ทำหน้าที่อะไร

ก. ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายแล้วไปฟอกที่หลอดเลือด

ข. ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายแล้วไปฟอกที่ปอด *

ค. ทำหน้าที่รับเลือดฟอกแล้วจากปอด

ง. ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดเข้าสู่หลอดเลือด ( วัดความเข้าใจ )

♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠♠

**เฉลย**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ก | 11. | ข | 21. | ก |
| 2. | ง | 12. | ง | 22. | ค |
| 3. | ง | 13. | ค | 23. | ข |
| 4. | ง | 14. | ค | 24. | ง |
| 5. | ก | 15. | ค | 25. | ก |
| 6. | ข | 16. | ก | 26. | ข |
| 7. | ก | 17. | ข | 27. | ค |
| 8. | ง | 18. | ก | 28. | ง |
| 9. | ข | 19. | ข | 29. | ข |
| 10. | ง | 20. | ค | 30. | ข |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# ภาคผนวก ฉ
# เนื้อหาบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบการหมุนเวียนโลหิต

**ระบบวงจรโลหิตประกอบด้วย**

1. เลือด ( Blood )
2. หลอดเลือด หรือ เส้นเลือด ( Blood vessel )
3. หัวใจ ( Heart )

ระบบเลือดไหลเวียนเกิดจาการเคลื่อนของเลือดติดต่อกันเป็นวงจร เกิดขึ้นได้โดยการหดตัวของหัวใจ เลือดออกจากหัวใจโดยทางหลอดเลือดแดง ( Artery ) และกลับเข้าสู่หัวใจโดยทางหลอดเลือดดำ ( Vein ) หลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำติดต่อกันโดยหลอดเลือดฝอยเล็ก ๆ และบาง ๆ ประสานกันเป็นร่างแห ดังนั้นเลือดที่ออกจากหัวใจ จึงมีหน้าที่นำสารบางอย่าง เช่น ออกซิเจนและอาหารที่ย่อยแล้วไปสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย สำหรับการเจริญเติบโต และให้ทำงานได้ตามปกติ และนำของเสียจากการเผาผลาญ ( Waste product ) ไปสู่ปอดและไตเพื่อขับออกจากร่างกาย บทบาทที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของระบบไหลเวียนก็ คือ ช่วยในการต่อสู้กับเชื้อโรคและการซ่อมแซมเมื่อได้รับอันตราย และยังนำฮอร์โมนซึ่งเป็นสิ่งที่หลั่งจากต่อมไร้ท่อทั่วร่างกาย

## 1. เลือด ( Blood )

เลือด นอกจากจะเป็นพาหนะนำอาหารที่ย่อยแล้วไปยังเซลล์แล้ว ยังนำก๊าซและของเสียต่างๆ ออกจากเซลล์ร่างกายของคนเติบโตเต็มที่จะมีเลือดอยู่ประมาณร้อยละ 9 – 10 ของน้ำหนักตัว

**องค์ประกอบของเลือด**

เลือดมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ

1. น้ำเลือด หรือ พลาสมา ( Plasma ) มีประมาณร้อยละ 55 ของจำนวนเลือดทั้งหมด ประกอบด้วยน้ำร้อยละ 91 และสารอื่น ๆ เช่น โปรตีน ร้อยละ 7 ที่เหลือเป็นวิตามิน แร่ธาตุ , เอนไซม์ ฮอร์โมน ก๊าซและของเสีย พลาสมามีฤทธิ์เป็นเบสอ่อน( pH ประมาณ 7.4 )

2. เม็ดเลือด คือ ส่วนที่เป็นของแข็ง แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

2.1 เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดแดงประกอบด้วยโปรตีนเฮโมโกบินก๊าซออกซิเจนจะรวมกับเฮโมโกบิน เพื่อลำเลียงออกซิเจนไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเซลล์เม็ดเลือดแดงเมื่อสร้างใหม่ ๆ จะมีนิวเคลียส เมื่อโตเต็มที่นิวเคลียสจะหายไป เม็ดเลือดแดงมีอายุประมาณ 100 – 120 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แหล่งสร้างเม็ดเลือดแดงมีดังนี้**

1. ขณะอยู่ในครรภ์มารดาระยะแรก สร้างจากถุงไข่แดง
2. เป็นทารกที่มีอวัยวะครบ สร้างจากตับ ม้าม ต่อมน้ำเหลือง และไขกระดูก
3. โตเต็มวัย ( 20 ปีขึ้นไป ) สร้างจากไขกระดูก

สารที่จำเป็นต่อการสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง คือ ไขมัน โปรตีน และ ธาตุเหล็กเม็ดเลือดแดงที่แก่จะถูกทำลายด้วยตับ ไขกระดูก และม้าม แต่จำนวนของเม็ดเลือดแดงไม่เปลี่ยนแปลง เพราะอัตราการผลิตเท่ากับอัตราการทำลาย คือ ประมาณ 5 – 10 ล้านเซลล์ต่อวินาที



**ภาพที่ ฉ.1** เซลล์เม็ดเลือดแดง

2.2 เม็ดเลือดขาว ( Leucocyte ) เซลล์เม็ดเลือดขาวมีขนาดใหญ่กว่า เซลล์เม็ดเลือดแดง แต่มีจำนวนน้อยกว่า และมีนิวเคลียสใหญ่กว่า เม็ดเลือดขาวมีหน้าที่สำคัญ คือ ทำลายเชื้อโรคและสารแปลกปลอมที่เข้ามาในร่างกาย ปกติจะลอยปะปนอยู่กับเม็ดเลือดแดงภายในเส้นเลือด เม็ดเลือดขาวเป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียสตลอดชีวิต แต่ไม่มีเฮโมโกบิน ในคนปกติจะมีเม็ดเลือดขาวประมาณ 5,000 - 10,000 เซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิลิตร จำนวนของเซลล์เม็ดเลือดขาวอาจเพิ่มขึ้นมากกว่านี้ เมื่อมีเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย หรือเป็นไข้ หรือมีส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายอักเสบ หลังอาหาร หลังออกกำลังกาย ร่างกายถูกอากาศหนาวจัด หรือในระหว่างมีครรภ์ ในบางกรณีการอักเสบอาจทำให้ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวลดลงกว่าปกติ เช่น การอักเสบที่เกิดจากเชื้อไวรัสบางชนิด ด้วยเหตุนี้เองในการตรวจนับเซลล์เม็ดเลือดแดงสำหรับการวินิจฉัยโรค แพทย์จะตรวจหาปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวรวมไปกับการตรวจนับเซลล์เม็ดเลือดแดงสำหรับการวินิจฉัยโรค

ถ้าการสร้างเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ไม่มีการลดให้คงเดิมเรียกว่าเป็นมะเร็งเม็ดเลือดขาว ( Leukemia ) ซึ่งเป็นอันตรายมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ฉ.1** ความแตกต่างระหว่างเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว

| เม็ดเลือดแดง | เม็ดเลือดขาว |
|---|---|
| 1. มีจำนวนมากกว่า<br>2. มีขนาดเล็กกว่า<br>3. ไม่มีนิวเคลียส | 1. มีจำนวนน้อยกว่า<br>2. ส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า<br>3. มีนิวเคลียสเป็นพู ๆ หรือ ก้อนกลมใหญ่เกือบเต็มเซลล์ |

**การสร้างและการทำลายเม็ดเลือดขาว**

เม็ดเลือดขาวจะถูกสร้างที่บริเวณไขกระดูก เม็ดเลือดขาวมีอายุการทำงานในเลือดสั้นมาก เพียงไม่กี่วันก็จะถูกทำลายจากเชื้อโรคที่ผ่านเข้าสู่ร่างกาย แต่ก็มีการสร้างขึ้นมาในอัตราที่เท่าเทียมกับการทำลาย

**ชนิดของเม็ดเลือดขาว**

เซลล์เม็ดเลือดขาว แบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

1. ฟาโกไซต์ ( Phagocyte ) เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีนิวเคลียส 1 ก้อน ซึ่งจะคอดเป็นพู หลายพู พูเหล่านี้ไม่แยกออกจากกัน เม็ดเลือดขาวแบบนี้มีมากกว่าชนิดอื่น ๆ

เม็ดเลือดขาวชนิดนี้มีหน้าที่ทำลายเชื้อโรค หรือสิ่งแปลกปลอมโดยวิธีฟาโกไซโทซิส ( Phagocytosis ) โดยจะยื่นส่วนของไซโทพลาซึมโอบรอบเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมนั้น ๆ

2. ลิมโฟไซต์ ( Lymphocyte ) เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีขนาดพอ ๆ กับเม็ดเลือดแดง เซลล์มีรูปร่างกลม มีนิวเคลียสใหญ่ไม่แบ่งเป็นพูนอกจากจะอยู่ในเลือดแล้วยังอยู่ในต่อมน้ำเหลืองอีกด้วย

เม็ดเลือดขาวชนิดนี้มีหน้าที่สร้างสารขึ้นมาต่อต้านสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรค สารที่สร้างขึ้นมาเรียกว่า แอนติบอดี ( Antibody ) ซึ่งเป็นสารพวกโปรตีน หรือสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ได้ และสร้างภูมิคุ้มกันโรค เซลล์เม็ดเลือดขาวไม่มีเฮโมโกลบิน

2.3 เกล็ดเลือดหรือแผ่นเลือด ไม่ใช่เซลล์แต่เป็นชิ้นส่วนของเซลล์ รูปร่างไม่แน่นอน มีขนาดเล็ก ไม่มีนิวเคลียส มีอายุประมาณ 3 – 4 วัน มีหน้าที่ป้องกันการเสียเลือดเมื่อมีบาดแผล โดยที่เกล็ดเลือดจะแผ่ตัวยื่นออกไปรอบด้าน และสามารถยึดติดกับผนังหลอดเลือดฝอย

**กระบวนการแข็งตัวของเลือด ( Blood Clotting ) มีกระบวนการเป็นลำดับขั้นตอน ดังนี้**

1. เกล็ดเลือด และเนื้อเยื่อรอบๆ บาดแผลจะสร้างทรอมโบพลาสติน ( Thromboplastin ) ออกมา

2. ทรอมโบพลาสติน แคลเซียม และวิตามินเค จะไปกระตุ้นโปรทรอมบิน( Prothrombin ) ที่ตับสร้างออกมาให้เป็นทรอมบิน ( Thrombin )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทรอมบินจะไปกระตุ้นไฟบิโนเจน ( Fibinogen ) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ตับสร้างขึ้นไปเป็นไฟบริน

4. ไฟบรินจะสานกันเป็นร่างแหปิดปากแผลไว้ทำให้เลือดหยุดไหล



**ภาพที่ ฉ.2** แสดงแผนภาพขั้นตอนกระบวนการแข็งตัวของเลือด ( blood clotting ) และการจับตัวเป็นกระจุกร่างแหของเกล็ดเลือด

**<u>สรุปหน้าที่ของเลือด</u>**

**เลือดมีหน้าที่สำคัญดังนี้**

1. นำอาหารจากลำไส้เล็กไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย โดยอาหารจะถูกนำไปกับพลาสมา
2. ลำเลียงก๊าซออกซิเจนจากปอดไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกายโดยเม็ดเลือดแดง
3. ลำเลียงของเสียจากเซลล์ทั่วร่างกายไปสู่อวัยวะขับถ่ายโดยพลาสมาหรือน้ำเลือด
4. สร้างภูมิคุ้มกันโรคทำให้ร่างกายแข็งแรง โดยเม็ดเลือดขาว
5. ช่วยป้องกันและทำลายแบคทีเรีย และเชื้อโรคต่าง ๆ โดยเม็ดเลือดขาว
6. ช่วยรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย โดยน้ำเลือดหรือพลาสมา
7. ช่วยรักษาระดับสภาวะกรด - เบส ภายในร่างกาย โดยน้ำเลือดหรือพลาสมา
8. ช่วยรักษาความเข้มข้นหรือเกลือในไซโทพลาซึม โดยน้ำเลือดหรือพลาสมา
9. ช่วยรักษาปริมาณของน้ำในร่างกาย โดยน้ำเลือดหรือพลาสมา
10. ช่วยในการแข็งตัวของเลือด โดยเกล็ดเลือด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซรุ่ม ( Serum ) หมายถึง น้ำเลือดที่สกัดเอาเซลล์เม็ดเลือดทุกชนิด แผ่นเลือด และไฟบริโนเจนออกไปแล้ว มีลักษณะเป็นของเหลวใสสีเหลืองอ่อน ๆ

## 2. หลอดเลือดหรือเส้นเลือด ( Blood Vessel )

หลอดเลือดหรือเส้นเลือด คือ ท่อ ซึ่งเป็นทางให้เลือดไหลเวียนในร่างกาย โดยอาศัยแรงจากการสูบฉีดของหัวใจ หรือการบีบตัวของผนังเลือด ทำให้เกิดแรงดันเลือดไหลไปตามเส้นเลือดสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และไหลกลับคืนสู่หัวใจ

**เส้นเลือดในร่างกายคน แบ่งออกได้ 3 ระบบ คือ**

1. เส้นเลือดแดง ( Artery system ) หรือ ระบบอาร์เทอรี เป็นระบบของเส้นเลือดที่มีทิศทางไหลจากหัวใจไปปอด และส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เส้นเลือดอาร์เทอรีมีขนาดแตกต่างกัน เส้นเลือดเอออร์ตา ( Aorta ) เป็นเส้นเลือดแดงที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เส้นเลือดนี้ออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายโค้งไปทางด้านหลัง ทอดผ่านช่องอกและช่องท้อง ขนาดใหญ่ที่สุดมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ชนาดรองลงมาเป็นเส้นเลือดอาร์เทอรี (Artery ) เป็นเส้นเลือดแดงที่นำเลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย ขนาดเล็กที่สุด เรียกว่า เส้นเลือดอาร์เตอริโอล ( Arteriole ) มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2 มิลลิเมตร

**ลักษณะของเส้นเลือดในระบบอาร์เทอรี**

1.1 มีผนังหนา ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ เนื้อเยื่อด้านในสุดเป็นเนื้อเยื่อบุผิว ชั้นกลางเป็นเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อสามารถยืดหยุ่นได้ เนื้อเยื่อชั้นนอกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่ยืดหยุ่นได้เช่นเดียวกัน

1.2 ผนังมีความยืดหยุ่นได้ดีมาก เพราะประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำให้สามารถขยายตัวเพื่อรับแรงดันเลือดค่อนข้างสูง ที่เกิดจากการถีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย

เส้นเลือดอาร์เทอรีที่อยู่ใกล้หัวใจออกไปจะมีขนาดเล็กลงมีกล้ามเนื้อน้อยลง ผนังจึงมีความยืดหยุ่นน้อยลง ดังนั้นอาร์เทอรียิ่งเล็กความดันเลือดจะยิ่งน้อยลงด้วย

เลือดที่บรรจุอยู่ภายในเส้นเลือดอาร์เทอรีจะเป็นเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนสูง ยกเว้นเส้นอาร์เทอรีนำเลือดออกจากหัวใจไปฟอกที่ปอด ( Pulmonary Artery ) จึงมักเรียกว่าเส้นเลือดอาร์เทอรีว่าเส้นเลือดแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

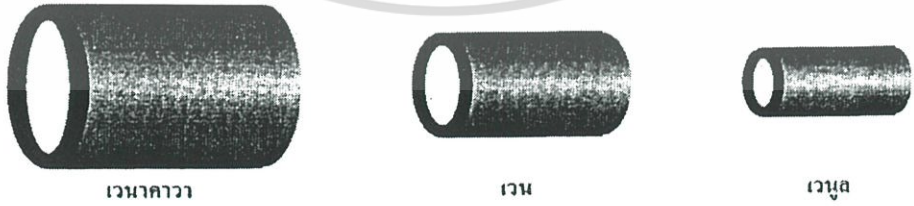



**ภาพที่ ฉ. 3** แสดงเส้นอาร์เทอรีขนาดต่าง ๆ

2. เส้นเลือดดำ ( Venous system ) หรือ ระบบเส้นเลือดเวน ( Vein System ) เป็นเส้นเลือดที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ เลือดภายในเส้นเลือดดำมีออกซิเจนน้อย เลือดมีสีแดงคล้ำหรือสีดำ ยกเว้นเลือดที่มาจากปอด จะเป็นเลือดที่มีออกซิเจนสูง เส้นเลือดดำมีขนาดแตกต่างกันได้แก่ เส้นเลือดเวนา คาวา ( Vena cava ) เป็นเส้นเลือดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เป็นเส้นเลือดที่นำเลือดจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเข้าสู่หัวใจ มีอยู่ 2 เส้น คือ ซุพีเรีย เวนา คาวา ( Superior vena cava ) เป็นเส้นเลือดที่นำเลือดกลับจากหัว อก คอ และแขน เข้าสู่หัวใจ อีกเส้น คือ อินฟีเรีย เวนา คาวา ( Inferior vena cava ) เป็นเส้นเลือดที่นำเลือดจากส่วนต่าง ๆ ที่อยู่ต่ำกว่ากะบังลมไปยังหัวใจ เส้นที่มีขนาดรองลงมาเรียก เส้นเวน ( Vein ) เป็นเส้นเลือดดำที่นำเลือดจากอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายเส้นที่มีขนาดเล็กที่สุดเรียกว่า เวนูล ( Venule ) ซึ่งติดกับเส้น เลือดฝอย

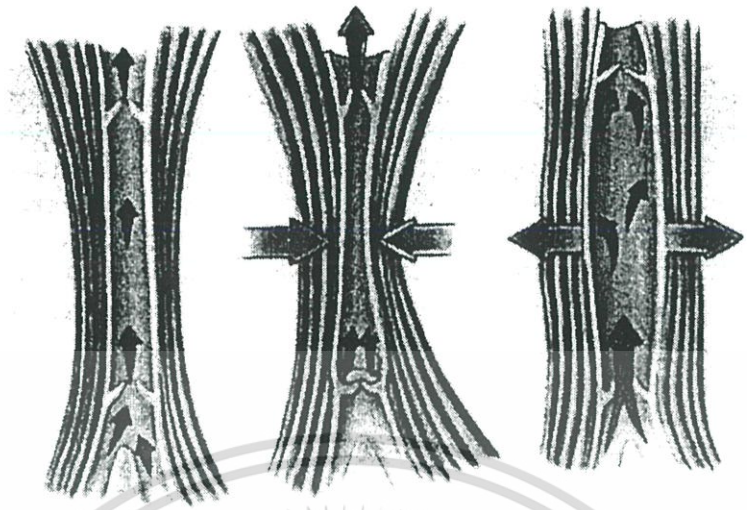
**ลักษณะของเส้นเลือดในระบบเส้นเลือดเวน**

1. มีผนังบาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น เช่นเดียวกับอาร์เทอรีแต่บางกว่า
2. ผนังมีความยืดหยุ่นได้น้อย เพราะมีเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อย
3. มีลิ้นกั้นไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ




**ภาพที่ ฉ. 4** แสดงเส้นเลือดเวนขนาดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ฉ. 5 แสดงการเปิดและปิดลิ้นในเส้นเลือดเวน

ตารางที่ ฉ.2 ความแตกต่างระหว่างระบบเลือดอาร์เทอรีกับเส้นเลือดเวน

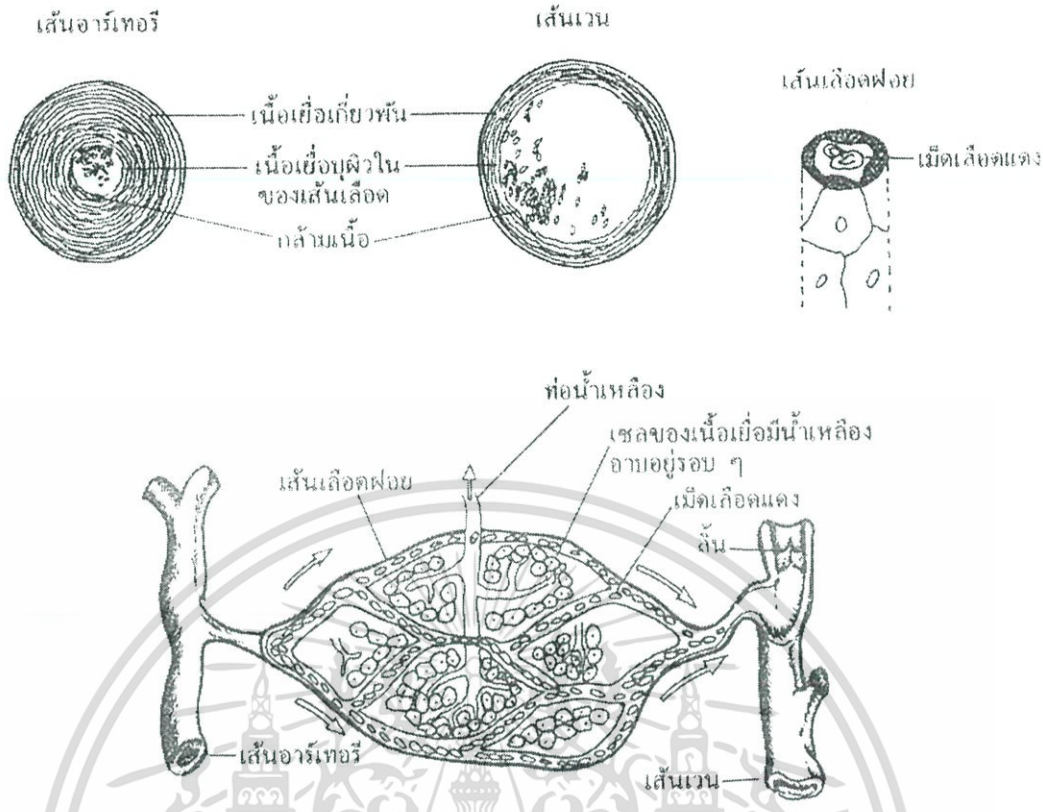
| ความแตกต่าง | เส้นเลือดอาร์เทอรี | เส้นเลือดเวน |
|---|---|---|
| 1. ผนัง | หนาแข็งแรง | บาง |
| 2. ความยืดหยุ่น | มาก | น้อย |
| 3. ช่องภายใน | แคบ | กว้าง |
| 4. สี | สีแดงสด | สีแดงคล้ำ |
| 5. ลิ้น | ไม่มีลิ้นกั้น | มีลิ้นกั้น |
| 6. ปริมาณออกซิเจน | มีมาก | มีน้อย |
| 7. หน้าที่ | นำเลือดออกจากหัวใจ | นำเลือดเข้าสู่หัวใจ |

3. เส้นเลือดฝอย ( Capillary )

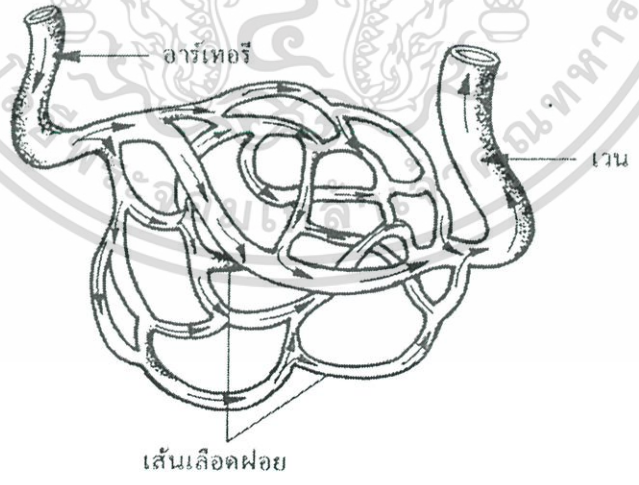
เส้นเลือดฝอยมีทั้งเส้นเลือดแดงฝอยและเส้นเลือดดำฝอย ซึ่งเชื่อมโยงกันเป็นเส้นเลือดที่มีเนื้อเยื่อบางมากและมีขนาดเล็กมากเช่นเดียวกัน ประมาณ 6 – 7 ไมโครเมตร ประกอบด้วยเซลล์เพียงชั้นเดียว เส้นเลือดฝอยแทรกอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและมีจำนวนมาก มีหน้าที่เป็นแหล่งสำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซ และสารต่าง ๆ ระหว่างเลือดกับเซลล์ของร่างกาย

การที่มีเส้นเลือดฝอยเป็นจำนวนมากในร่างกายนั้น เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้การแลกเปลี่ยน อาหาร ก๊าซ และสารต่าง ๆ ระหว่างเซลล์กับเลือดมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ ฉ. 6** แผนภาพแสดงเส้นเลือดชนิดต่าง ๆ ด้านตัด และแสดงเส้นเลือดฝอย ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนสารและก๊าซระหว่างเลือดกับเซลล์ของเนื้อเยื่อในร่างกาย




**ภาพที่ ฉ. 7** แสดงการเชื่อมโยงระหว่างเส้นเลือดอาร์เทอรีโอลกับเส้นเลือดเวนูลของเส้นเลือดฝอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ ฉ.3** เปรียบเทียบเส้นเลือดอาร์เทอรี เส้นเลือดเวน และเส้นเลือดฝอย

| สิ่งเปรียบเทียบ | เส้นเลือดอาร์เทอรี | เส้นเลือดเวน | เส้นเลือดฝอย |
|---|---|---|---|
| 1. ผนัง | หนาแข็งแรง | บาง | บางมาก |
| 2. ความยืดหยุ่น | มาก | น้อย | |
| 3. ช่องภายใน | แคบ | กว้าง | แคบมาก |
| 4. สี | สีแดงสด | สีแดงคล้ำ | |
| 5. ทิศทางการไหลของเลือดในเส้นเลือด | ไหลออกจากหัวใจ | ไหลเข้าสู่หัวใจ | เป็นตัวกลางเชื่อมเส้นเลือดอาร์เทอรีกับเส้นเลือดเวน โดยรับเลือดจากเส้นเลือดอาร์เทอรีส่งให้กับเส้นเลือดเวน |
| 6. ลักษณะของเลือด | มีออกซิเจนสูง ยกเว้นเส้นที่นำเลือดออกจากหัวใจห้องล่างจากขวาไปฟอกที่ปอด | มีคาร์บอนไดออกไซด์สูงยกเว้นเส้นที่นำเลือดจากปอดมาหัวใจห้องบนซ้าย | มีทั้งออกซิเจนสูงและคาร์บอนไดออกไซด์สูง |
| 7. ลิ้นที่กั้นภายในเส้นเลือด | ไม่มี | มี | ไม่มี |
| 8. ความดันเลือดในเส้นเลือด | สูงสุด | ต่ำสุด | ปานกลาง |
| 9. ปริมาณเลือดในเส้นเลือด | 10 – 12 % | 60 – 70 % | 4 – 5 % |

### 3. หัวใจ ( Heart )

หัวใจตั้งอยู่ในช่วงอกอยู่ระหว่างปอดทั้งสองข้าง โดยมีกระดูกหน้าอกและกระดูกซี่โครงคอยป้องกันอยู่ ส่วนล่างสุดของหัวใจนั้นมีกะบังลมรองรับอยู่ หัวใจคนมีรูปร่างคล้ายดอกบัวตูม ขนาดของหัวใจของคนโตเต็มวัยมีขนาดยาวประมาณ 12.5 เซนติเมตร กว้าง 9 เซนติเมตร หนา 5 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 300 กรัม หัวใจจะหุ้มด้วยเยื่อหุ้มหัวใจ ซึ่งเป็นเยื่อบาง ๆ หัวใจประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ดังนี้

เยื่อชั้นในสุด ( Endocardium ) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อบุผิวบาง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยื่อชั้นกลาง ( Myocardium ) เป็นชั้นที่หนามาก ประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัวใจ

เยื่อชั้นนอก ( Epicardium ) ประกอบด้วยเยื่อบุผิวบาง ๆ เป็นชั้นที่หุ้มหัวใจไว้มีเส้นเลือดใหญ่ผ่านและมีเนื้อเยื่อไขมันอยู่เป็นจำนวนมาก

**หัวใจมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรง ภายในแบ่งออกเป็น 4 ห้องดังนี้**

1. หัวใจห้องบน ( Atrium ) มี 2 ห้อง ซ้าย – ขวา ทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจมีผนังบางขนาดเล็ก

2. หัวใจห้องล่าง ( Ventricle ) มี 2 ห้อง ซ้าย – ขวา ทำหน้าที่สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจมีผนังหนา และขนาดใหญ่กว่าหัวใจห้องบน

3. เออออร์ตา ( Aorta ) คือ เส้นเลือดแดงใหญ่ ทำหน้าที่นำเลือดแดงออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

4. ซุพีเรีย เวนา คาวา ( Superior Vena Cava ) คือ เส้นเลือดดำทีนำเลือดดำจากส่วนบนของร่างกาย ( ศีรษะ แขน และลำตัวด้านบน ) มาเข้าหัวใจห้องบนขวา

5. อินฟีเรีย เวนาคาวา ( Inferior Vena Cava ) คือ เส้นเลือดดำที่นำเลือดดำจากส่วนล่างของร่างกาย ( ขา และลำตัวด้านล่าง ) มาเข้าหัวใจห้องบนขวา

6. พัลโมนารี อาร์เทอรี ( Pulmonary Artery ) คือ เส้นเลือดที่นำเลือดดำออกจากหัวใจห้องล่างขวาไปฟอกที่ปอด

7. พัลโมนารี เวน ( Pulmonary Vein ) คือ เส้นเลือดที่นำเลือดแดงที่ฟอกแล้วจากปอดกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย

**ลิ้นหัวใจ ( Valve )**

ลิ้นหัวใจประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน รูปร่างคล้ายถุงป้องกันไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับทางเดิม ในขณะที่หัวใจหรือเส้นเลือดทำการบีบตัวหรือส่งเลือดออกไป วิลเลียม ฮาร์วี ( William Harvey ) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ เป็นคนแรกที่ค้นพบระบบการหมุนเวียนเลือด โดยพบว่าหัวใจเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่เหมือนกับเครื่องสูบฉีด โดยหัวใจจะส่งเลือดเข้าเส้นเลือดแดง ( Artery ) ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย และเลือดจะถูกส่งกลับเข้าสู่หัวใจทางเส้นเลือดดำ ( Vein ) สรุป คือ เลือดจะมีทิศทางการไหลไปในทางเดียวกัน ลิ้นหัวใจมี 4 ลิ้นคือ

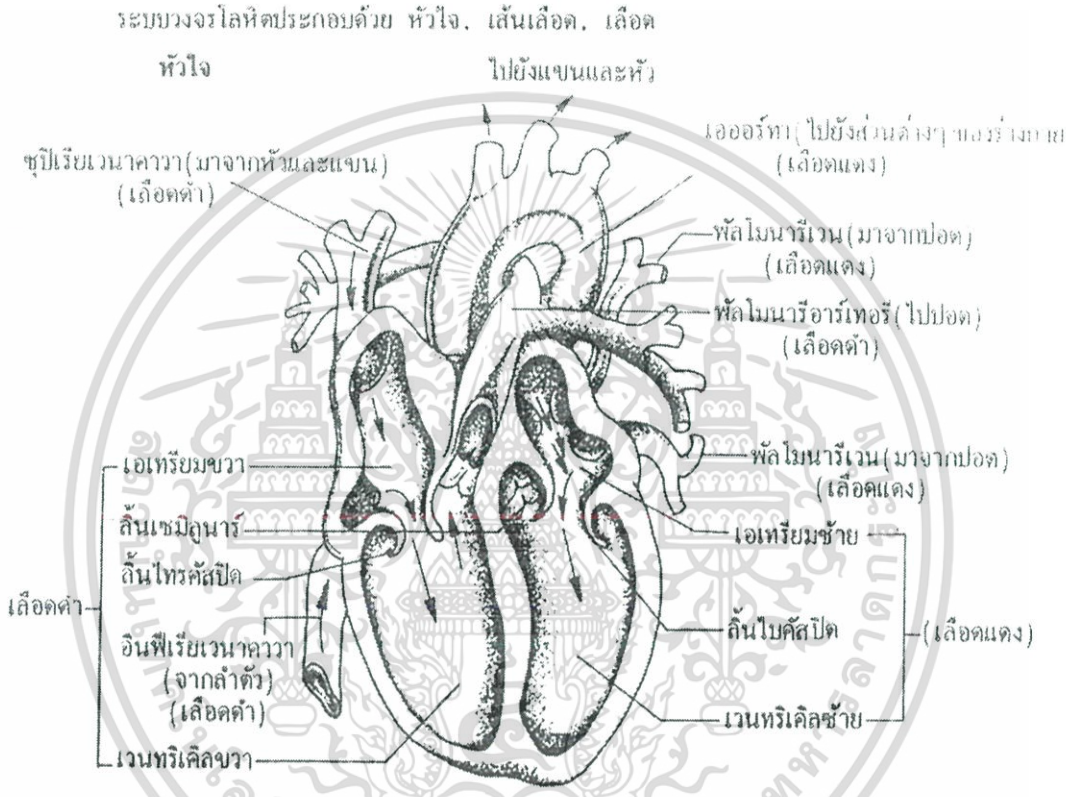
1. ลิ้นไตรคัสพิด ( Tricuspid Valve ) เป็นลิ้นที่อยู่ระหว่างหัวใจห้องบนขวา กับหัวใจห้องล่างขวา ลิ้นนี้มีลักษณะเป็นแผ่น 3 แผ่น ที่ริมของแต่ละแผ่นจะยึดติดกับเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการเปิดปิดไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ

2. ลิ้นไบคัสพิด ( Bicuspid Valve ) อยู่ระหว่างหัวใจห้องบนซ้ายกับหัวใจห้องล่างซ้าย ลิ้นนี้มีลักษณะเป็นแผ่น 2 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

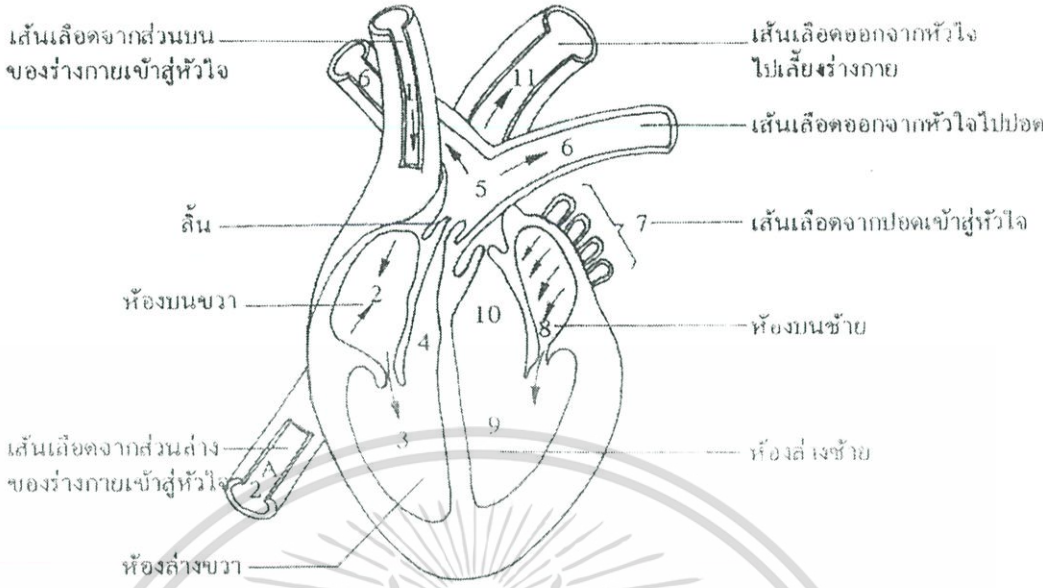
3. ลิ้นพัลโมนารี เซมิลูนาร์ ( Pulmonary Semilunar Valve ) อยู่บริเวณโคนของเส้นเลือดพัลโมนารี อาร์เทอรี มีลักษณะเป็นถุงรูปพระจันทร์ครึ่งเสี้ยว 3 ใบชนกันลิ้นนี้ป้องกันไม่ให้เลือดไหลกับสู่ห้องล่างขวา

4. ลิ้นเอออร์ติก เซมิลูนาร์ ( Aortic Semilunar Valve ) อยู่บริเวณโคนของเส้นเลือดเอออร์ตา ทำหน้าที่กันไม่ให้เลือดไหลกลับสู่หัวใจห้องล่างซ้าย




**ภาพที่ ฉ. 8** แสดงทางเดินของเลือดผ่านเข้าออกหัวใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ ฉ. 9** แสดงการหมุนเวียนของเลือดผ่านหัวใจ

1. เลือดที่ใช้แล้ว ( มีออกซิเจนต่ำ ) จากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา โดยการนำของเส้นเลือดเวน

2. หัวใจห้องบนขวา จะบีบตัวดันเลือดให้ไหลผ่านลิ้นหัวใจลงสู่ห้องล่างขวา

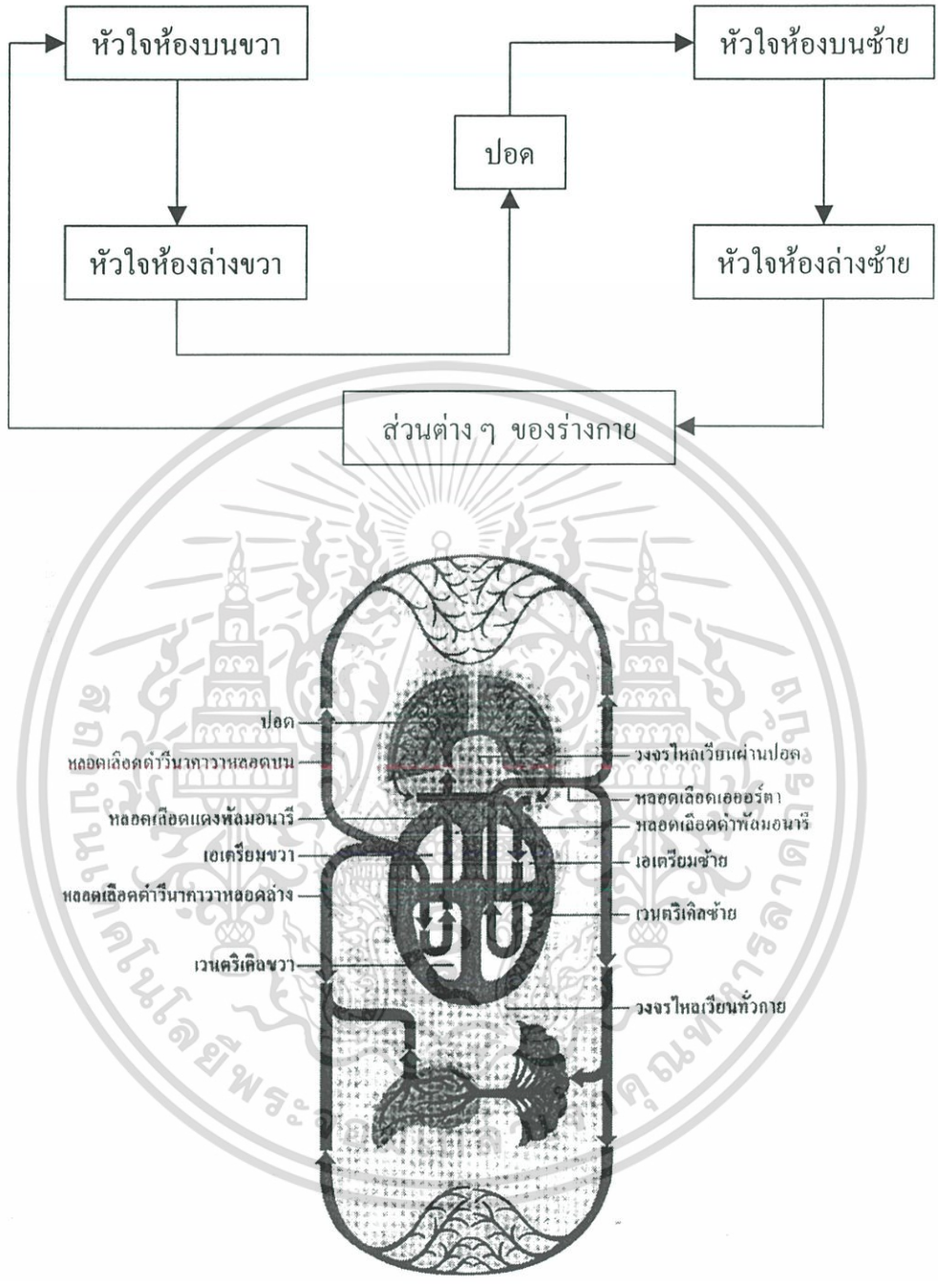
3. หัวใจห้องล่างขวา จะบีบตัวดันเลือดออกไปยังเส้นเลือดอาร์เทอรี ไปฟอกยังปอด

4. เลือดที่ฟอกแล้วจากปอด ( มีออกซิเจนสูง ) ไหลกลับเข้าสู่เส้นเลือดเวนกลับสู่หัวใจ โดยเปิดเข้าที่ห้องบนซ้าย

5. หัวใจห้องบนซ้ายบีบตัว ดันให้เลือดไหลผ่านลิ้นหัวใจลงสู่ห้องล่างซ้าย

6. หัวใจห้องล่างซ้าย ซึ่งเป็นห้องที่มีกล้ามเนื้อหัวใจหนาที่สุด บีบตัวดันให้เลือดไหลสู่เส้นเลือดอาร์เทอรีขนาดใหญ่ คือ เส้นเออออร์ตา เพื่อส่งแยกไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ ฉ. 10** แสดงระบบการไหลเวียนเลือด

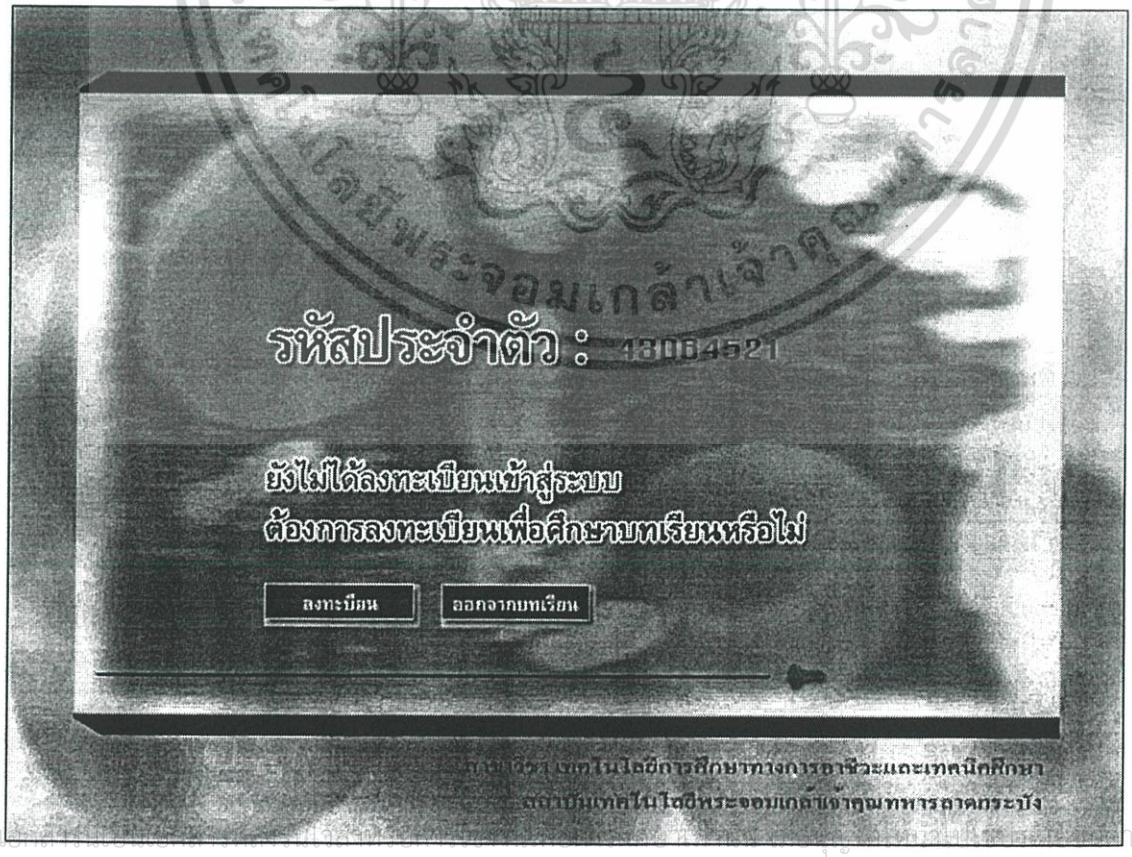
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



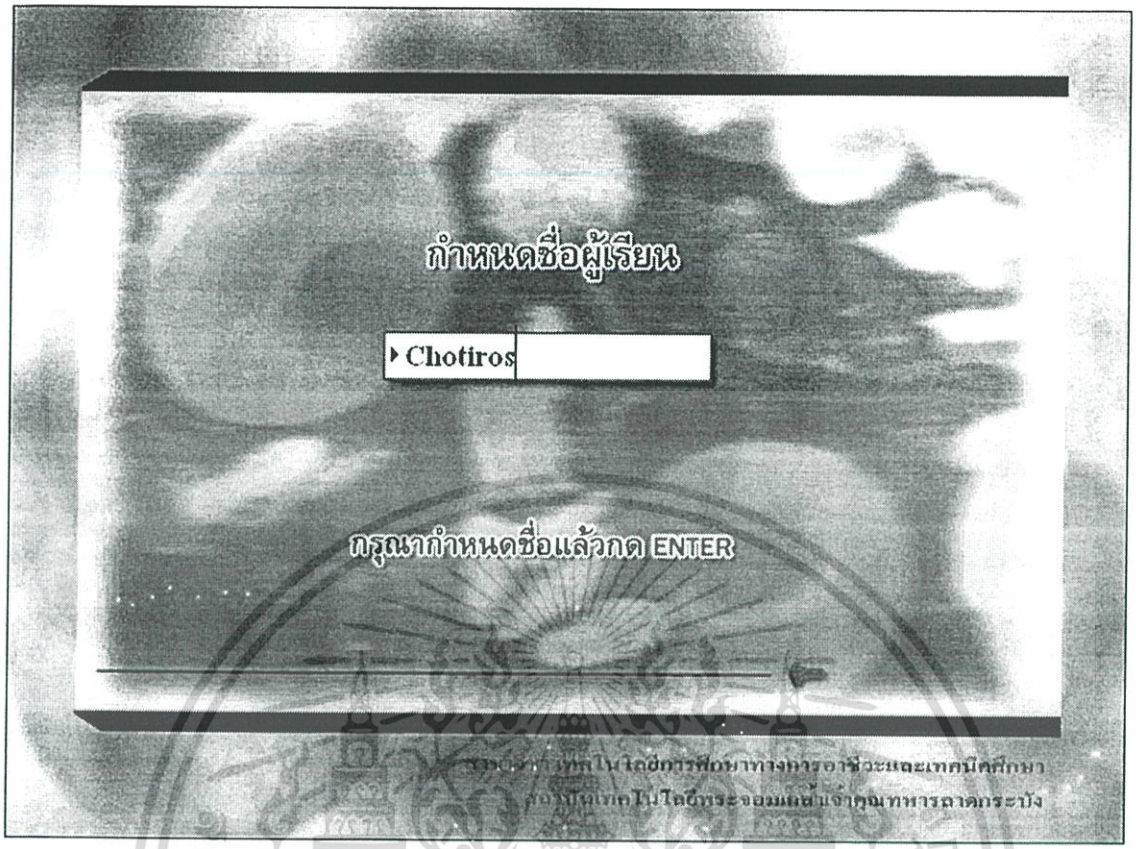
# ภาคผนวก ช
# ภาพแสดงหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

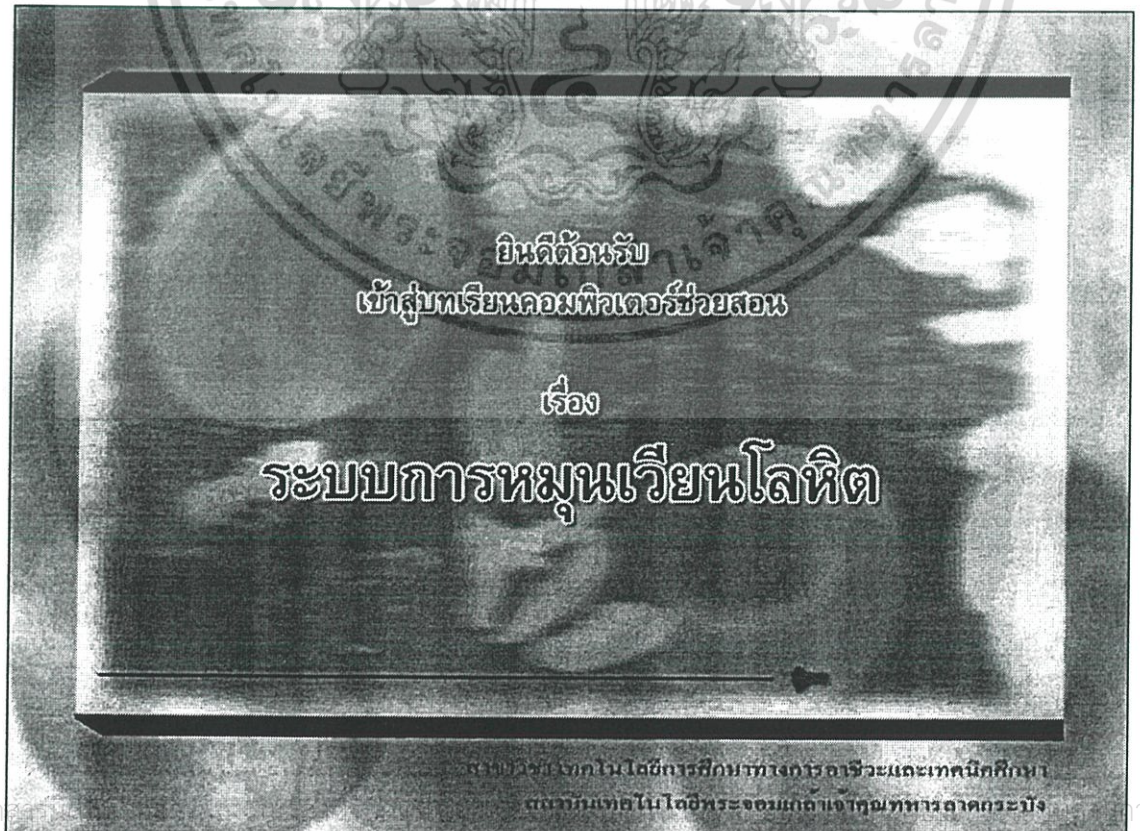
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



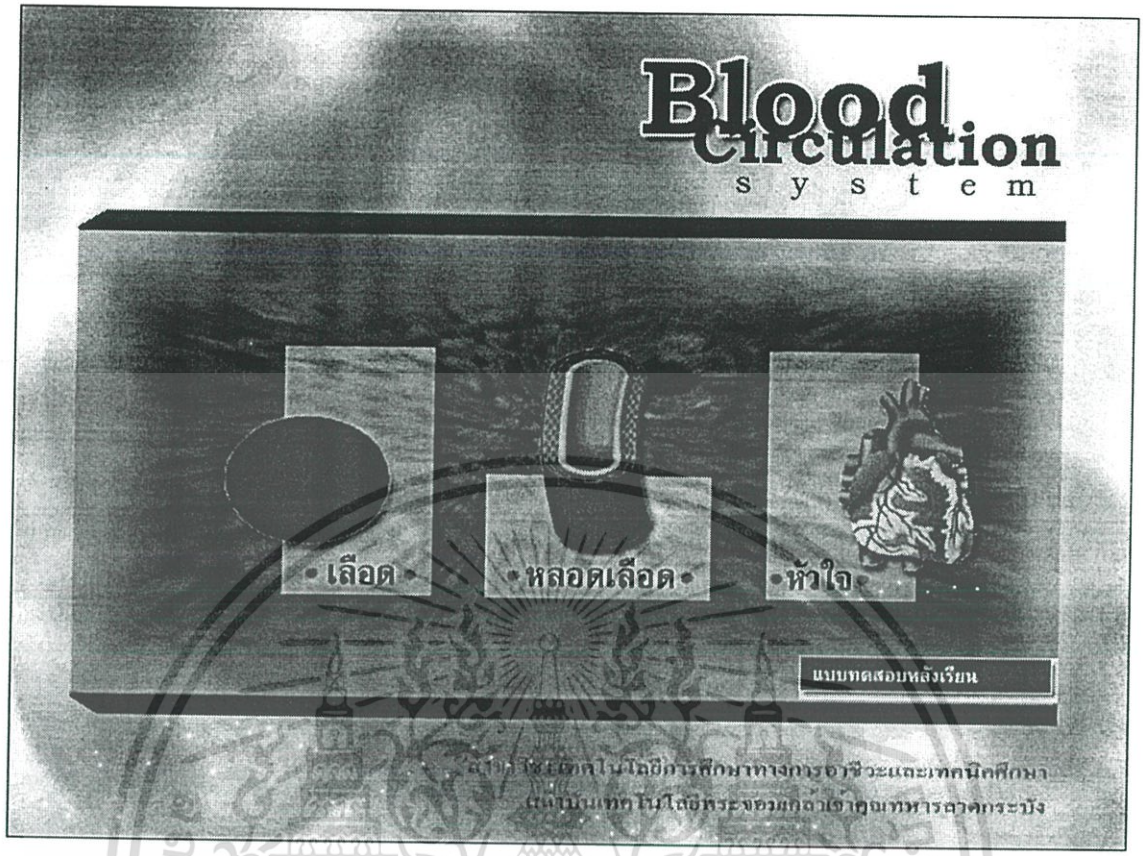



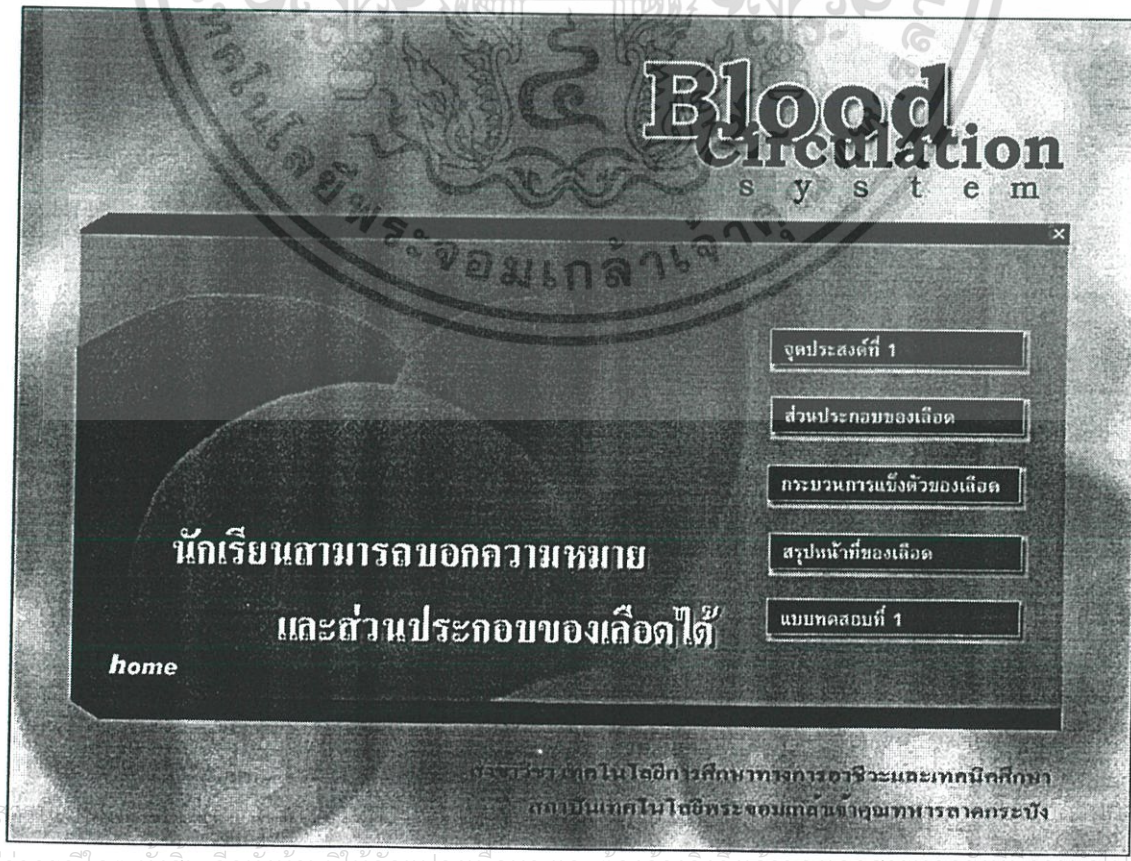

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



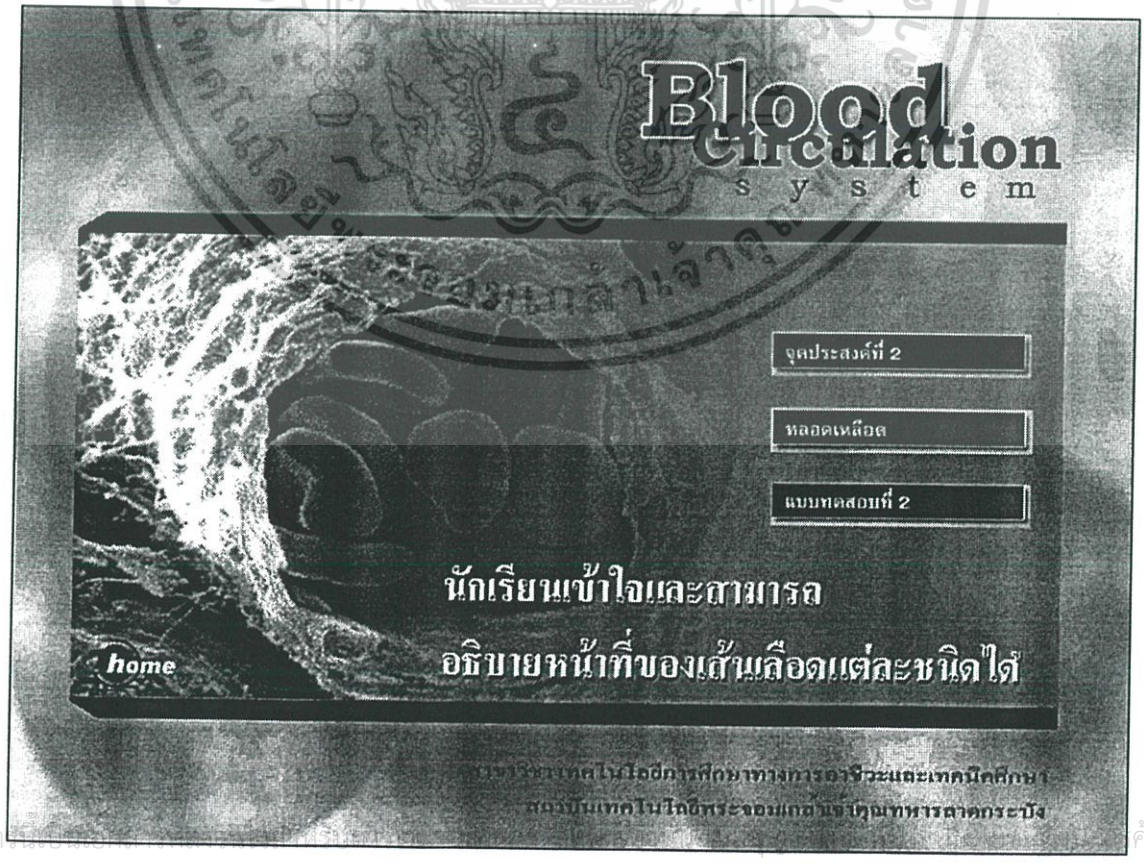

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



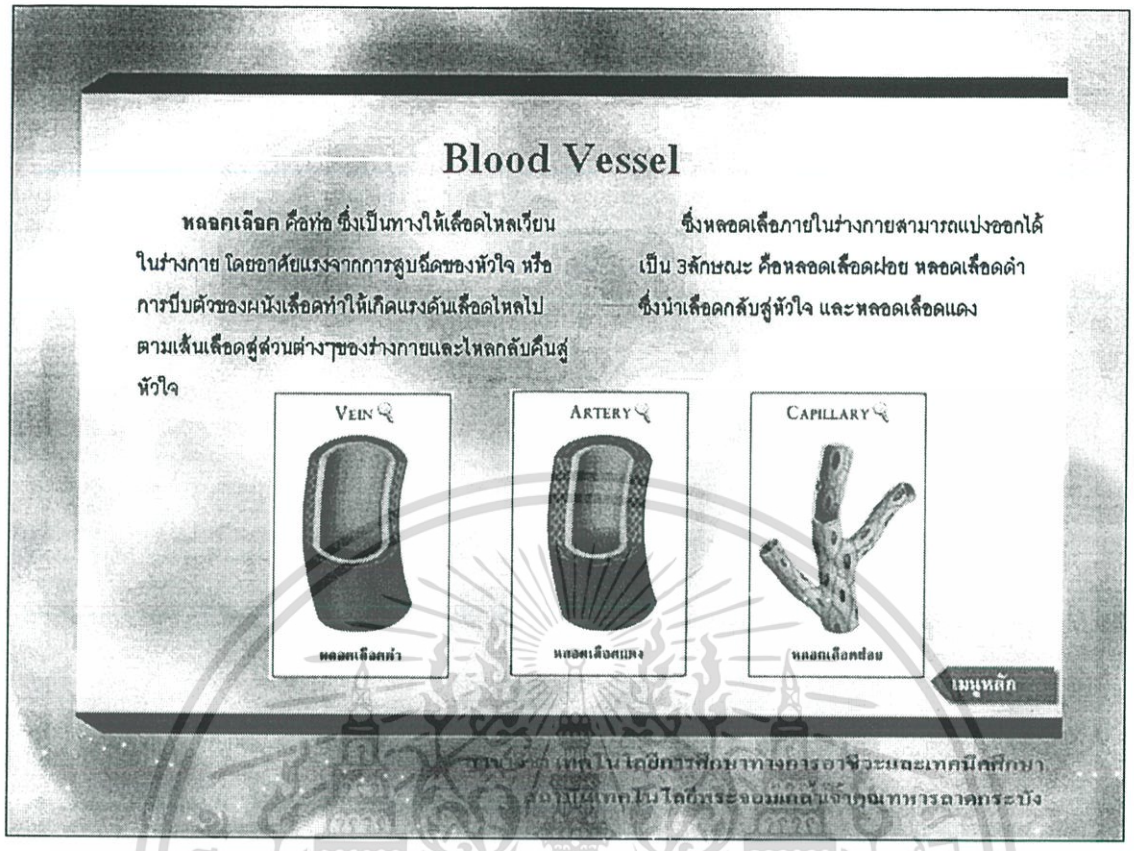



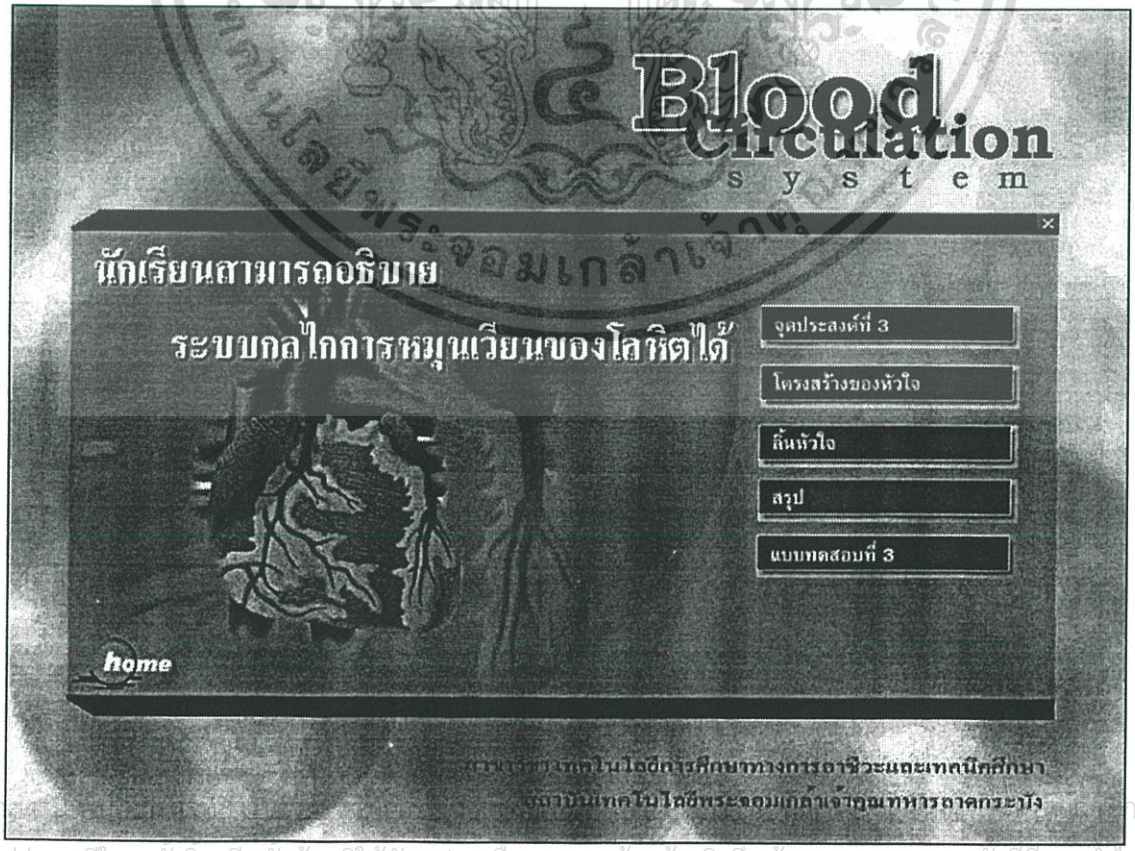

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



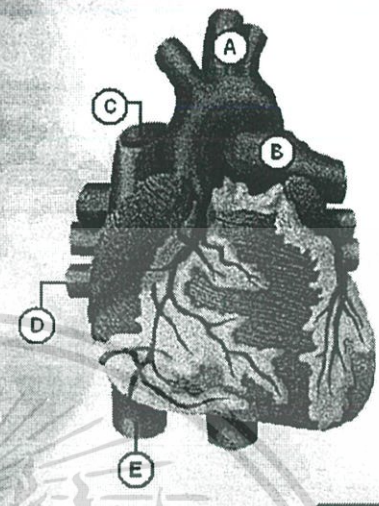

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Anatomy of The Heart

หัวใจโดยโครงสร้างจะเป็นโพรงกล้ามเนื้อ มีรูปร่างคล้ายดอกบัวตูม ขนาดของหัวใจของคนโตเต็มวัยจะมีขนาดประมาณ 12.5 ซ.ม. กว้าง 9 ซ.ม หนา 5 ซ.ม มีน้ำหนักประมาณ 300 กรัม หัวใจจะหุ้มด้วยเยื่อหุ้มหัวใจซึ่งเป็นเนื้อเยื่อบางๆ

หัวใจประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ดังนี้

| | |
|---|---|
| เยื่อชั้นในสุด | ประกอบด้วยเยื่อบุผิวบางๆ |
| เยื่อชั้นกลาง | เป็นชั้นที่หนามาก ประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัวใจ |
| เยื่อชั้นนอก | ประกอบด้วยเยื่อบุผิวบางๆ เป็นชั้นที่หุ้มหัวใจไว้ มีเส้นเลือดใหญ่ผ่านและมีเนื้อเยื่อไขมันอยู่เป็นจำนวนมาก |







กลับหน้าเดิม

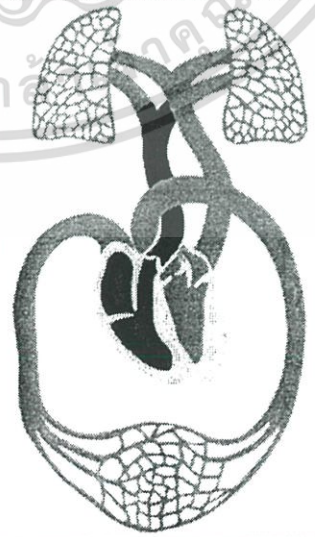
ภาควิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
คณะวิทยาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ระบบการหมุนเวียนโลหิต

การไหลเวียนของเลือดในหัวใจ เลือดดำจะไหลเข้าสู่หัวใจทางห้องบนขวาแล้วลงห้องล่างขวา เพื่อฉีดเลือดส่งไปฟอกยังปอด

จากนั้นจะส่งกลับมาหัวใจห้องบนซ้ายลงห้องล่างซ้ายแล้วฉีดส่งไปเลี้ยงร่างกาย

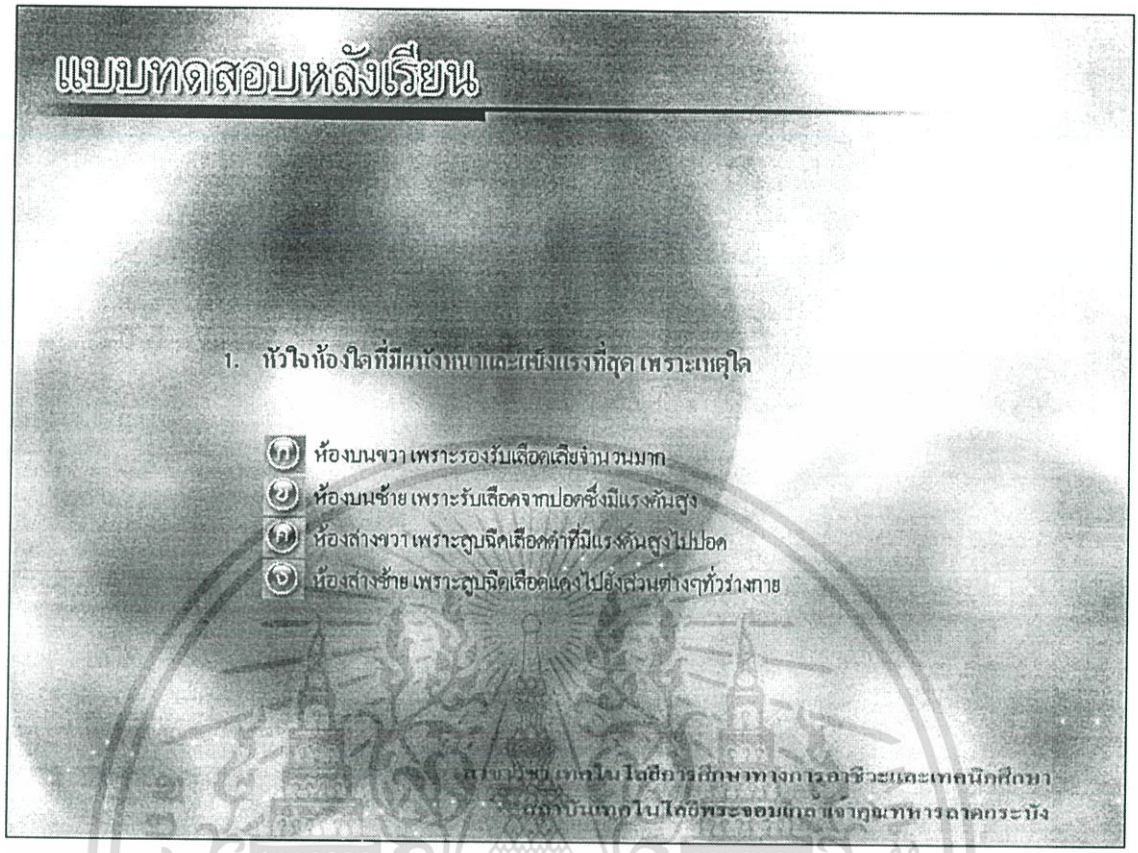
เส้นเลือดที่นำเลือดดำไปฟอกที่ปอดมีชื่อว่า พัลโมนารี อาร์เทอรี เส้นเลือดที่นำเลือดแดงจากปอดกลับสู่หัวใจ เรียกว่า พัลโมนารี เวน

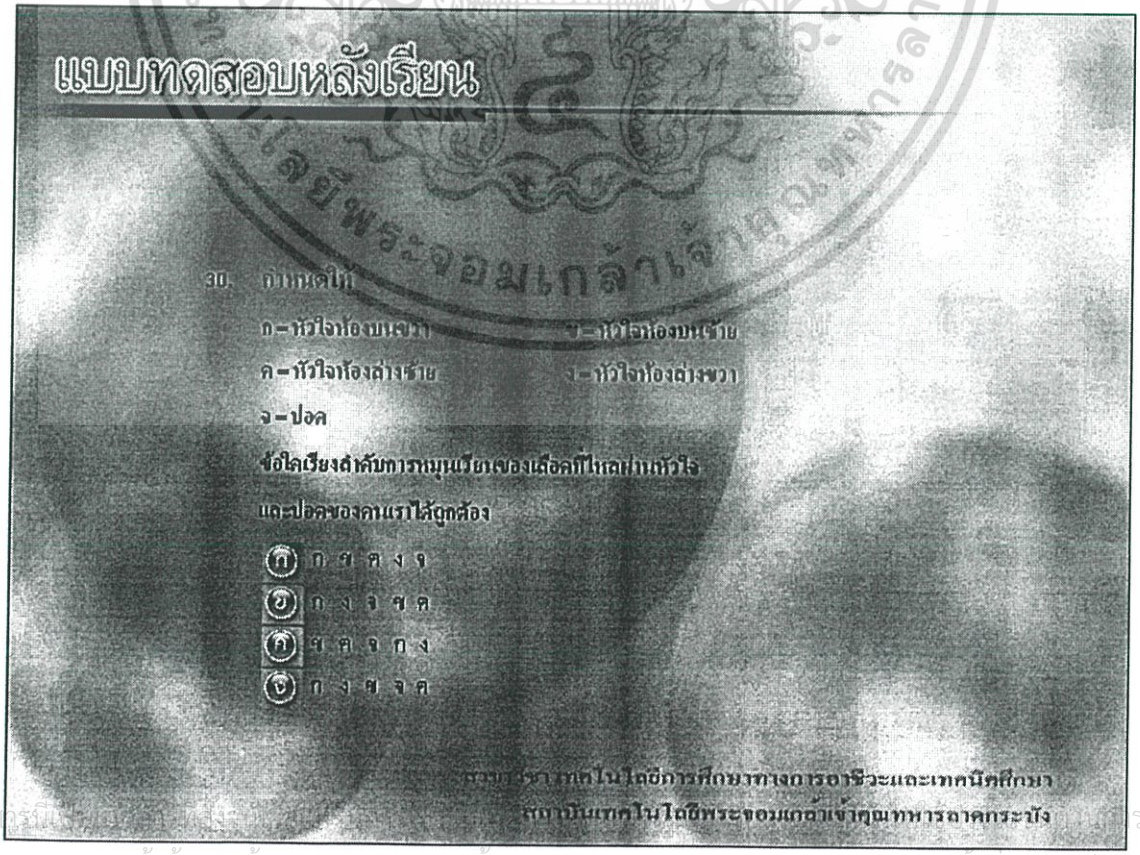


กลับหน้าเดิม

ภาควิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
คณะวิทยาเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

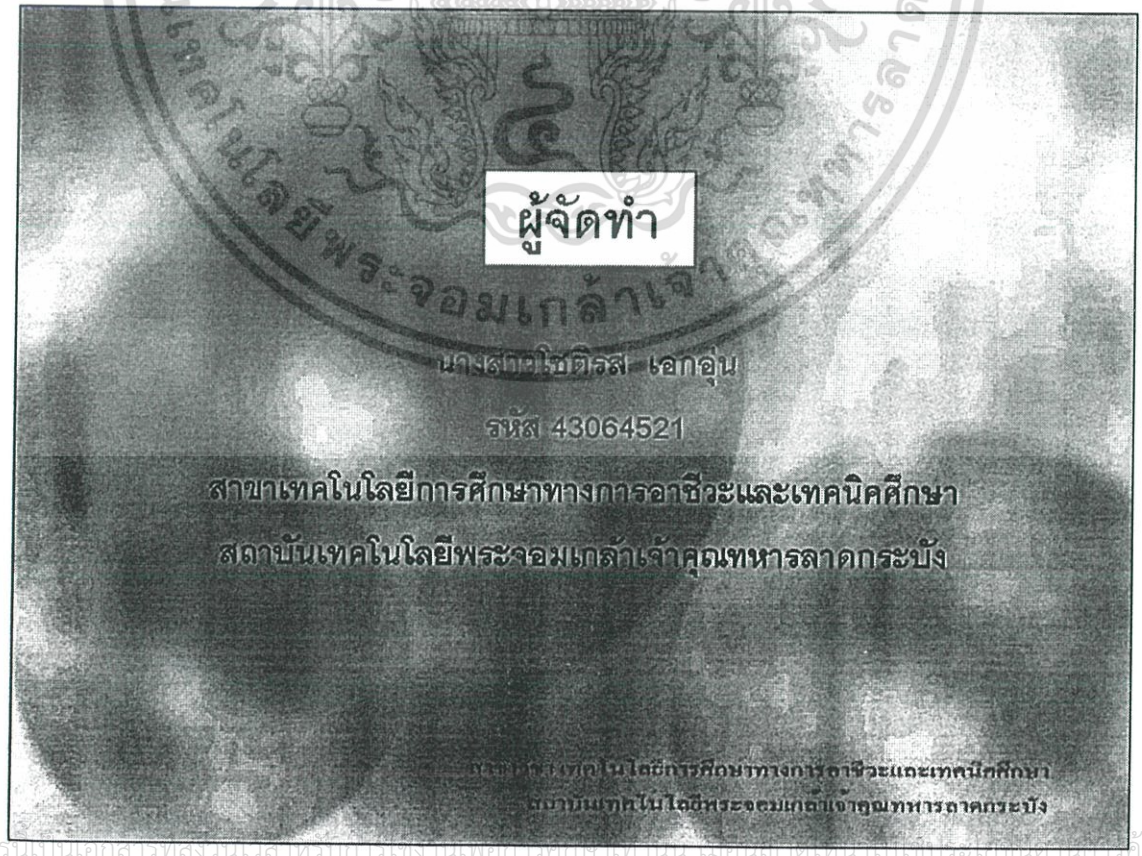
เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อาทิ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ... ของเอกสารนี้ ... ไม่ว่าในรูปแบบใดๆ




เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือจำหน่ายเพื่อการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

| | |
|---|---|
| **ชื่อ – สกุล** | นางสาวโชติรส เอกอุ่น |
| **วัน เดือน ปี เกิด** | 26 เมษายน 2518 |
| **สถานที่เกิด** | จังหวัดฉะเชิงเทรา |
| **สถานที่อยู่ปัจจุบัน** | 93/31 หมู่ 5 ซอยสวาทอุทิศ ต.บ้านใหม่ อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา 24000 |
| **สถานที่งาน** | มหาวิทยาลัยบูรพา คณะวิทยาศาสตร์<br>ภาควิชาวาริชศาสตร์ ถนนลงหาดบางแสน<br>ต. แสนสุข อ. เมือง จ. ชลบุรี 20130 |
| **ตำแหน่ง** | เจ้าหน้าที่ประสานงานศูนย์บ่มเพาะปลาสวยงาม |
| **ประวัติการศึกษา** | - ปริญญาตรี ปีการศึกษา 2540 ศิลปศาสตร์บัณฑิต<br>เอกศิลปกรรม สาขาออกแบบประยุกต์ศิลป์<br>สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา<br>- ปริญญาโท ปีการศึกษา 2547<br>ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต<br>สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา<br>สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้