

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สารนิพนธ์
ของ
มงคล จิตรโสภิต

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2553

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สารนิพนธ์
ของ
มงคล จิตรโสภิต

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทคัดย่อ
ของ
มงคล จิตรโสภิต

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
พฤษภาคม 2553

มงคล จิตรโสภิต. (2553). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล.

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จากโรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี ตำบลบางคูเวียง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 1 แผนการเรียน คือ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ มีนักเรียน 105 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองใช้เวลาทั้งสิ้น 7 คาบ แบบแผนการทดลองครั้งนี้เป็นแบบ One - Group Pretest - Posttest Design สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ t - test One – Sample และ t - test for Dependent Samples

ผลการศึกษาพบว่า

- 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.06/85.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
- 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” อยู่ในระดับมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

CONSTRUCTION OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION LESSONS IN
MATHEMATICS, "THE NORMAL DISTRIBUTION" FOR MATHAYOMSUKSA
VI STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
MONGKON JITTRASOPIN

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education Degree in Secondary Educational
at Srinakharinwirot University

May 2010

Mongkon Jittrasopin. (2010). *Construction of Computer Assisted Instruction Lessons in Mathematics, "The Normal Distribution" for Mathayomsuksa VI Students*. Master Project, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Asst.Prof. Chaisak Leelajarustkul.

The purposes of this research were to develop of a Computer Assisted Instruction Lessons in Mathematics, "The Normal Distribution" for Mathayomsuksa VI Students, as of the Standardized criterion 80/80, to study Mathematics achievement before and after learning, and to study students' desirability toward the lesson as mentioned above.

The subjects of this study were 105 Mathayomsuksa VI students Science-Mathematics program from Tapsirin Nonthaburi school, Bangkhuweang, Banggrouy, Nonthaburi, in the second semester of 2009 academic year and selected by the cluster random sampling. The experimental group was taught for seven hours by the researcher. The one group Pretest-Posttest Design was used in this study. The data were statistically analyzed by using t - test One - Sample and t - test for Dependent Samples.

The findings were as follows:

1. The efficiency of the Computer Assisted Instruction Lessons in Mathematics, "The Normal Distribution" for Mathayomsuksa VI Students was 91.06/85.57, higher than the criterion 80/80.
2. The mathematics achievement after learning through Computer Assisted Instruction Lessons in Mathematics, "The Normal Distribution" for Mathayomsuksa VI Students was statistically higher than before learning at .01 level of significance.
3. The student's desirability toward the Computer Assisted Instruction Lessons in Mathematics, "The Normal Distribution" was high at .01 level of significance.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของนายมงคล จิตรโสภิต ณ บัดนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

คณะกรรมการสอบ

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล)

ประธาน

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ เศวตมาลย์)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

.....
(รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์)

กรรมการสอบสารนิพนธ์

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.องอาจ นัยพัฒน์)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

วันที่ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2553

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัย จากรองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ รองศาสตราจารย์ นิภา ศรีไพโรจน์ รองศาสตราจารย์ ดร. จวีวรรณ เศวตมालย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล เป็นอย่างดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ อาจารย์ นवलน้อย เจริญผล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ที่กรุณาช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำเรื่องบทเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจของบทเรียนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ มหาวิทยาลัยปทุมธานี ผู้อำนวยการโรงเรียนเทพศิรินทร์นนทบุรี ที่อำนวยความสะดวก ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ และดำเนินการทดลองในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบใจนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือและดำเนินการทดลองในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจ และงบประมาณ ตลอดเวลาที่เรียน ตลอดจนเพื่อนๆ ในวิชาเอกการมัธยมศึกษาที่ได้ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจ ในการทำสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

มงคล จิตรโสภิต

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า.....	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า.....	4
ประชากร.....	4
กลุ่มตัวอย่าง.....	4
เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา.....	4
ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา.....	4
ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	9
ความหมายลักษณะสำคัญและองค์ประกอบของบทเรียน	
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	9
ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	19
ประโยชน์และข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	26
การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	28
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	38
การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	48
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	52
ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	52
องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	56
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ.....	57
ความหมายของความพึงพอใจ.....	57
ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ.....	58
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	60
งานวิจัยต่างประเทศ.....	60
งานวิจัยในประเทศ.....	64

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า..... 71
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	71
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	72
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	72
แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า.....	83
วิธีการดำเนินการศึกษาและเก็บข้อมูล.....	83
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 89
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	89
5	สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ..... 94
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า.....	94
สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	94
วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า.....	95
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	96
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า.....	97
อภิปรายผล.....	97
ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า.....	103
ข้อเสนอแนะ.....	105
บรรณานุกรม.....	107
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	118
ภาคผนวก ข	136
ภาคผนวก ค	181
ภาคผนวก ง	272

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก	
ภาคผนวก จ	286
ภาคผนวก ฉ	300
ประวัติผู้วิจัย.....	303

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลองแบบ One-group-Pretest-Posttest Design.....	83
2	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในแต่ละชุด.....	90
3	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	90
4	คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”	93
5	ค่า t-test ของความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”	97
6.	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”.....	119
7	ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา.....	119
8	ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา.....	120
9	ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “การแจกแจงปกติ”.....	120
10	คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายบทเรียนชุดที่ 1 เรื่อง “ค่ามาตรฐาน”.....	123
11	คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายบทเรียนชุดที่ 2 เรื่อง “การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ”.....	125
12	คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายบทเรียนชุดที่ 3 เรื่อง “พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ”.....	127
13	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.....	129
14	ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจ.....	131
15	ค่าอำนาจจำแนก (t-test) ของแบบวัดความพึงพอใจ.....	132

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
16	คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” 134

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า.....	7
2 ขั้นตอนการสอน 9 ชั้นของกาเย.....	29
3 ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอน.....	33
4 แบบจำลองการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของร็อบไบลเออร์และฮอลล์.....	38
5 แบบจำลองการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของอเลสซี่และทรอลลีป.....	40
6 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของวุฒิชัย ประสานสอย.....	43
7 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	46
8 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	77
9 แสดงการแก้ไขไฟล์สำหรับติดต่อฐานข้อมูล MySQL.....	139
10 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม WBI.....	140
11 แสดงหน้าจอหลักสำหรับการจัดการระบบของ Admin.....	140
12 แสดงหน้าจอหลักสำหรับการจัดการบทเรียนของครูผู้สอน.....	141
13 แสดงหน้าจอสำหรับลงทะเบียนใหม่.....	141
14 แสดงหน้าจอหลักสำหรับนักเรียน.....	142
15 แสดงหน้าจอรายวิชาที่เปิดสอน.....	142
16 แสดงหน้าจอรายวิชาที่เปิดสอนและแบบทดสอบ.....	143
17 แสดงหน้าจอเนื้อหาวิชาและแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบประจำบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน.....	143

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค์จิตใจของมนุษย์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับ ความคิด กระบวนการ และ เหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระบบและเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขาวิชา ความ เจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ ทั้งสิ้น (ยุพิน พิพิธกุล. 2524: 1) ซึ่งคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมอันเกี่ยวข้องกับ ความคิด วิธีการ และกระบวนการเชิงเหตุผล นับเป็นปัจจัยที่สำคัญยิ่งอย่างหนึ่งในการดำรงชีวิตของ คนในสังคม คณิตศาสตร์มีเนื้อหาวิชาที่ส่งเสริมให้คนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น สร้างเสริม ให้มีความคิด มีเหตุผล มีความรอบคอบ มีความประณีตและละเอียดถี่ถ้วน มีความแม่นยำรวดเร็ว มี ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และนอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานที่เป็นเครื่องมือในการศึกษาศาสตร์แขนงอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐศาสตร์ มีแนวทางในการศึกษาที่สอด รับกับความเจริญก้าวหน้าของโลกยุคเทคโนโลยีข่าวสารสารสนเทศในปัจจุบัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่า วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างยิ่งตั้งแต่โบราณกาลมาจนถึงปัจจุบัน จนได้รับยกย่อง ว่า คณิตศาสตร์เป็นราชินีของศาสตร์ทั้งปวง (พีระพล ศิริวงศ์. 2542: 7) ดังนั้น การจัดการศึกษา ของไทยในปัจจุบัน กรมวิชาการจึงได้เห็นถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสถานศึกษาต้องใช้ เป็นหลักในการจัดการเรียนการสอน เพื่อสร้างพื้นฐานการคิดและเป็นกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและ วิฤตของชาติ (กรมวิชาการ. 2544: 25-26)

แม้ในปัจจุบันการเรียนการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้พัฒนาเป็นอย่างมาก แต่ อย่างไรก็ดีตามพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำกว่ากลุ่มวิชาอื่น ๆ และยังไม่บรรลุผลตาม จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ นักเรียนยังไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งค่าเฉลี่ยยังอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่า พอใจ (กรมวิชาการ. 2544: คำนำ) เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุสำคัญของปัญหาโดยทั่วไป พบว่า ครู ส่วนใหญ่ยังยึดติดกับการสอนแบบเดิม ไม่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับ ความ ต้องการของหลักสูตร เนื้อหาในหลักสูตรกว้างและมีมาก ครูส่วนใหญ่มักจะไม่สอนให้เด็กรู้จักคิดแต่ กลับให้จดจำข้อเท็จจริงและให้ท่องจำเพื่อให้ทันเวลาและครบตามหลักสูตร สอนโดยไม่สนใจความ ต้องการของหลักสูตรและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม สอนโดยยึดหนังสือเรียนเป็นหลักและไม่คำนึงถึง ความแตกต่างระหว่างบุคคล ขาดการใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม ซึ่งการเรียนรู้นักเรียนแต่ละคน จะบรรลุผลหรือล้มเหลวขึ้นอยู่กับเทคนิคและวิธีการจัดการเรียนการสอนเป็นสำคัญที่จะสามารถ ทำให้นักเรียนได้รู้ถึงปัญหาและความต้องการที่ให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น รู้จักนำ ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันซึ่งมีความเจริญทางเทคโนโลยีไปเป็นอย่างมาก จากสภาพ ปัญหาดังกล่าวการสอนคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อพัฒนาความสามารถของ นักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการดำรงชีวิตทุกวันในทุกสังคมที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลง ทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน

การจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ และให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ครูต้องคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคลด้วย ซึ่งเป็นการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ (สุรางค์ โค้วตระกูล. 2533: 91) การสอนที่สนับสนุนความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ดีคือ การสอนแบบบุคคล โดยเป็นการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียน คำนึงถึงความแตกต่างทางสติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ตลอดจนความแตกต่างทางด้านร่างกาย อารมณ์ และสังคมของแต่ละบุคคล และทั้งนี้ในการจัดการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคลจะบรรลุเป้าหมายได้ หัวใจสำคัญของการสอนแบบเอกัตบุคคลอยู่ที่แหล่งการเรียนรู้และวิธีการที่จะทำให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายและความต้องการของเขา อย่างไรก็ตาม สื่อทั้งหลายที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนแบบนี้ จะต้องจัดอย่างมีระบบและมีหลายชนิดหลายวิธี เพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสะดวกและเหมาะสม

ในปัจจุบันแนวคิดในการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนในรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นสิ่งที่ได้รับการกล่าวถึงว่าเป็นนวัตกรรมการศึกษาที่กำลังมีบทบาทมาก เนื่องจากเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพ (ทัศนีย์ ชื่นบาน. 2539: 29) กล่าวคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด และการวัดผล มีการโต้ตอบตลอดเวลาระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์กัน คอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นตัวหนังสือ ภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม และรับคำตอบจากผู้เรียน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามอัตราความเร็วของตนเอง จะเรียนที่ไหน เมื่อใดก็ได้ และสามารถทราบผลการเรียนของตนเองได้ทันที คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้สอนสามารถจัดการสอน โดยเรียงลำดับความยากง่ายและจัดสิ่งเร้าให้ผู้เรียนได้ตอบสนองทันที เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การศึกษาจากแบบฝึกหัดช่วยให้ผู้เรียนได้ตอบสนองทันที เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การศึกษาจากแบบฝึกหัดช่วยให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ที่มั่นคงยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเรียนตลอดเวลา และยังสามารถทบทวนบทเรียนได้ทุกโอกาส (ชนิษฐา ชานนท์. 2532: 8; ผดุง อารยะวิญญู. 2527: 41-42; ทักษิณา สวานานนท์. 2530: 206)

จากการศึกษาค้นคว้าและงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสื่อและเทคโนโลยีในการสอนวิชาคณิตศาสตร์แบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จินดา สวัสดิ์ทวี (2547: 54) ได้วิจัยเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ ที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกคณิตศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาแคลคูลัส ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของสถาบันราชภัฏยะลา โดยถือเกณฑ์ 70/70 ซึ่งในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนและแบบฝึกหัดที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและแบบวัดความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 74/93.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผู้เรียนมีความสนใจต่อบทเรียนที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07$) ซึ่งสอดคล้องกับ

งานวิจัยต่างประเทศของ บราวน์ (Brown. 1993: 2080-A) ได้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนแบบ Tutorial สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่จะเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นฐานฟังก์ชัน แคลคูลัส ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ชั้นสูง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ การคิดแก้ปัญหา และมีการพัฒนาทักษะ พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันแคลคูลัสได้ดีขึ้น และงานวิจัยของ โฮลเดรน (Holdren. 2002: Online) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องของผลการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและเจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาพีชคณิต โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 146 คน ซึ่ง ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ และอีกกลุ่มสอนแบบบรรยาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

จากการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนับได้ว่ามี จุดเด่นและมีประโยชน์ต่อการศึกษาในศาสตร์สาขาวิชาต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาที่ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาค่อนข้างยาก การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เป็น เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จึงน่าจะเป็นสื่ออีกอย่างหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างมี ประสิทธิภาพตามหลักที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นการ ปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยคาดหวังว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจะเป็นสื่อช่วยเสริมกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ของ นักเรียนก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้จะทำให้ได้สื่อการสอนในรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มี ประสิทธิภาพด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่ง่ายต่อการเรียนรู้ นำไปใช้เป็นสื่อเสริมในการเรียนการสอน

ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นแนวทางในการวิจัย และสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชาอื่นๆ และผู้สนใจต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี ตำบลคูเวียง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 มีนักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 แผนการเรียน คือ แผนการเรียนศิลป์-คำนวณ 3 ห้องเรียน และแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ 3 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 225 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี ตำบลคูเวียง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวนนักเรียน 105 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการดำเนินการสอน 7 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังเรียนอีก 1 ชั่วโมง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

2. ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

นียมศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” หมายถึง บทเรียนในรูปแบบของเว็บช่วยสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อนำเสนอเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ผ่านทางจอภาพ มีคำอธิบาย บทเรียนหรือรูปภาพเป็นการเรียนการสอนซึ่งนักเรียนสามารถค้นคว้าหาคำตอบและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยคอมพิวเตอร์จะนำเสนอบทเรียนทั้งการเรียนการสอน การทบทวน การวัดผลประเมินผลที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบไปยังผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาที่นำเสนอไว้โดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสโต้ตอบกับบทเรียนที่นำเสนอและสามารถแสดงผลย้อนกลับทันทีซึ่งประกอบด้วย

1.1 การเข้าสู่ระบบของบทเรียน

เริ่มจากเปิดเครื่อง เปิดเว็บบทเรียน ลงทะเบียนเรียน ล็อกอินเข้าสู่บทเรียน ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรียนเนื้อหาบทเรียนที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน ทำแบบฝึกหัดท้ายบท เรียนเนื้อหาบทเรียนที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ ทำแบบฝึกหัดท้ายบท เรียนเนื้อหาบทเรียนที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ทำแบบฝึกหัดท้ายบท และขั้นตอนสุดท้ายคือทำแบบทดสอบหลังเรียน

1.2 ส่วนประกอบของบทเรียน

ในแต่ละเฟรมหลักจะประกอบด้วยส่วนของบทนำเรื่อง คำชี้แจงบทเรียน วัตถุประสงค์ของบทเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน เมนูเนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบท้ายบทเรียน สรุปผลและการนำไปใช้ การทดสอบหลังเรียน บอร์ดแสดงความคิดเห็น นำเสนอเนื้อหาด้วยตัวอักษร สี เสียง รูปภาพที่เคลื่อนไหวได้ มีระบบการเรียนการสอนด้วยมัลติมีเดียประกอบ

1.3 อุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบ

ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ซีพียู Intel Pentium 3 ความเร็ว 1.2 GHz อุปกรณ์มัลติมีเดีย อุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โปรแกรม Microsoft WindowsXP เป็นระบบปฏิบัติการ ใช้โปรแกรม Macromedia FlashMX, Cativate เป็นเครื่องมือสร้างภาพเคลื่อนไหว ใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX สร้างเนื้อหา ใช้โปรแกรม MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ใช้โปรแกรม Apache Web Server เป็นตัวจัดการงานบริการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอินเทอร์เน็ตของเซิร์ฟเวอร์ เช่น ระบบการคิดคะแนน การเก็บข้อสอบ ระบบฐานข้อมูลผู้เรียน ระบบติดต่อสื่อสารผ่านสมุดเยี่ยม ห้องสนทนา และพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา PHP, HTML ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ได้โดยใช้แป้นพิมพ์ และเมาส์ ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” หมายถึง ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้นักเรียนมีความสามารถทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน (E_1) หรือแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) ให้บรรลุวัตถุประสงค์ในระดับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผลการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ของกลุ่มตัวอย่างถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 80 หรือ สูงกว่า

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน วิชาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ของกลุ่มตัวอย่างถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 80 หรือ สูงกว่า

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ถือค่าความแปรปรวน 2.5 คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5% (ฉลองชัย สุวัฒน์สมบูรณ์. 2528: 215)

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ของนักเรียนที่แสดงออกในรูปของคะแนนหรือระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบได้อย่างถูกต้องหลังจากที่ได้รับการศึกษาเนื้อหาบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ และได้ตรวจสอบคุณภาพจากที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดยแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Cognitive Domain) ตามที่วิลสัน (Wilson. 1971: 643-685) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถพิเศษ

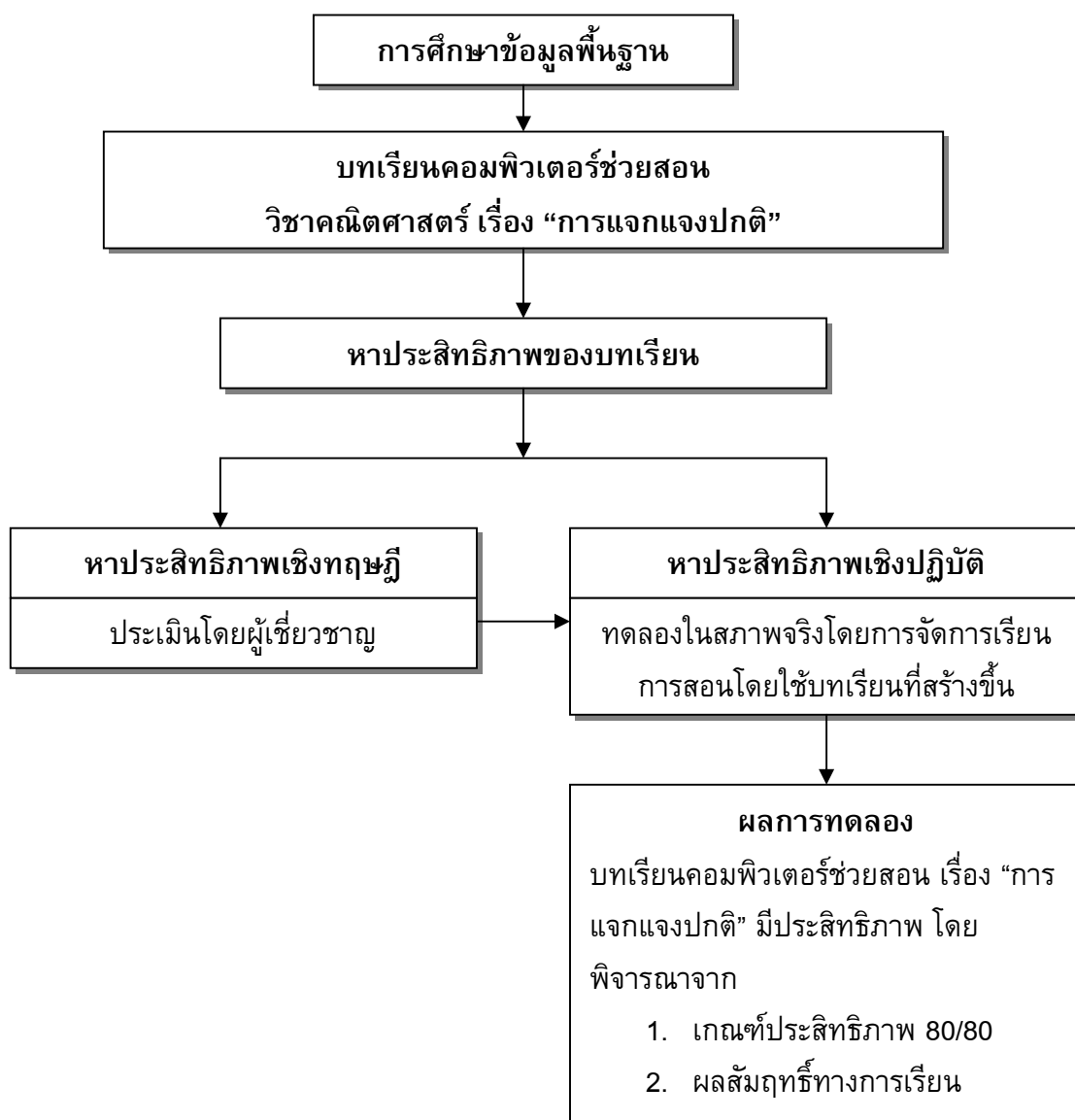
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากอีกแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามแบบเหตุผล การอ่านและการตีความตามโจทย์ปัญหา

3. การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประกอบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน

4. การวิเคราะห์ (Analysis) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาของที่เรียน การพิสูจน์ การสร้างสูตรและการทดสอบความถูกต้องของสูตร

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนถึงความรู้สึกชอบมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย หรือน้อยที่สุด เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ซึ่งความรู้สึกนี้ส่งผลต่อความพร้อมและความเอาใจใส่ในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยความตั้งใจ และความกระตือรือร้น ซึ่งวัดจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนโดยปรับปรุงมาจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นชนิดประมาณค่า (Rating scale) 5 สเกล คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 เป็นมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดตามลำดับ (สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. 2541: 388-389)

กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการศึกษาค้นคว้า

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้า เรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอตามลำดับ ดังต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.1 ความหมายลักษณะสำคัญและองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.3 ประโยชน์และข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 1.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
 - 2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
 - 3.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ
4. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยต่างประเทศ
 - 4.2 งานวิจัยในประเทศ

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 ความหมายลักษณะสำคัญและองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาจากภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction (พรเทพ เมืองแมน. 2544: 17) ซึ่งราชบัณฑิตยสถานบัญญัติศัพท์เป็นภาษาไทยว่า “การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย” แต่คำศัพท์ดังกล่าวไม่เป็นที่นิยม มักใช้คำว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” มากกว่า และหากเติมคำว่า “บทเรียน” เข้าไปข้างหน้าเป็น “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” จะทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายและชัดเจนมากขึ้น ดังนั้น ในที่นี้คำว่า “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” ใช้ในความหมายเดียวกับคำในภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction หรือที่เรียกย่อๆ ว่า CAI

คำว่า Computer Assisted Instruction เป็นศัพท์เดิมที่มาจากประเทศสหรัฐอเมริกา มีความหมายว่า การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย ดังนั้น จึงพบอีกคำหนึ่งที่มีความหมายเหมือนกันคือ Computer Aided Instruction แต่ในปัจจุบัน โดยเฉพาะประเทศทางแถบยุโรปจะรู้จักคำว่า Computer Based Teaching (CBT) มากกว่า ซึ่งหมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีคำอื่นๆ ที่นิยมใช้เช่นกัน เช่น คำว่า Computer Managed Instruction (CMI) หมายถึง การเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการให้ คำว่า Computer Based Education (CBE) หมายถึง การศึกษาโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นหลัก ส่วนคำว่า Computer Assisted Learning (CAL) หมายถึง การเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วย และคำว่า Computer Managed Learning (CML) หมายถึง การเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการให้

ซินน์ (Zinn. 1976: 268) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัดแบบฝึกหัด และทบทวนลำดับบทเรียนให้แก่ นักเรียนและบางทีก็ช่วยนักเรียนในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน

พรีนิส (Prenis. 1977: 20) ได้ให้ความหมายว่า เป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียน เรียนรู้รายวิชาไปที่ละขั้นตอนในขณะที่มีการเรียนการสอนที่ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามให้ คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้ว ได้หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้แก่ นักเรียนได้

ชิปปี้ล (Sippl. 1991: 87) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยในการเรียนการสอน โดยนำมาประยุกต์ในการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียน คอมพิวเตอร์ตามขั้นตอนที่จัดไว้ ซึ่งสามารถบอกข้อบกพร่องของผู้เรียนเมื่อทำผิดพลาดได้

สเปนเซอร์ (Spencer. 1992: 70) ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็น กระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่นักเรียน ภายใต้ การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนการสอนนั้นขึ้นอยู่กับตัว ของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2533: 93) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นการ
ใช้คอมพิวเตอร์เสนอเนื้อหาความรู้บนจอหรือมอนิเตอร์ (monitor) จัดเป็นสื่อแบบปฏิสัมพันธ์เรียน
ด้วยตนเอง

ทักษิณา สวานานนท์ (2535: 51) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง
การสร้างโปรแกรมบทเรียน หรือหน่วยการเรียนรู้ซึ่งอาจจะต้องมีภาคแบบฝึกหัด บททบทวน และ
คำถาม คำตอบไว้พร้อม ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง หรือเรียนได้เป็นรายบุคคล การสอนโดย
ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ถือว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอนแต่ไม่ใช่เป็นผู้สอน

ไพโรอัมพล บุญช่วย (2535: 11-12) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียน
เรียนที่ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ (B.F. Skinner) กับเครื่องช่วยสอนของเพรสซี (S.L.
Pressey) เข้าด้วยกัน โดยให้ความสำคัญกับทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) และ
ทฤษฎีการเรียนรู้แบบตอบสนอง (S-R Theory) ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีลักษณะคล้าย
บทเรียนสำเร็จรูป (Programmed Instruction) คือมีลักษณะเป็นข้อความในกรอบและมีคำถามทำ
กรอบผู้เรียนตอบคำถามที่ทำกรอบโดยการกดแป้นตัวอักษร คอมพิวเตอร์มีหน้าที่ตรวจและ
วิเคราะห์คำตอบ ผู้เรียนจะเรียนรู้เป็นขั้นๆ จนมีความเข้าใจเนื้อเรื่องดีแล้วจึงเรียนเรื่องต่อไป

ประวิทย์ สุดแก้ว (2538: 112) ได้กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมที่
บรรจุด้วยเนื้อหาของความรู้ ในลักษณะภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว และแบบจำลองสถานการณ์
ต่างๆ ที่ผู้เรียนสามารถเลือกชนิดของเนื้อหา และกำหนดเวลาที่ใช้ในแต่ละบทเรียน

กิตานันท์ มลิทอง (2539: 94) ได้ให้ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ
การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การเรียน โดยสร้างโปรแกรมบทเรียน หรือจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป
ทางด้านการศึกษาก็ได้เพื่อการเรียนในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การสอน การฝึกหัด สถานการณ์จำลอง
เกม การค้นพบ และการแก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง เป็นการเรียนที่ผู้เรียน
สามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับโปรแกรมที่เสนอบทเรียน โดยผู้เรียนจะเรียนเนื้อหาซึ่งเป็นสิ่งเร้า
แล้วมีการตอบสนอง โปรแกรมจะประเมินการตอบสนองของผู้เรียนและให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการ
เสริมแรง แล้วให้ผู้เรียนเลือกเรียนสิ่งเร้าลำดับต่อไปจนจบบทเรียน

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 7) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียน
การสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม
อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหา
บทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยที่
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่ละหน้าจอภาพ โดยเนื้อหาความรู้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
จะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของ
เนื้อหา โดยมีเป้าหมายสำคัญคือ การได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถดึงดูดความสนใจของ
ผู้เรียนและกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความต้องการที่จะเรียนรู้

บุรณะ สมชัย (2542: 14) ให้ความหมายว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรม
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำหน้าที่เป็นสื่อการเรียนการสอนเหมือนแผ่นใส (Transparent)

สไลด์ (Slide) หรือวีดิทัศน์ (Video) ที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจง่ายในเวลาอันจำกัด และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้นๆ ผู้เรียนสามารถนำไปทบทวนเนื้อหา และสามารถศึกษาด้วยตนเอง

วุฒิชัย ประสานสอย (2543: 10) ได้กล่าวถึงความหมายและองค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ว่า คำว่า “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน” โดยทั่วไปมักจะเรียกว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” หรือ “บทเรียนซีเอไอ” (Computer-Assisted Instruction; Computer-Aided Instruction: CAI) มีความหมายว่าเป็นการจัดโปรแกรมเพื่อการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นสื่อช่วยถ่ายโยงเนื้อหาความรู้ไปสู่ผู้เรียน และปัจจุบันได้มีการบัญญัติศัพท์ที่ใช้เรียกสื่อชนิดนี้ว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน”

มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 3) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนสำเร็จรูปที่นำเสนอเนื้อหา สื่อ กิจกรรม การตรวจรับ การประเมินผล และกระบวนการเรียนรู้อื่นๆ ด้วยคอมพิวเตอร์

สุภาณี เส็งศรี (2550: online) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การประยุกต์นำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยมีการพัฒนาบทเรียน (Courseware) ขึ้นเพื่อเสนอเนื้อหาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในรูปแบบสื่อประสม คือ ข้อความ ภาพ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพหรือแป้นพิมพ์ บทเรียนจะถูกจัดเก็บไว้ในแผ่นดิสก์หรือหน่วยความจำของเครื่อง พร้อมทั้งจะเรียกใช้ได้ตลอดเวลา ผู้เรียนจะต้องโต้ตอบหรือตอบคำถามเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วยการพิมพ์ การตอบคำถามจะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์และจะเสนอแนะขั้นหรือระดับในการเรียนขั้นต่อไป กระบวนการเหล่านี้เป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

อิสรา ก้านจักร (2550: online) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) เป็นกระบวนการเรียนการสอน โดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอเนื้อหาเรื่องราวต่างๆ มีลักษณะเป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) คือ สามารถโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ได้

และในปัจจุบันการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกำลังได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง สถานศึกษาทุกแห่งกำลังให้ความสนใจและเร่งส่งเสริมให้ครูผู้สอนผลิตสื่อการสอนที่เรียกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นใช้อย่างน้อยคนละหนึ่งเรื่อง ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีความสำคัญและมีบทบาทต่อวงการศึกษากันในปัจจุบันเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อให้ทันต่อความเจริญทางเทคโนโลยีที่กำลังขยายตัวและเจริญเติบโตไปอย่างรวดเร็ว การเรียนการสอนผ่านเว็บ Web Based Instruction (WBI) เป็นอีกโปรแกรมหนึ่งที่สามารถนำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศที่สนใจและได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนการสอนผ่านเว็บ (WBI) ไว้ดังนี้

ข่าน (Khan. 1997: 12) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ WBI (Web-Based Instruction) เป็นการใช้โปรแกรมการเรียนการสอนในรูปแบบของไฮเปอร์มีเดีย (Hypermedia) ที่นำ

คุณลักษณะและทรัพยากรต่างๆ ที่มีในเวปไซต์เวปไซต์เว็บมาใช้ประโยชน์ในการจัดสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้

ลานเพียร์ (Laanpere. 1997: online) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ เป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านสภาพแวดล้อมของเวปไซต์เวปไซต์ ซึ่งอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในหลักสูตรมหาวิทยาลัย ส่วนประกอบของการบรรยายในชั้นเรียน การสัมมนา การจัดทำโครงการกลุ่ม หรือการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรืออาจเป็นลักษณะของหลักสูตรที่เรียนผ่านเวปไซต์เวปไซต์โดยตรงทั้งกระบวนการเลยก็ได้ การเรียนการสอนผ่านเว็บนี้เป็นการรวมกันระหว่างการศึกษและการฝึกอบรมเข้าไว้ด้วยกันโดยให้ความสนใจต่อการใช้ในระดับการเรียนที่สูงกว่าระดับมัธยมศึกษา

วิชุดา รัตนเพียร (2542: 29) กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บ เป็นการนำเสนอโปรแกรมบทเรียนบนเว็บเพจ โดยนำเสนอผ่านบริการเวปไซต์เวปไซต์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้ออกแบบและสร้างโปรแกรมการสอนผ่านเว็บจะต้องคำนึงถึงความสามารถและบริการที่หลากหลายของอินเทอร์เน็ต และนำคุณสมบัติต่างๆ เหล่านั้นมาใช้เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนให้มากที่สุด

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 13) ให้ความหมายว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการใช้เว็บในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เว็บเพื่อนำเสนอบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติของวิชาทั้งหมดตามหลักสูตร หรือใช้เพียงการเสนอข้อมูลบางอย่างเพื่อประกอบการสอนก็ได้ รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่างๆ ของการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น การเขียนโต้ตอบกันทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และการพูดคุยสดด้วยข้อความและเสียงมาใช้ประกอบด้วย เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ภาสกร เรืองรอง (2550: online) ได้ให้ความหมายของบทเรียน WBI ไว้ว่า Web Based Instruction หรือการเรียนการสอนผ่านเว็บว่า หมายถึง การเรียนการสอนที่ใช้เวปไซต์เวปไซต์เป็นสื่อหรือตัวกลางในการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนในลักษณะของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหา รูปภาพประกอบ เสียง และภาพเคลื่อนไหว ผู้สอน และผู้เรียนสามารถใช้เว็บเพจในการอภิปรายและเปลี่ยนความคิดเห็น สืบค้น ตอบปัญหา ทำแบบฝึกหัด ข้อสอบ และกิจกรรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้จากจุดเชื่อมต่อเครือข่าย และการเชื่อมต่อระยะไกลผ่านโมเด็มโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่

จากความหมายของการเรียนการสอนผ่านเว็บ (WBI) ดังกล่าว การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงคุณลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ดังนี้

ไพรัช (Price. 1991: 3-7) ได้กล่าวว่า ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ อันจะทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน (Active Learner) ช่วยให้การเรียนการสอนมีบรรยากาศที่ดี ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามอัตราความสามารถของตนเอง อันเป็นการสนองตอบผู้เรียนแต่ละคนซึ่งมีความแตกต่างกันได้เป็นอย่างดี

ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทำให้การออกแบบบทเรียนให้สนองตอบผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนได้ และสามารถประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการดูแลผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการนำออกไปใช้

ข่าน (Khan. 1997: 12–32) กล่าวว่าสภาพแวดล้อมของการเรียนโดยใช้ WBI (Web Base Instruction) นั้น ควรจะประกอบด้วยทรัพยากรหลายๆ ด้าน เพื่อตอบสนองในด้านการให้ความร่วมมือช่วยเหลือ และการสร้างกิจกรรมบนเว็บซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบการเรียน และสามารถตอบสนองได้ทั้งผู้เริ่มฝึกหัด และผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งส่วนประกอบดังกล่าวได้แก่

1. เกี่ยวกับการสร้าง WBI ประกอบด้วย
 - 1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนการสอน
 - 1.2 การออกแบบการเรียนการสอน
 - 1.3 หลักสูตรที่จะใช้ในการสร้าง WBI
2. ส่วนประกอบด้านมัลติมีเดียประกอบด้วย
 - 2.1 ข้อความ และรูปภาพ
 - 2.2 เสียง
 - 2.3 วีดีโอ
 - 2.4 หน้าจอการติดต่อกับผู้ใช้
 - 2.5 เทคโนโลยีการบีบอัดข้อมูล
3. เครื่องมือทางด้านอินเทอร์เน็ต
 - 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ได้แก่ E-mail, Webboard, Chat Room
 - 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ เช่น Telnet
 - 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล เช่น Search Engines
4. คอมพิวเตอร์และสื่อที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่
 - 4.1 ระบบปฏิบัติการ เช่น Unix, Dos, Windows หรือ Macintosh
 - 4.2 เซิร์ฟเวอร์ ฮาร์ดดิสก์ หรือ ซีดีรอม
5. ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต
 - 5.1 โมเด็ม
 - 5.2 สายโทรศัพท์, ISDN
 - 5.3 ผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต (ISP)
6. โปรแกรมที่ใช้สร้างบทเรียน
 - 6.1 โปรแกรมภาษา เช่น HTML, Java, Java Script
 - 6.2 โปรแกรมนิพนธ์บทเรียน (Authoring Tools)
7. เซิร์ฟเวอร์

7.1 เซิร์ฟเวอร์, ซอฟต์แวร์, URL

7.2 CGI

8. บราวเซอร์และโปรแกรมร่วมอื่นๆ

8.1 บราวเซอร์ที่แสดงข้อความและภาพกราฟิก

8.2 ลิงค์ต่างๆ เช่น Hypermedia Link, Hypertext Link

8.3 โปรแกรมอื่นๆ เช่น Plug-Ins

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 8–11) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 4 ประการ ได้แก่

1. สารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาสาระ (content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหานี้อาจจะเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจจะเป็นในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้

2. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualization) การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือ ลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่ง จึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ การควบคุมการเรียนของเรื่องนี้ก็มีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ลักษณะสำคัญๆ ได้แก่

2.1 การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใด หรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา เช่น มีเมนูหรือรายการที่แยกเนื้อหาตามหัวข้ออย่างชัดเจนหรือปุ่มควบคุมต่างๆ ในการสืบไป (navigate) ในบทเรียน

2.2 การควบคุมลำดับของการเรียน การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ก่อนหลังหรือการสร้างลำดับการเรียนด้วยตนเอง เช่น ในลักษณะการเรียนเนื้อหาแบบโยงใยหรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมกันอยู่ในปัจจุบัน (ซึ่งอาจอยู่ในรูปของส่วนของการเชื่อมโยงแบบฮอตเวิร์ด (Hotword) หรือข้อความหลายมิติ (Hypertext) ก็ได้) ซึ่งผู้เรียนสามารถที่จะกดเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามความสนใจ ความถนัดหรือตามพื้นฐานความรู้ของตนได้

2.3 การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติหรือทำแบบทดสอบหรือไม่ หากจะทำมากน้อยเพียงใด เช่น การมีปุ่มควบคุมต่างๆ จัดหาไว้ทุกหน้าที่จำเป็น เช่น ปุ่มเลิกทำ ปุ่มกลับไปหน้าเดิม

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แบบอาจที่จะต้องมีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาประยุกต์ใช้เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การจัด

เสนอเนื้อหา (หรือแบบฝึกหัด) ในระดับความยากง่ายที่ตรงกับพื้นฐานความสามารถและความสนใจของผู้เรียน

3. การโต้ตอบ (Interaction) ในที่นี้คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนที่ดีที่สุดก็คือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนได้มากที่สุด นอกจากนี้การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น หากเกิดขึ้นเพียงจากการสังเกตเท่านั้น หากจะต้องมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน การอนุญาตให้ผู้เรียนเพียงแค่การคลิกเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อยๆ ที่ละหน้าไม่ถือว่าเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เพียงพอสำหรับการรับรู้

4. การให้ผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ลักษณะที่ขาดไม่ได้อีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) แล้ว ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ ทั้งนี้มีงานวิจัยหลายชิ้นซึ่งสนับสนุนว่าการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการให้ผลป้อนกลับโดยทันทีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เองที่ถือได้ว่าเป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบประการสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับสื่อประเภทอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อโสตทัศนวัสดุแล้ว เนื่องจากสื่ออื่นๆ นั้นไม่สามารถที่จะประเมินผลการเรียนของผู้เรียนพร้อมกับการให้ผลป้อนกลับโดยฉับพลันเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ลักษณะของการให้ผลป้อนกลับนี้เป็นสิ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างไปจากมัลติมีเดียซีดีรอมส่วนใหญ่ ซึ่งได้มีการรวบรวมและนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องราวของสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์สำคัญต่างๆ ฯลฯ แต่มัลติมีเดียซีดีรอมไม่ได้มีการประเมินความเข้าใจของผู้ใช้แต่อย่างใด ไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบทดสอบแบบฝึกหัดหรือการตรวจสอบความเข้าใจในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ซึ่งทำให้มัลติมีเดีย-ซีดีรอมเหล่านั้นถูกจัดว่าเป็นสื่อสำหรับการนำเสนอ (Presentation Media) ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื่องจากในปี พ.ศ. 2541 มีการผลิตสื่อการศึกษาทางคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้มัลติมีเดียในการนำเสนอเนื้อหาออกมาเป็นจำนวนมากซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของมัลติมีเดียซีดี-รอม จนทำให้เกิดความสับสนว่า สื่อเหล่านี้เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่อย่างไร สิ่งสำคัญก็คือ การเข้าใจว่าสื่อการศึกษาทางคอมพิวเตอร์ทั้งหมดไม่ใช่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเนื่องจากหากพิจารณาอย่างละเอียดแล้ว มีสื่อการศึกษาทางคอมพิวเตอร์อยู่จำนวนมากที่จัดว่าเป็นเพียงแค่อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเสนอ (Presentation Media) เนื่องจากสื่อการศึกษาเหล่านี้ต่างขาดคุณลักษณะสำคัญ 4

ประการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ ซึ่งคุณลักษณะสำคัญ 4 ประการของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์ (หรือ 4 I's) ได้แก่

Information (สารสนเทศ)

Individualization (ความแตกต่างระหว่างบุคคล)

Interaction (การโต้ตอบ)

ImmEDIATE (ผลป้อนกลับโดยทันที)

ภาสกร เรืองรอง (2550: online) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนการสอนผ่านเว็บหรือ Web-Base Instruction (WBI) ว่าการจะเป็น WBI ที่สมบูรณ์ได้นั้นจะต้องประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

1. ความเป็นระบบ (System) สามารถแบ่งได้ดังนี้

- 1) สอน
- 2) วัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 3) สื่อการสอน
- 4) ฐานความรู้
- 5) การสื่อสารและกิจกรรม
- 6) การประเมินผล
- 7) อื่นๆ (แล้วแต่สถาบันจะกำหนด)

1.1 Process ได้แก่ การสร้างสถานการณ์หรือการจัดสภาวะการเรียนการสอนโดยใช้วัตถุดิบจาก Input อย่างมีกลยุทธ์ หรือตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

1.2 Output ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ซึ่งได้จากการประเมินผล

2. ความเป็นเงื่อนไข เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับ WBI เช่น กำหนดเงื่อนไขว่า เสร็จสิ้นจากการเรียนแล้วจะต้องทำแบบประเมินผลการเรียน หากทำแบบประเมินผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ก็สามารถไปศึกษาบทเรียนอื่นๆ หรือบทเรียนที่ยากขึ้นเป็นลำดับได้ แต่ถ้าไม่ผ่านตามเงื่อนไขก็ต้องเรียนซ้ำจนกว่าจะผ่าน

3. การสื่อสารหรือกิจกรรม จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารขึ้นภายในสถานการณ์การเรียน โดยไม่ต่างจากห้องเรียนปกติ อาจเรียกว่าห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom) กิจกรรมจะเป็นตัวช่วยให้การเรียนเข้าสู่เป้าหมายได้ง่ายขึ้น เช่น การใช้อีเมล (E-Mail) แชทรูม (Chat Room) เว็บบอร์ด (Web board) และการค้นหาข้อมูล (Search) ฯลฯ ในการติดต่ออาจารย์หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนเพื่อซักถามข้อสงสัย

4. Learning Root เป็นการกำหนดแหล่งความรู้ภายนอกที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโดยมีเงื่อนไข เช่น แหล่งความรู้ภายนอกที่มีความยากเป็นลำดับ หรือเกี่ยวข้องกับหัวข้อการเรียนเป็นลำดับ การกำหนด Learning Root โดยใช้เทคนิค Frame จะช่วยให้ผู้เรียนไม่เกิดภาวะหลงทาง

วุฒิชัย ประสานสอย (2543: 10–13) ได้กล่าวว่า จากความหมายของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าว ได้มีนักการศึกษาพยายามที่จะอธิบายองค์ประกอบตามวัตถุประสงค์ของการสอนดังนี้

1. การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ เป็นการใช้อุปกรณ์สร้างปฏิสัมพันธ์ให้ผู้เรียนติดตามหรือค้นหาความรู้ในบทเรียน และส่งเสริมให้เรียนรู้และประสบผลสำเร็จด้วยวิธีการของตนเอง โดยยึดหลักที่สำคัญคือ บทเรียนจะต้องมีความง่าย และสะดวกที่จะใช้ ความสวยงาม ดูดี และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับความรู้ที่ **ถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว และครบถ้วน**

การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นใช้เทคนิควิธีการที่แตกต่างไปจากการเรียนแบบอื่นเนื่องจากการที่จะนำไปใช้ ช่วยครูสอน (Adjunct) หรือการใช้ สอนแทนครู (Primary) หรือใช้ฝึกอบรมเป็นรายบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ได้ในระดับใดนั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติหรือโครงสร้างของเนื้อหา เทคนิควิธีการนำเสนอบทเรียน และกลยุทธ์ถ่ายทอดความรู้ ตลอดจนแบบแผนการวัดและประเมินผลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อรับประกันได้ว่าสามารถใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นช่วยครูสอนและใช้สอนแทนครูได้

2. การออกแบบบทเรียนก่อนการเรียนการสอน ปัจจุบันนี้อัตราส่วนความรับผิดชอบของผู้สอนต่อผู้เรียนมีมากขึ้น ดังนั้นการสอนจึงต้องเน้นการประยุกต์เอาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษามาใช้ให้มากขึ้น โดยผู้สอนจะออกแบบการสอนและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพัฒนาสื่อตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหาวิชาการออกแบบบทเรียนจำเป็นต้องเริ่มต้นจากการวิเคราะห์และออกแบบการสอน ทั้งในด้านปริมาณเนื้อหา วิธีประมวลความรู้ แผนการผลิตสื่อ และการตรวจสอบประสิทธิภาพด้านปริมาณเนื้อหา วิธีประมวลความรู้ แผนการผลิตสื่อ และการตรวจสอบประสิทธิภาพเพื่อให้ได้สื่อที่นำไปใช้กระตุ้นกระบวนการใส่ใจและกระบวนการรู้จักสภาพแวดล้อมรอบตัวของผู้เรียน

3. ผู้เรียนโต้ตอบกับบทเรียนผ่านคอมพิวเตอร์ ได้แก่ การใช้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์หรือการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมบทเรียนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียน ดังนั้น ผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนจึงต้องเข้าใจวิธีสร้างปฏิสัมพันธ์ และควรเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถใช้คอมพิวเตอร์ได้ นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องเข้าใจวิธีเสริมสร้างความรู้สึกลงในทางบวกแก่ผู้เรียนต่อการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น สร้างส่วนที่ทักทายกับผู้เรียน ใช้หลักการออกแบบจอภาพและโครงสร้างบทเรียน เพื่อสร้างการนำเสนอที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสิทธิ์ที่จะคิดและตัดสินใจโดยไม่รู้สึกว่าการถูกวิจารณ์อำนาจการตัดสินใจในเรื่องต่างๆ

4. ความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้แก่ ความแตกต่างในด้านความนึกคิด อารมณ์ และความรู้สึกภายในของบุคคลที่แตกต่างกันออกไป บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีลักษณะยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนรู้ของตน รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเอง ตัวอย่างเช่น

4.1 การควบคุมเนื้อหา ผู้เรียนสามารถเลือกเนื้อหาในส่วนที่ต้องการ หรือออกจากบทเรียนเมื่อใดก็ได้ ความสามารถที่จะควบคุมเนื้อหาบทเรียนสัมพันธ์กับพฤติกรรมของผู้เรียนที่จะ

แสดงออกมาตามที่คาดหวัง

4.2 การควบคุมลำดับและอัตราการเรียน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนควบคุมลำดับและอัตราการเรียนด้วยตนเองจะช่วยให้ผู้เรียนลดความวิตกกังวล เพราะผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนเนื้อหาตามความสนใจและความต้องการได้

4.3 ควบคุมการฝึกปฏิบัติ มีการกำหนดรายการเลือกเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นความสนใจจนเกิดพัฒนาการทั้งด้านความรู้ เจตคติ และทักษะ

สุภาณี เส็งศรี (2550: online) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะที่สำคัญ คือ มีเนื้อหาสาระ (Information) ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individualized) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและบทเรียน (Interactive) และให้ผลย้อนกลับแบบทันที (Immediate Feedback) จากลักษณะสำคัญที่กล่าวนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ

- 1) เสนอสิ่งเร้าให้ผู้เรียน ได้แก่ เนื้อหา ภาพ เสียง คำถาม
- 2) ประเด็นการตอบสนองของผู้เรียน ได้แก่ การตัดสินใจคำตอบ
- 3) ให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อการเสริมแรง ได้แก่ การให้รางวัลหรือคะแนน
- 4) ให้ผู้เรียนเลือกสิ่งเร้าได้

อิศรา ก้านจักร (2550: online) กล่าวว่า ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีลักษณะการนำเสนอเป็นตอน ตอนสั้นๆ ที่เรียกว่า เฟรม หรือ กรอบ เรียงลำดับไปเรื่อยๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง (Self Learning) และควรจัดทำปุ่มควบคุม หรือรายการควบคุมการทำงาน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ได้ เช่น มีส่วนที่เป็นบทบทวน หรือแบบฝึกปฏิบัติ แบบทดสอบหลังจากที่มีการนำเสนอไปแล้วตอน หรือ แต่ละช่วง ควรตั้งคำถาม เพื่อเป็นการทบทวน หรือเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาใหม่ที่น่าสนใจแก่ผู้เรียน สำหรับการตอบสนองต่อการตอบคำถาม ควรใช้เสียง หรือคำบรรยาย หรือภาพกราฟิก เพื่อสร้างแรงจูงใจ ความมั่นใจในการเรียนรู้ โดยเฉพาะเนื้อหาสำหรับเด็กเล็ก นอกจากนี้ควรมีส่วนที่เสริมความเข้าใจ ในกรณีที่ผู้เรียนตอบคำถามผิด ไม่ควรข้ามเนื้อหาโดยไม่ชี้แนะแนวทางที่ถูกต้อง เกี่ยวกับเรื่องเวลาในการเรียน ควรให้อิสระต่อผู้เรียน ไม่ควรจำกัดเวลา เพื่อเปิดโอกาสให้เรียนตามความต้องการของผู้เรียนเอง เนื้อหาบทเรียนควรมีทางเลือกหลากหลาย เช่น ถ้าผู้เรียนรับรู้ได้เร็ว ก็สามารถข้ามเนื้อหาบางช่วงได้ เป็นต้น

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” หมายถึง บทเรียนในรูปของเว็บช่วยสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อนำเสนอเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ผ่านทางจอภาพ มีคำอธิบาย บทเรียนหรือรูปภาพเป็นการเรียนการสอนซึ่งนักเรียนสามารถค้นคว้าหาคำตอบและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยคอมพิวเตอร์จะนำเสนอบทเรียนทั้งการเรียนการสอน การทบทวน การวัดผลประเมินผลที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบไปยังผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาที่น่าสนใจไว้โดยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสโต้ตอบกับบทเรียนที่นำเสนอและสามารถแสดงผลย้อนกลับทันทีซึ่งประกอบด้วย

1.1 การเข้าสู่ระบบของบทเรียน

เริ่มจากเปิดเครื่อง เปิดเว็บบทเรียน ลงทะเบียนเรียน ล็อกอินเข้าสู่บทเรียน ทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรียนเนื้อหาบทเรียนที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน ทำแบบฝึกหัดท้ายบท เรียนเนื้อหาบทเรียนที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนเนื้อหาบทเรียนที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ทำแบบฝึกหัดท้ายบท และขั้นตอนสุดท้ายคือทำแบบทดสอบหลังเรียน

1.2 ส่วนประกอบของบทเรียน

ในแต่ละเฟรมหลักจะประกอบด้วยส่วนของบทนำเรื่อง คำชี้แจงบทเรียน วัตถุประสงค์ของบทเรียน แบบทดสอบก่อนเรียน เมนูเนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบท้ายบทเรียน สรุปผลและการนำไปใช้ การทดสอบหลังเรียน บอร์ดแสดงความคิดเห็น นำเสนอเนื้อหาด้วยตัวอักษร สี เสียง รูปภาพที่เคลื่อนไหวได้ มีระบบการเรียนการสอนด้วยมัลติมีเดียประกอบ

1.3 อุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในระบบ

ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ซีพียู Intel Pentium 3 ความเร็ว 1.2 GHz อุปกรณ์มัลติมีเดีย อุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โปรแกรม Microsoft WindowsXP เป็นระบบปฏิบัติการ ใช้โปรแกรม Macromedia FlashMX, Cativate เป็นเครื่องมือสร้างภาพเคลื่อนไหว ใช้โปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX สร้างเนื้อหา ใช้โปรแกรม MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ใช้โปรแกรม Apache Web Server เป็นตัวจัดการงานบริการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในอินเทอร์เน็ตของเซิร์ฟเวอร์ เช่น ระบบการคิดคะแนน การเก็บข้อสอบ ระบบฐานข้อมูลผู้เรียน ระบบติดต่อสื่อสารผ่านสมุดเยี่ยม ห้องสนทนา และพัฒนาระบบโดยใช้ภาษา PHP, HTML ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์ได้โดยใช้แป้นพิมพ์ และเมาส์ ซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้

1.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผู้ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ช่วยในการเรียนการสอนนั้นมีรูปแบบที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้บทเรียน ซึ่งได้มีผู้สร้างขึ้นมาใช้ดังนี้ เคมป์ (Kemp. 1994: 278) ได้สร้างและนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการสอนเนื้อหา เรื่องการหามุมของสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทเนื้อหา (Tutorials) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกี่ยวกับการฝึกทักษะเรื่องของรูปทรง ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทการฝึกทักษะ (Drill and Practice) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการจำลองสถานการณ์เกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้า อันเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองสถานการณ์ (Simulation) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะเกมการสอนนิชาคณิตศาสตร์ซึ่งจัดว่าเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอน (Instructional games) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โปรแกรมการพัฒนาบุคลิกภาพ บทเรียนนี้จัดว่าเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการแก้ปัญหา (Problem Solving) ซึ่งโปรแกรมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหล่านี้จะมีรูปแบบและวิธีการนำเสนอที่แตกต่างกันไป

ชาวเลิศ เลิศชโลพาร (2531: 1 - 4) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายรูปแบบด้วยกัน ซึ่งการแบ่งรูปแบบหรือประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสรุปแล้วมี 5 รูปแบบด้วยกันคือ การสอน (Tutorial) ฝึกหัดปฏิบัติ (Drill and Practice) สถานการณ์จำลอง (Simulation) เกมส์ (Games) และการทดสอบ (Tests)

1. การสอน (Tutorial) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ จะเป็นการสอนสิ่งใหม่ให้แก่นักเรียน คอมพิวเตอร์จะเป็นเหมือนครูสอนนักเรียนรายบุคคล บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็จะต้องดำเนินตามขั้นตอนวิธีการสอนหน่วยหนึ่ง ๆ เหมือนกับครูสอนในห้องเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนใหญ่จะใช้ลักษณะนี้ เพราะจะใช้กับวิชาใดก็ได้จะสอนอะไรก็ได้เช่นกัน

2. ฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อฝึกหัดและปฏิบัตินั้น จะใช้หลังจากที่ได้เรียนรู้สิ่งใหม่แล้ว อาจจะเรียนจากการสอน หรืออาจจะเรียนจากเอกสาร หนังสือ หรือสิ่งอื่น ๆ ก็ได้ การฝึกหัดและปฏิบัตินี้ใช้ได้กับเกือบทุกสาขาวิชา ไม่ใช่เพียงแต่สอนเลขคณิตกับคำศัพท์ ซึ่งบทเรียนจำนวนมากที่ทำในสองวิชานี้ และยังใช้ฝึกหัดวิชาอื่น ๆ ได้ เช่น ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3. สถานการณ์จำลอง (Simulation) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลอง เป็นการเลียนแบบ จำลองสถานการณ์ ขบวนการที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริงหรือตามธรรมชาติ โดยทั่วไปเราอาจจะแบ่งสถานการณ์จำลองเป็น 2 ลักษณะตามลักษณะการตอบสนอง หรือกิจกรรมที่นักเรียนจะต้องทำได้แก่ Static กับ Interaction Simulation Static เป็นการเสนอสภาพการณ์ที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริงให้แก่ผู้เรียนดู และฟัง ไม่ต้องทำอะไร เช่น สถานการณ์น้ำขึ้นน้ำลง การทำงานของกระบอกสูบน้ำในเครื่องยนต์ เป็นต้น โปรแกรมเช่นนี้จะเป็นการให้ดูการทำงานหรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเท่านั้น แต่ถ้านักเรียนสามารถจัดข้อมูลในสภาพการณ์นั้นได้ เช่น สามารถปรับอากาศและน้ำมันตั้งจังหวะ การจุดระเบิด และอื่น ๆ สถานการณ์จำลองการทำงานของกระบอกสูบน้ำในเครื่องยนต์นี้จะกลายเป็น Interaction Simulation คือ เป็นสถานการณ์จำลองที่นักเรียนเข้าไปมีส่วนในการตัดสินใจในสภาพการณ์นั้นด้วย ซึ่งรูปแบบนี้เป็นสถานการณ์จำลองที่มีประสิทธิภาพ และจะเป็นการสอนนักเรียนในเรื่องของการแก้ปัญหาด้วย

4. เกม (Games) เกมคอมพิวเตอร์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ เกมเพื่อการสอน และเกมที่ไม่ใช่เพื่อการสอน หรือเป็นเกมบันเทิง

5. การทดสอบ (Tests) การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบหรือประเมินผลนักเรียนทำได้ 2 วิธีคือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการสร้างข้อสอบ และการใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการบริหารงานทดสอบหรือในการจัดสอบ ซึ่งแตกต่างจากการใช้คอมพิวเตอร์ในการฝึกหัดและปฏิบัติตรงที่ไม่มีผลย้อนกลับทันทีที่ให้คำตอบแต่ละข้อ แต่อาจจะมีผลวิเคราะห์ผลการตอบของนักเรียนเมื่อทำข้อสอบทั้งหมดจบแล้ว

บุรณะ สมชัย (2538: 28-32) ได้เสนอว่า ประเภทของบทเรียน CAI จำแนกได้ 7 ประเภท ได้แก่

1. แบบฝึกทักษะและแบบฝึกหัด (Drill and Practice) เป็นลักษณะบทเรียนโปรแกรมที่สามารถเลือกบทเรียนที่จะเรียนได้ตามระดับความสามารถของผู้เรียน มีแบบฝึกหัดให้ทำเพื่อทดสอบระดับความรู้ และสามารถทบทวนบทเรียนได้ เมื่อยังไม่เข้าใจหรือมีความรู้ไม่เพียงพอ
2. แบบเจรจา (Dialogue) เป็นลักษณะพูดคุยโต้ตอบได้ ใช้ในการเรียนด้านภาษา หรือกับนักเรียนระดับอนุบาลหรือประถมศึกษาตอนต้น เป็นต้น
3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) ใช้กับการเรียนที่เรียนกับของจริงได้ยาก หรือเสี่ยงอันตราย เช่น จำลองการเรียนการบิน การเดินทางในอวกาศ เป็นต้น
4. เกม (Games) เป็นการเรียนรู้จากเกมที่จัดทำด้วยคอมพิวเตอร์ เช่น เกมต่อภาพ เกมต่อคำศัพท์ เกมทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
5. การแก้ปัญหาต่างๆ (Problem Solving) เป็นการเรียนที่ให้คอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลมาแล้วให้นักเรียนวิเคราะห์หรือแก้ปัญหา เช่น วิชาสถิติ วิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น
6. การค้นพบสิ่งใหม่ๆ (Investigation) เป็นการจำลองสถานการณ์ขึ้น แล้วให้นักเรียนค้นหาข้อเท็จจริง เช่น ผสมพญูชนะ หรือ คำศัพท์ โดยคอมพิวเตอร์จะบอกความหมายคำตรงข้าม คำใกล้เคียง เป็นต้น
7. การทดสอบ (Testing) เป็นการทดสอบความรู้ และความสามารถของผู้เรียนโดยคอมพิวเตอร์จะจัดข้อสอบให้และทำการประมวลผลให้ทราบในทันที เช่น การทดสอบพื้นฐานความรู้ การทดสอบ I.Q. เป็นต้น

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541: 11) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทด้วยกัน คือ ประเภทติวเตอร์ ประเภทแบบฝึกหัด ประเภทเกม ประเภทจำลองและประเภทแบบทดสอบ (นักเทคโนโลยีการศึกษาบางท่านได้มีการแบ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 7 ประเภท อีก 2 ประเภทที่ไม่ได้อภิปรายในที่นี้ ได้แก่ ประเภทการแก้ไขปัญหา (Problem Solving) และประเภทการสาธิต (Demonstration)

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไรหรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ใช้ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้โดยที่ครูผู้สอน ไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่การนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นและบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (problem-solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลพีธในการตัดสินใจนั้นๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบคือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีก

อย่างไรก็ตาม การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่างๆ 5 ประเภทนี้เป็นการแบ่งตามลักษณะเฉพาะตัวที่โดดเด่นของแต่ละประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และก็ได้หมายความว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาออกมาแล้วจะต้องเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทใดประเภทหนึ่งเสมอไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลายโปรแกรมด้วยกันที่เริ่มด้วยลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวเตอรืและตามด้วยการนำลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทฝึกปฏิบัติเข้ามาใช้ นอกจากนี้ยังมีการนำลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมมาผสมผสานเพื่อทำให้การฝึกปฏิบัตินั้นมีความสนุกสนานเพลิดเพลินอีกด้วย ดังนั้น การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่างๆ 5 ประเภทนี้จึงเป็นเสมือนแนวคิดพื้นฐานสำหรับผู้ที่ต้องการจะพัฒนาและออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ยึดถือเป็นเกณฑ์ในการแบ่งเท่านั้น ไม่ได้มุ่งหวังให้เป็นเกณฑ์ตายตัวแต่อย่างใด

พรเทพ เมืองแมน (2544: 24-25) ได้กล่าวถึงรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผู้ออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อใช้ช่วยในการเรียนการสอนนั้นมีรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้บทเรียน ซึ่งพอจะแบ่งได้ดังนี้

1. บทเรียนแบบเสนอเนื้อหา (Tutorial) เป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นเสนอเนื้อหาเป็นหลักไม่ว่าจะเป็นการเสนอเนื้อหาใหม่หรือทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม บทเรียนในลักษณะนี้จะทำหน้าที่คล้ายตัวเตอรื ซึ่งอาจจะใช้สอนเนื้อหาใหม่หรือใช้ในการทบทวนหรือสอนเสริม โดยอาศัยแนวคิดเช่นเดียวกับบทเรียนแบบโปรแกรมที่เป็นสิ่งพิมพ์ แต่ใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่มีเหนือกว่า

อันได้แก่การนำเสนอในลักษณะของสื่อประสม การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) การเก็บข้อมูล การเรียนและการประเมินผลการเรียน เป็นต้น บทเรียนแบบเสนอเนื้อหาเป็นบทเรียนที่มีผู้สร้าง และนำมาใช้กันค่อนข้างจะแพร่หลายมากที่สุดรูปแบบหนึ่ง โดยในปัจจุบันผู้สอนอาจหาซื้อมาใช้ในการเรียนการสอนได้ หรืออาจสร้างขึ้นเองโดยใช้โปรแกรมช่วยสร้างได้โดยไม่ยากนัก

2. บทเรียนแบบฝึกหัด (Drill and Practice) บทเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกและทำแบบฝึกหัด เพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดทักษะในเนื้อหาที่ได้เรียนมาแล้วมากยิ่งขึ้น บทเรียนประเภทนี้จะไม่มีการเสนอเนื้อหา แต่จะมีคำถามหรือแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ฝึกทำ และจะมีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เช่น มีคำเฉลยหรือคำอธิบายเพิ่มเติม หรือประเมินผลการเรียนทันที ทำให้ผู้เรียนสามารถฝึกหัดได้ด้วยตนเองจนเป็นที่พอใจ

3. บทเรียนแบบทดสอบ (Test) มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง หรือผู้สอนอาจใช้เป็นแบบทดสอบเพื่อประเมินผลการเรียนของผู้เรียนก็ได้ โดยบทเรียนในลักษณะของแบบทดสอบนี้จะมีการประเมินผลการเรียนได้ทันที

4. บทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) บทเรียนในลักษณะของการจำลองสถานการณ์ ซึ่งเป็นข้อเด่นของสื่อประเภทคอมพิวเตอร์ เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีความสามารถในด้านต่างๆ อันทำให้สามารถสร้างสถานการณ์จำลองที่เหมือนจริงได้ ทำให้บทเรียนมีความสมจริงและน่าสนใจมากยิ่งขึ้น บทเรียนประเภทนี้ค่อนข้างจะสร้างยาก ต้องใช้ผู้ที่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์ และต้องใช้เวลาในการสร้าง แต่อย่างไรก็ดี ก็นับเป็นบทเรียนที่ให้ผลการเรียนรู้ที่ดีประเภทหนึ่งเช่นกัน

5. เกมเพื่อการเรียนการสอน (Instructional Games) มีลักษณะเป็นเกมที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและท้าทาย แต่มิใช่จะเป็นเพียงแค่สนุกสนานอย่างเดียวเหมือนกับเกมทั่วไป แต่เป็นเกมที่ให้เกิดการเรียนรู้ด้วย ซึ่งบทเรียนในลักษณะนี้จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้อย่างสนุกสนาน มีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนอีกด้วย

ความจริงแล้ว อาจจะมีผู้แบ่งรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นลักษณะอื่นๆ อีก ได้แก่ บทเรียนแบบสาธิต บทเรียนแบบแก้ปัญหา ฯลฯ แต่อย่างไรก็ดีผู้สอนหรือผู้สนใจในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อาจจะสามารถสร้างบทเรียนในรูปแบบที่เหมาะสมกับการเรียนการสอนของตนเอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์กับการเรียนการสอนเป็นสิ่งสำคัญ โดยไม่จำเป็นยึดเป็นรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งที่กล่าวถึงก็ได้

รุจโรจน์ แก้วอุไร (2550: online) ได้กล่าวถึงประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้ว่า

1. สอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorials) โปรแกรมช่วยสอนเนื้อหาละเอียด หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาหรือหลักการใหม่ๆ ด้วยการเสนอเนื้อหาและคำถามคำตอบระหว่างบทเรียนและนักเรียน โปรแกรมจะแสดงเนื้อหาที่จะสอนแล้วตั้งคำถามให้นักเรียนตอบต่อจากนั้นโปรแกรมจะวิเคราะห์คำตอบแล้วตัดสินใจว่าจะแสดงเนื้อหาต่อไปหรือให้นักเรียนตอบคำถามใหม่หรือจะแสดงคำอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม และโปรแกรมช่วยสอนนี้ยังรวมถึง

วิธีการแนะนำให้นักเรียนตัดสินใจแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง ด้วยการให้แนวทางแก่นักเรียนเพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

2. ฝึกทักษะ (Drill and Practice) หลังจากที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหารายละเอียดแล้ว สิ่งจำเป็นคือการมีโอกาสดูฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติซ้ำๆ เพื่อที่จะนำความรู้ ที่ได้เรียนแล้วไปใช้ได้ อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วหรือที่เรียกกันว่าใช้ได้โดยอัตโนมัติ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการฝึก ทักษะได้เป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากมีความชัดเจนในการนำมาใช้เฉพาะวัตถุประสงค์ นอกจากนี้ โปรแกรมการฝึกทักษะยังสร้างได้ง่ายกว่าโปรแกรมการสอนเนื้อหาละเอียดที่ได้กล่าวแล้วใน หัวข้อก่อน โปรแกรมการฝึกทักษะอาจเน้นการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะเฉพาะอย่าง เช่น ทักษะ การบวกเลข ทักษะด้านคำศัพท์ ทักษะการอ่านแผนที่ เป็นต้น โปรแกรมประเภทนี้นิยมใช้กันมากใน วิชาคณิตศาสตร์ การเรียนภาษา หรือภาษาต่างประเทศการฝึกทักษะเหล่านี้มักจะใช้คำถามเป็น จำนวนมากซึ่งบางครั้งเรียกว่าคลังข้อคำถาม(Item Pool) นอกจากนี้ข้อคำถามที่ดีควรได้ ผ่านการ วิเคราะห์ค่าสถิติ เช่นระดับความยาก-ง่าย อำนาจจำแนก เป็นต้น โปรแกรมการฝึกทักษะที่ดีควรมี การประเมินข้อบกพร่องของนักเรียนว่าจำเป็นต้องฝึกหัดที่ระดับความรู้ระดับใด และบอกสาเหตุของความ บกพร่องในการตอบผิด เช่น การฝึกทักษะเกี่ยวกับเรื่องของรูปทรง

3. การจำลองสถานการณ์ (Simulation) โปรแกรมการจำลองสถานการณ์ในการเรียน การสอน เป็นวิธีการเลียนแบบหรือสร้างสถานการณ์เพื่อทดแทนสภาพจริงในชีวิตประจำวันรับการ เรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนเนื่องจากในบางครั้งการฝึกและทดลองจริงอาจมีราคา แพง หรือมีความเสี่ยงอันตรายสูง เช่น การจำลองสถานการณ์การบิน การจำลองการเกิดปฏิกิริยา ของนิวเคลียร์ หรือการจำลองการทำงานของแผงวงจรไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งการจำลองสถานการณ์ทำ ให้นักเรียนมีส่วนร่วมด้วย เช่น การควบคุมเหตุการณ์การตัดสินใจ การโต้ตอบกับสิ่งที่เกิดขึ้นใน สถานการณ์จำลองได้โดยที่ในชีวิตจริงนักเรียนไม่อาจสามารถแสดงปฏิกิริยาเหล่านี้ได้ อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์จำลองย่อมลดความยุ่งยากซับซ้อนให้น้อยกว่าเหตุการณ์จริง เช่น ลด รายละเอียด ลดโอกาสที่จะเกิดขึ้น เป็นต้น และในสถานการณ์จำลองนี้นักเรียนต้องแก้ไขปัญหา โดย การเรียนรู้ขั้นตอนกระบวนการด้วยตนเองจนเกิดความเข้าใจในคุณลักษณะต่างๆ ในที่สุด รวมทั้ง การเรียนรู้วิธีการควบคุมเหตุการณ์ เหล่านั้น หรือเรียนรู้ว่าจะต้องปฏิบัติอย่างไรในสถานการณ์ที่ แตกต่างกัน จุดมุ่งหมายของการใช้โปรแกรมสถานการณ์จำลอง เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ สร้างรูปแบบ การทดสอบเหตุการณ์ต่างๆ อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ

4. เกมการสอน (Instructional games) การใช้โปรแกรมเกมเพื่อการสอนกำลังเป็นที่ นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่ทำหายความพยายามและสามารถกระตุ้นนักเรียนให้เกิด ความอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น เนื่องจากมีภาพแสงสี เสียงและกราฟิกที่มีการเคลื่อนไหวได้ จึงทำให้นักเรียนตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบของโปรแกรมเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลองแต่แตกต่าง กันโดยการเพิ่มบทบาทของนักเรียนเข้าไปในการใช้โปรแกรมเกมการสอนด้วย

5. การสาธิต (Demonstration) โปรแกรมการสาธิต มีจุดประสงค์เพื่อสาธิตประกอบการสอนหรือบรรยายเนื้อหาหัวข้อใดหัวข้อหนึ่งเพื่อช่วยผู้เรียนให้เข้าใจสิ่งที่เรียนได้ดียิ่งขึ้น เช่น การเขียนกราฟแสดงรายละเอียด การสาธิตการเกิดสุริยุปราคา หรือสาธิตการโคจรของดวงดาว เป็นต้น

6. การแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นบทเรียนสำหรับใช้เรียนรู้และการคิดแก้ปัญหา การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้นักเรียนพิจารณาตามโปรแกรมนั้น โปรแกรมเพื่อให้การแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ให้นักเรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหาโดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ในกรณีนี้คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้นักเรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ไขปัญหา โดยการคำนวณข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วคอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณในขณะที่นักเรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง โปรแกรมลักษณะนี้นักเรียนจะให้ความสนใจและตั้งใจมากถ้าได้รับแรงจูงใจและสิ่งเร้าในการเรียน ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกและเกิดความท้าทายและมีความพยายามที่จะแก้ปัญหาคต่อไป

7. การทดสอบ (Tests) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบมีบทบาทในการเป็นเครื่องมือประเมินผลการเรียนของนักเรียนทั้งก่อนเริ่มเรียน ระหว่างเรียนและหลังการเรียน อีกทั้งยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกเป็นอิสระจากการกฎเกณฑ์ต่างๆที่เกี่ยวกับการทดสอบอีกด้วย เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบแบบเดิมๆให้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนได้ โดยอาจจะให้ผลย้อนกลับโดยทันทีหรือประเมินผลหลังจากทำแบบทดสอบเสร็จ

8. ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) ระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาเฉพาะเรื่องโดยใช้หลักปัญญาประดิษฐ์หรือ AI (Artificial Intelligence) และวิธีการฐานความรู้ (Knowledge Base) มาใช้ เพื่อจัดเตรียม เก็บข้อมูลและข้อเท็จจริง (Facts) โดยใช้ความรู้และกระบวนการอนุมานในการแก้ปัญหาที่มีความยุ่งยากในระดับที่ต้องใช้ประสบการณ์ ความรู้ ความเชี่ยวชาญของมนุษย์ กล่าวคือเป็นระบบที่จำลองความสามารถของมนุษย์ ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเป็นพิเศษลักษณะที่สำคัญของระบบผู้เชี่ยวชาญคือมีความสามารถในการดึงเอาความรู้ที่มีอยู่มาแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้อาจจะสร้างโมเดลของการเรียนรู้ขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเองผู้เรียนสามารถทราบถึงความก้าวหน้าและข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของตัวเอง

อิศรา ก้านจักร (2550: online) ได้กล่าวถึงรูปแบบหรือประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีรูปต่างๆ ดังนี้

1. ประเภทเพื่อการสอน (Tutorial Instruction) มีวัตถุประสงค์เพื่อ การสอนเนื้อหาใหม่แก่ผู้เรียน มีการแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย มีคำถามในตอนท้าย ถ้าตอบถูกและผ่านก็จะเรียนหน่วยถัดไป โปรแกรมประเภท Tutorial นี้มีผู้สร้างเป็นจำนวนมาก เป็นการนำเสนอโปรแกรมแบบสาขาสามารถสร้างเพื่อสอนได้ทุกวิชา

2. ประเภทการฝึกหัด (Drill and Practice) มีวัตถุประสงค์คือ ฝึกความแม่นยำ หลังจากที่ยังเรียนเนื้อหาจากในห้องเรียนมาแล้ว โปรแกรมจะไม่เสนอเนื้อหา แต่ใช้วิธีสุ่มคำถามที่นำมาจาก

คลังข้อสอบ มีการเสนอคำถามซ้ำแล้วซ้ำอีกเพื่อวัดความรู้จริง มิใช่การเดา จากนั้นก็จะประเมินผล

3. ประเภทสถานการณ์จำลอง (Simulation) เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติกับสถานการณ์จำลองที่มีความใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริง เพื่อฝึกทักษะและเรียนรู้ โดยไม่ต้องเสี่ยงหรือเสียค่าใช้จ่ายมาก มักเป็นโปรแกรมสาธิต (Demonstration) เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงทักษะที่จำเป็น

4. ประเภทเกมการสอน (Instruction Games) ประเภทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียน มีการแข่งขัน เราสามารถใช้เกมในการสอน และเป็นสื่อที่ใช้ความรู้แก่ผู้เรียนได้ในแง่ของการะบวนการ ทักษะคิด ตลอดจนทักษะต่างๆ ทั้งยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้มากขึ้นด้วย

5. ประเภทการค้นพบ (Discovery) มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทดลองกระทำสิ่งต่างๆ ก่อน จนกระทั่งสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง โปรแกรมจะเสนอปัญหาให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูก และให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เพื่อช่วยผู้เรียนในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. ประเภทการแก้ปัญหา (Problem-Solving) เพื่อฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการคิด การตัดสินใจ โดยจะมีเกณฑ์ที่กำหนดให้แล้วผู้เรียนพิจารณาตามเกณฑ์นั้นๆ

7. ประเภทเพื่อการทดสอบ (Test) ประเภทนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสอน แต่เพื่อใช้ประเมินการสอนของครู หรือการเรียนของนักเรียน คอมพิวเตอร์จะประเมินผลทันที ว่านักเรียนสอบได้หรือสอบตก และจะอยู่ในลำดับที่เท่าไร ได้ผลการสอบกี่เปอร์เซ็นต์

จากที่กล่าวมานั้นสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายประเภท ขึ้นอยู่กับความสำคัญและวัตถุประสงค์ของการใช้ เช่น

1. บทเรียนแบบการสอนหรือเสนอเนื้อหา
2. บทเรียนแบบฝึกปฏิบัติ
3. บทเรียนแบบจำลองสถานการณ์
4. บทเรียนแบบเกม
5. บทเรียนที่เป็นแบบทดสอบ
6. บทเรียนแบบพูดคุยโต้ตอบ
7. บทเรียนแบบแก้ปัญหา
8. บทเรียนแบบสาธิตและ
9. บทเรียนแบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น

1.3 ประโยชน์และข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักการศึกษาจำนวนมากได้ทำการศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอนพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนหลายประการด้วยกัน ดังต่อไปนี้

ฮอลล์ (Hall. 1982: 362) ได้กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยช่วยให้การสอนมีคุณภาพสูงและคงตัว ช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปรับปรุงเนื้อหาบทเรียน สามารถกระทำได้สะดวกและรวดเร็ว

ไพร์ส (Price. 1991: 3-7) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ (Active Learner) ช่วยให้การเรียนการสอนมีบรรยากาศที่ดี ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามอัตราความสามารถของตนเอง อันเป็นการสนองตอบผู้เรียนแต่ละคนซึ่งมีความแตกต่างกันได้เป็นอย่างดี อีกทั้งความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทำให้การออกแบบบทเรียนให้สนองตอบผู้เรียนแต่ละคนได้ และสามารถประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

น้ามนต์ เรืองฤทธิ์ (2543: 95) ได้กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บเอื้ออำนวยให้กับการติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว ไม่จำกัดเวลา สถานที่ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นต้องเข้าห้องเรียนพร้อมๆ กัน ซึ่งตอบสนองความต้องการของผู้เรียนที่ขาดความพร้อมในด้านเวลาและระยะทางในการเรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาในเรื่องบุคลิกลักษณะของผู้ที่เรียนที่ไม่มีความมั่นใจในการตอบคำถาม โดยสามารถใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การदानข่าว กลุ่มข่าว แทนได้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นมากขึ้น

วารภรณ์ ตระกูลสฤษดิ์ (2543: 27-28) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากการเรียนผ่านเว็บไว้ดังนี้

1. สามารถเรียนที่ใดก็ได้ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาในการเดินทาง
2. สามารถสอนเนื้อหาเดียวกันในหลายๆ สถานที่
3. เป็นการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ และโต้ตอบกันได้ระหว่างครูกับผู้เรียนหรือระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ
4. สอดคล้องและสนับสนุนการเรียนรู้ โดยเน้นเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า และสามารถเลือกค้นคว้าได้ตามความสนใจ
5. ช่วยขยายขอบเขตการเรียนรู้ให้กว้างออกไป
6. ทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นการเรียนรู้แบบค้นพบ ซึ่งผู้เรียนสามารถเก็บ และนำไปใช้ได้
7. เป็นการเปลี่ยนแปลงระบบการเรียนจากที่ครูเคยมีบทบาทมาเป็นผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนเอง

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 351) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการเรียนการสอนผ่านเว็บไว้ดังนี้

1. ในการศึกษาทางไกลผู้สอนและผู้เรียนอาจไม่ได้พบหน้ากันเลย รวมทั้งการพบกันของผู้เรียนคนอื่นๆ ด้วย ซึ่งวิธีนี้อาจทำให้ผู้เรียนรู้สึกโดดและไม่สะดวกในการเรียน
2. เพื่อให้ได้ประโยชน์ในการสอนมากที่สุด ผู้สอนจำเป็นต้องใช้เวลามากในการเตรียม

การสอนทั้งในด้านเนื้อหา การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และในส่วนของผู้เรียนก็จำเป็นจะต้องเรียนรู้วิธีการใช้โปรแกรมและคอมพิวเตอร์เช่นกัน

3. การถามตอบบางครั้งไม่เกิดขึ้นในทันที อาจก่อให้เกิดความไม่เข้าใจในเนื้อหา
4. ผู้สอนไม่สามารถควบคุมบทเรียนได้เหมือนชั้นเรียนปกติ
5. ผู้เรียนจะต้องควบคุมตัวเองในการเรียนจึงจะประสบความสำเร็จในการเรียน

จากที่กล่าวมา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้ คือ

1. ทำให้เนื้อหาของบทเรียนมีความเป็นมาตรฐานเดียวกัน
2. สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านต่างๆ
3. เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
4. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่ม
5. ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้จากเทคโนโลยีต่างๆ จนเกิดทักษะในการใช้งานคอมพิวเตอร์
6. ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ

1.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพนั้น ต้องได้รับการออกแบบโดยอาศัยหลักการเรียนรู้และผ่านกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรมีความรู้เกี่ยวกับหลักการในการออกแบบ และขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อที่จะได้สามารถออกแบบและสร้างบทเรียนที่มีคุณภาพ และให้ผลการเรียนรู้ที่ดี หลักการที่เป็นพื้นฐานสำคัญที่ผู้ออกแบบบทเรียนควรคำนึงถึงและนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ หลักการเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process)

กาเย่ (Gagne. 1988: 180-181) ได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ และสรุปลำดับขั้นของการเรียนรู้ว่ามี 8 ขั้น คือ

1. กระตุ้นความสนใจ (Attention : Alertness)
2. ตั้งความคาดหวัง (Expectancy)
3. เรียกหน่วยความจำให้ปฏิบัติงาน (Retrieval to Working Memory)
4. เลือกสิ่งที่ต้องรับรู้ (Selective Perception)
5. เข้ารหัสเพื่อเก็บในหน่วยความจำระยะยาว (Encoding : Entry to Long

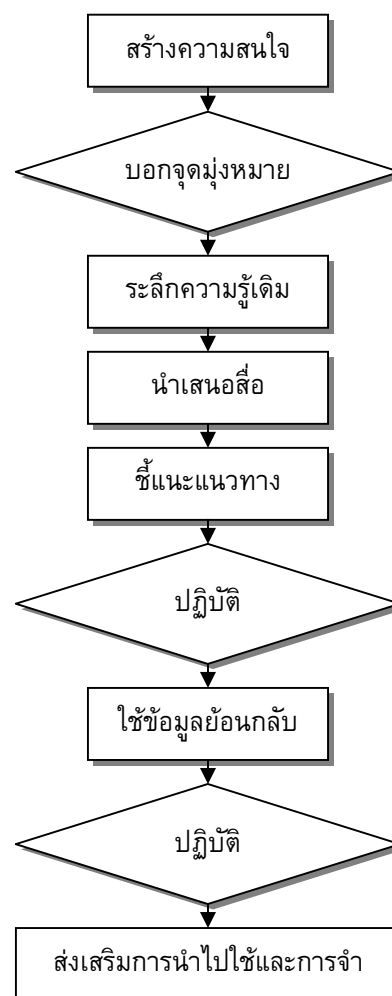
Term Storage)

6. การตอบสนอง (Responding)
7. ให้การเสริมแรง (Reinforcement)
8. การกำหนดตัวชี้เพื่อการเรียกคืนข้อมูล (Cueing Retrieval)

ซึ่งจากกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 8 ขั้นตอนดังกล่าว กาเย ได้นำมาประยุกต์เป็นพฤติกรรมหรือขั้นตอนในการสอน 9 ขั้นตอน ได้แก่

1. สร้างความสนใจให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน (Gaining Attention)
2. ให้ผู้เรียนทราบจุดมุ่งหมายในการเรียน (Informing Learner of the Objective : Activating Motivation)
3. เราให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม (Stimulating Recall of Prior Knowledge)
4. นำเสนอสื่อ (Presenting the Stimulus Materials)
5. ชี้แนะผู้เรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี (Providing Learning Guidance)
6. ให้ผู้เรียนปฏิบัติ (Eliciting Performance)
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Feedback)
8. ประเมินผลจากการปฏิบัติ (Assessing Performance)
9. ส่งเสริมการนำไปใช้และการจำ (Enhancing Retention and Transfer)

ดังที่จะแสดงได้ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ขั้นตอนการสอน 9 ขั้นตอนของกาเย (Gagne. 1988: 181)

พรเทพ เมืองแมน (2544: 22-23) ได้กล่าวถึงหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าพัฒนามาจากบทเรียนแบบโปรแกรม เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่อาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอบทเรียนในลักษณะของสื่อหลายมิติ และอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนในลักษณะของสื่อหลายมิติ และอาศัยความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ดังนั้นในการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงอาศัยหลักการและทฤษฎีการเรียนรู้ เช่นเดียวกับการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้สอนหรือผู้สนใจในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรมีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม

บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นบทเรียนที่ได้รับการออกแบบอย่างเป็นระบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนได้โต้ตอบ หรือมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนและมีการให้ผลย้อนกลับทันที เพื่อให้ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง พร้อมทั้งมีการเสริมแรง เพื่อให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนในการออกแบบบทเรียนแบบโปรแกรมอาศัยหลักจิตวิทยาการเรียนรู้สำหรับการเรียนรายบุคคล โดยเชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องมึลักษณะดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) โดยการให้ผู้เรียนได้ทราบวัตถุประสงค์ของบทเรียน ร่วมวางแผนในการเรียน เน้นให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน
2. ให้ผู้เรียนเรียนรู้ทีละน้อยและตามลำดับ (Gradual Approximation) โดยการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยๆ เรียงลำดับเนื้อหาให้สัมพันธ์ต่อเนื่องกันเป็นอย่างดีตามลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนเรียนจากง่ายไปหายาก
3. ให้ผู้เรียนรู้ผลการกระทำทันที (Immediate Feedback) โดยการให้ผลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนได้ทำการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่บทเรียนมีให้ไม่ว่าการตอบสนองนั้นจะถูกหรือผิด การให้ผู้เรียนได้รู้ผลการกระทำทันที จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี
4. ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Successful Experience) โดยการออกแบบบทเรียนให้ง่ายต่อการเรียนรู้ ไม่ซับซ้อนจนเกินไป และทำท่ายพอสมควร อาจจะมีการชี้แนะหรือบอกแนวทางในการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีกำลังใจที่จะเรียนต่อไป

มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 95-105) ได้กล่าวถึง หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าได้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของ Robert Gagne โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention) ก่อนที่จะเริ่มเรียนนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจที่อยากเรียน ดังนั้นบทเรียนควรจะเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษา

เนื้อหาต่อไปในตัวตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI การเตรียมผู้เรียนในขั้นแรกนี้คือการนำเสนอชื่อเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ข้อสำคัญประการหนึ่งในขั้นนี้ก็คือนำเสนอชื่อเรื่องนั้นควรออกแบบเพื่อให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ แต่หากว่าการนำเสนอชื่อเรื่องดังกล่าวต้องตอบสนองจากผู้เรียนโดยผ่านแป้นพิมพ์ก็ควรจะเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น การกดแคร่ยาว (Space Bar) หรือ การกดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

2. บอกวัตถุประสงค์ประสงค์ (Define Objective) การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น นอกจากผู้เรียนจะได้รู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาแล้วยังเป็นการบอกผู้เรียนถึงเค้าโครงของเนื้อหาด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ นี้เอง จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น และนอกจากจะมีผลดังกล่าวแล้ว การวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนบทเรียนจะสามารถจำแนกและเข้าใจเนื้อหาได้ดีกว่าอีกด้วย

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Pre-knowledge) ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่กับผู้เรียนในส่วนของเนื้อหาและแนวคิดนั้นๆ ผู้เรียนอาจจะไม่มีพื้นฐานมาก่อน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI จะต้องหาวิธีการประเมินความรู้เดิมที่จำเป็นก่อนที่จะรับความรู้ใหม่ ทั้งนี้นอกจากเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะรับความรู้ใหม่ เช่น การทดสอบก่อนการเรียนรู้ (Pretest) และยังตรวจสอบความรู้พื้นฐานของผู้เรียน สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาแล้วยังเป็นการทบทวนหรือให้ผู้เรียนได้ย้อนไปคิดในสิ่งที่ตนได้รู้มาก่อนเพื่อช่วยในการเรียนรู้สิ่งใหม่ด้วย

4. การนำเสนอเนื้อหา (Present Information) ก่อนเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบ คำพูดที่สั้นและง่ายได้ใจความ เป็นหัวใจสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และความคงทนในการจำจะดีกว่าการใช้คำพูดหรือคำเขียนเพียงอย่างเดียว ภายใต้หลักการที่ว่าภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการหลายๆ วิธีที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้แต่จำนวนน้อยก็ยังจะดีกว่าคำเขียนทั้งหมด

5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) ตามหลักการเรียนรู้ผู้เรียนจะจำได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดี และสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน ทฤษฎีบางทฤษฎีได้กล่าวว่า การเรียนรู้ที่กระจำจชัด (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่บนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเป็นความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าทีของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI ในขั้นนี้ก็คือนำเสนอหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาหาความรู้ใหม่ นอกจากนั้นยังต้องพยายามหาวิถีทางที่จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจชัดเท่าที่จะทำได้ เทคนิคการให้ตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง อาจช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะและเข้าใจเนื้อหาต่างๆ ชัดเจนขึ้น

6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) ทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎีที่กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้น เกี่ยวข้องโดยตรงกับระดับและขั้นตอนการประมวล ข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา การถาม การตอบ ในด้าน ของการจำนั้นย่อมจะดีกว่าหากผู้ออกแบบบทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรม ขั้นตอนต่างๆ

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) การวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนหรือ CAI นั้น จะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนมากขึ้นถ้าบทเรียนนั้นทำลายผู้เรียน โดยการ บอกจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน และให้การตรวจปรับเพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจาก เป้าหมายเท่าใด การตรวจปรับที่เป็นภาพจะช่วยเร้าความสนใจยิ่งขึ้น ถ้าภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ที่เรียน อย่างไรก็ตามการตรวจปรับที่เป็นภาพนี้อาจมีผลเสียอย่างบ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูว่า หากทำผิดมากๆ แล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น การประยุกต์ใช้เกมส์แขวนคอ (Hanged Man) ใน การสอนศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบด้วยวิธีการกดแคร่ยาวไปเรื่อยๆ ไม่สนใจเนื้อหา ทั้งนี้ เพื่ออยากดูรูปคนถูกแขวนคอ เป็นต้น วิธีการหลีกเลี่ยงก็คือภาพการตรวจปรับนี้ควรเป็นภาพใน ทางบวก เช่น เล่นเรือเข้าหาฝั่ง ขับยานสูตวงจันทร์ และจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น เป็นต้น อย่างไรก็ตามถ้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือ CAI ที่ใช้ กับกลุ่มเป้าหมายในระดับสูงขึ้นการตรวจปรับด้วยคำเขียนหรือภาพ เช่น กราฟ ก็เป็นการเหมาะสม ดีพอแล้ว

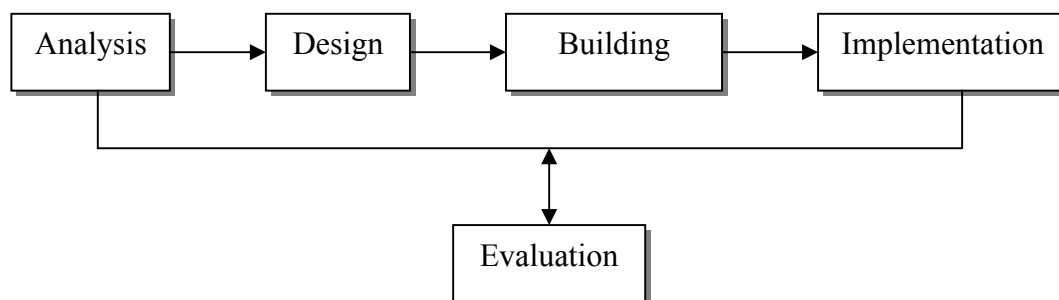
8. ทดสอบความรู้หลังบทเรียน (Access Performance) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดเป็นบทเรียนสำเร็จรูปประเภทหนึ่ง การทดสอบความรู้ใหม่ซึ่งอาจจะเป็นการทดสอบระหว่าง บทเรียนหรือการทดสอบในช่วงท้ายของบทเรียนเป็นสิ่งที่จำเป็น การทดสอบดังกล่าวอาจเป็นการ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง การทดสอบเพื่อเก็บคะแนน หรือจะเป็นการทดสอบเพื่อวัดว่า ผู้เรียนผ่านเกณฑ์ต่ำที่สุดเพื่อที่จะศึกษาบทเรียนต่อไปหรือยังต้องศึกษาเนื้อหาเพิ่ม การทดสอบ ดังกล่าวนอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนแล้วยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสอบ จึงควรถามเรื่องลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนหลายส่วนอาจจะแยกแบบทดสอบ ออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกหนึ่งชุดก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ผู้ออกแบบบทเรียนเองว่าจะต้องการแบบใด

9. การจำและการนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) ในการเตรียมการสอน สำหรับชั้นเรียนปกตินั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้ง ข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เอง ที่ผู้สอนจะได้แนะนำความรู้ใหม่ไปใช้หรืออาจแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

และนอกจากนี้ในขั้นตอนของการออกแบบบทเรียนนี้เป็นเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ ใช้ได้กว้างๆ แต่โดยวัตถุประสงค์ของเทคนิคดังกล่าวก็เพื่อการวางแผนการเรียนการสอนในชั้นเรียน ปกติ เทคนิคอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ การพยายามทำให้ผู้เรียน ได้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงกับการเรียนรู้จากผู้สอนโดยตรง ดัดแปลงให้สอดคล้องกับสมรรถนะของ

คอมพิวเตอร์นั้น การออกแบบทั้ง 9 ขั้นตอนนี้ไม่จำเป็นต้องแยกแยะออกไปเป็นลำดับที่เรียงไว้และไม่จำเป็นว่าจะต้องครบทั้ง 9 ข้อ จะออกแบบบทเรียนโดยใช้เทคนิคการนำเสนอบทใดหรือครอบคลุมขั้นตอนการสอนอย่างไร ขึ้นอยู่กับเทคนิคการนำเสนอและเนื้อหาของบทเรียนนั้นด้วย

ดังนั้น หลักในการออกแบบการเรียนการสอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีขั้นตอนหลักๆ อยู่ 5 ขั้นตอนด้วยกันคือ



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอน

ที่มา: มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับ
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. หน้า105.

1. การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) เป็นขั้นตอนแรกของการออกแบบระบบการเรียนการสอน เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญยิ่งเนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ส่งผลไปยังขั้นตอนอื่นๆ ทั้งระบบ ถ้าการวิเคราะห์ไม่ละเอียดเพียงพอจะทำให้ขั้นตอนต่อไปขาดความสมบูรณ์ ในขั้นตอนนี้จึงใช้เวลาดำเนินการค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนอื่นๆ โดยพิจารณาถึงรายละเอียดของภารกิจและเป้าหมายที่จะต้องดำเนินการภายใต้ขอบเขตของความต้องการ ประกอบด้วย การดำเนินการต่างๆ ดังนี้

- 1.1 ประเมินความต้องการ (Needs Assessment)
- 1.2 แยกแยะปัญหา (Problem Identification)
- 1.3 วิเคราะห์งานหรือภารกิจ (Task Analysis)
- 1.4 ศึกษาความรู้พื้นฐานของผู้เรียน (Prerequisite Learning) ผลลัพธ์ที่ได้จาก

ขั้นตอนการวิเคราะห์ได้แก่

- 1.4.1 ข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ (Learning Profile)
- 1.4.2 รายละเอียดของข้อจำกัดต่างๆ (Description of Constraints)
- 1.4.3 ข้อกำหนดเกี่ยวกับความต้องการและปัญหา (Needs and Problem)

2. การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการต่างๆ ที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยออกแบบบทเรียนตามกลยุทธ์ที่ได้จากขั้นตอนการวิเคราะห์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการทำงานด้านเอกสารเช่นกัน ประกอบด้วย การดำเนินการต่างๆ ดังนี้

- 2.1 เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Write Objectives)
- 2.2 วางแผนการเรียนการสอน (Plan Instructional)
- 2.3 แยกแยะแหล่งข้อมูล (Identify Resources)
- 2.4 ออกแบบเครื่องมือวัดผล (Design Assessment Instrument) ผลลัพธ์ที่ได้จาก

ขั้นตอนการออกแบบได้แก่

- 2.4.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)
- 2.4.2 กลยุทธ์ด้านการเรียนการสอน (Instructional Strategy)
- 2.4.3 รายการข้อกำหนดเกี่ยวกับบทเรียนต้นแบบ (Prototype Specifications)

3. การสร้าง (Building) ขั้นตอนนี้เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบมาดำเนินการต่อ เป็นการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาบทเรียนตามแผนการที่วิเคราะห์ไว้ตั้งแต่ขั้นตอนแรก โดยใช้เครื่องมือหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยการดำเนินการต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งบทเรียนต้นแบบที่พร้อมจะนำไปทดลองใช้ในขั้นต่อไป ประกอบด้วยการดำเนินการต่างๆ ดังนี้

- 3.1 ปฏิบัติงานร่วมกับผู้ผลิตและผู้สร้างบทเรียน (Work with Producers and Building)
- 3.2 สร้างหนังสืองานหรือโปรแกรม (Building Workbook or Program)
- 3.3 พัฒนาแบบฝึกหัดปฏิบัติ (Building Practice Exercises)
- 3.4 สร้างข้อสอบ (Building Test Items)
- 3.5 สร้างสรรค์สภาพแวดล้อมทางการเรียน (Create Learning environment) ผลลัพธ์

ที่ได้จากขั้นตอนการสร้าง ได้แก่

- 3.5.1 บทดำเนินเรื่องและสคริปต์บทเรียน (Storyboard and Lesson Script)
- 3.5.2 บทเรียน CBI (Computer Based Instruction)
- 3.5.3 เครื่องมือสำหรับตรวจปรับบทเรียน (Feedback Instrument)
- 3.5.4 เครื่องมือสำหรับวัดผลบทเรียน (Measuring Instrument)
- 3.5.5 บทเรียน CMI (Computer Mediated Instruction)
- 3.5.6 การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning)
- 3.5.7 บทเรียน WBT (Web-Based Training)

4. การทดลองใช้ (Implementation) เป็นการนำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายตามวิธีการที่วางแผนไว้ตั้งแต่ต้น ประกอบด้วยการดำเนินการต่างๆ ดังนี้

- 4.1 การทดลองใช้งานระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนแบบตัวต่อตัว (Instructor /Student Training, one to one)
- 4.2 การทดลองใช้เป็นบทเรียนนำร่อง (Pilot Training) ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการทดลองได้แก่
 - 4.2.1 คำแนะนำของผู้ใช้ (User Comment)
 - 4.2.2 ข้อมูลการประเมินผล (Evaluation Data)

5. การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อประเมินผลตัวบทเรียน และนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขส่วนต่างๆ ที่พบข้อบกพร่อง เพื่อให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพ ประกอบด้วย การดำเนินการต่างๆ ดังนี้

5.1 บันทึกข้อมูลด้านเวลา (Record Time Data)

5.2 แปลผลสรุปของข้อคำถามบทเรียน (Interpret Course Review Question Results)

5.3 สสำรวจผู้ใช้บทเรียนและผู้ควบคุม (Survey Trainees and Supervisors)

5.4 สรุปกิจกรรม (Revise Activities) ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการประเมินผลได้แก่

5.4.1 คำแนะนำ (Recommendation)

5.4.2 รายงานการประเมินผล (Evaluation Report)

5.4.3 วัสดุสำหรับฝึกอบรมที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว (Revised Training Materials)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่ประยุกต์หลักการและวิธีการมาจากบทเรียนสำเร็จรูป แต่เพิ่มเทคนิควิธีการนำเสนอและส่วนประกอบอื่นๆ อันเป็นลักษณะคุณสมบัติพิเศษของเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าไปทำให้กลายเป็นบทเรียนที่สร้างความสนใจให้กับผู้เรียนได้สูง สามารถใช้สอนแทนผู้สอนได้ ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงอยู่ในบรรทัดฐานเดียวกันกับบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งออกแบบขึ้นโดยยึดหลักการศึกษาระดับขั้นการเรียนรู้ จากทฤษฎีของนักการศึกษาและนักจิตวิทยากรุ่มต่างๆ ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงมีส่วนประกอบต่างๆ ดังนี้

1. บทนำเรื่อง (Title) บทนำเรื่องประกอบด้วยภาพนำเรื่อง ชื่อเรื่อง และเทคนิคต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนแรกของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างความสนใจให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน และตามหลักการของ Robert Gagne กล่าวว่าในขั้นตอนนี้จะต้องใช้เทคนิคต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิก สี เสียง ผสมผสานกัน เพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยการนำเสนอสื่อต่างๆ ในเวลาอันสั้น กระชับ และตรงจุด ซึ่งอาจตามด้วยชื่อหัวข้อเรื่องบทเรียน และอาจจะค้างภาพดังกล่าวไว้บนจอภาพ จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นใด ๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียนในการมีส่วนร่วมในบทเรียนเป็นการเริ่มต้น

บทนำเรื่องจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรให้ความสำคัญในการนำเสนอภาพ ข้อความ และเทคนิคต่างๆ ที่ช่วยสร้างความสนใจได้สูง อย่างไรก็ตาม ไม่ควรใช้เวลาในการนำเสนอมากเกินไป เพราะผู้เรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายได้

2. คำชี้แจงบทเรียน (Instruction) ส่วนนี้เป็นลำดับที่สองของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นส่วนที่แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงวิธีการใช้บทเรียนและการควบคุมบทเรียน เช่น การใช้แป้นพิมพ์ การใช้เมาส์ ตลอดจนการคิดคะแนนและเก็บรักษาบทเรียนเป็นต้น ตามที่ผู้ออกแบบบทเรียนเห็นว่ามีหน้าที่ควรชี้แจงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการใช้บทเรียนโดยไม่เกิดการเสียหายต่อบทเรียนและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอบทเรียน และควรนำเสนอด้วยข้อความสั้นๆ กระชับ เป็นทางการ และไม่ควรใช้เทคนิคพิเศษแต่อย่างใด แต่อาจจะใช้เทคนิคพิเศษในการ

ปฏิสัมพันธ์บ้างก็ได้ เมื่อเห็นว่าคำชี้แจงส่วนนั้นสามารถสร้างเสริมให้ผู้เรียนมีกิจกรรมร่วมได้ เช่น การใช้เมาส์ อาจสร้างสถานการณ์จำลองการใช้เมาส์เพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนคุ้นเคยก่อนใช้งานเป็นต้น

3. จุดประสงค์ (Objective) ในส่วนนี้กำหนดไว้เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบความคาดหวังของบทเรียนหรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะแสดงออกเมื่อสิ้นสุดบทเรียน โดยระบุเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตามหลักการเรียนรู้ถือว่าจุดประสงค์มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นเป้าหมายที่กำหนดไว้ให้ผู้เรียนไขว่คว้าให้บรรลุตามเป้าหมายนั้น จำนวนข้อของจุดประสงค์ขึ้นอยู่กับปริมาณของเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์มาแล้วตั้งแต่ขั้นตอนแรกๆ การนำเสนอจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในส่วนนี้อาจจะนำเสนอแต่ละข้อหรือนำเสนอครั้งเดียวครบทุกข้อได้แต่ไม่ควรใช้เวลาในขั้นตอนนี้มากนัก นอกจากนี้ยังอาจสร้างไว้เป็นรายการให้ผู้เรียนเลือกก็ได้เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกอ่านเมื่อต้องการเท่านั้น

4. รายการให้เลือก (Main Menu) รายการให้เลือก เป็นส่วนที่แสดงหัวเรื่องย่อยๆ ทั้งหมดที่มีอยู่ในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามลำดับก่อนหลังหรือตามความสามารถของตนเอง (ถ้าบทเรียนเปิดโอกาสให้เลือก) ส่วนนี้ประกอบด้วยเฟรมข้อความเพียงเฟรมๆ เดียว โดยมีรายการให้เลือกด้วยวิธีการต่างๆ เช่น ป้อนตัวเลขหรือตัวอักษร เลื่อนแถบแสดง คลิกเมาส์ หรือวิธีการอื่นๆ ในกรณีที่บทเรียนมีเพียงหัวเรื่องเดียวโดยไม่มีหัวเรื่องย่อยๆ ก็อาจไม่ต้องมีรายการให้เลือกนี้

การนำเสนอในส่วนนี้ อาจแนะนำเสนอในลักษณะของ Learning Map ก็ได้ ซึ่งหมายถึงการแสดงหัวเรื่องย่อยในลักษณะของไดอะแกรม เช่น บล็อกไดอะแกรม แสดงรายชื่อของหัวเรื่องย่อยทั้งหมดในรูปแบบของความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่องกัน เพื่อแสดงให้ผู้เรียนทราบถึงความสัมพันธ์ของหัวเรื่องทั้งหมด

5. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ มีไว้เพื่อประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนในขั้นต้น ก่อนที่จะเริ่มเรียนว่ามีพื้นฐานเพียงพอหรือไม่ หรือมีความรู้อยู่ในระดับใด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะนำผลการทดสอบไปใช้อย่างไรหรือไม่ เช่น นำไปใช้จัดลำดับการเข้าสู่บทเรียน ผู้ที่ได้คะแนนแบบทดสอบค่อนข้างดี อาจจะข้ามบทเรียนบางส่วนแล้วไปเรียนในเนื้อหาส่วนที่ยาก ในทางตรงกันข้ามหากผลทดสอบของผู้เรียนคนใดที่ได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ อาจจะถูกตัดสิทธิ์ไม่ให้เข้าเรียนหรือต้องเรียนตั้งแต่ต้นบทเรียนก็ได้

แบบทดสอบที่นิยมใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะเป็นแบบที่ตรวจวัดง่ายและแปรผลเป็นคะแนนได้สะดวก เช่น แบบเลือกตอบ แบบถูกผิด บางกรณีอาจจะใช้แบบเติมคำตอบสั้นๆ ก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบบทเรียน การพิจารณาว่าควรมีแบบทดสอบก่อนเรียนหรือไม่ ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนและลักษณะของเนื้อหาวิชา ถ้าเป็นเรื่องทั่วๆ ไปอาจจะไม่ต้องมีแบบทดสอบก่อนเรียนก็ได้

6. เนื้อหาบทเรียน (Information) ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และใช้เวลามากกว่าส่วนอื่นๆ เป็นส่วนที่นำเสนอเนื้อหาใหม่แก่ผู้เรียนตามหลักการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของ Robert Gagne ได้เสนอแนะว่าควรใช้วิธีนำเสนอด้วยภาพประกอบข้อความ โดยให้

คำถามสร้างสรรค์บทเรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่างๆ ตามที่บทเรียนกำหนดไว้ ส่วนประกอบของเนื้อหาบทเรียน จำแนกได้ดังนี้

6.1 เนื้อหาใหม่ (New Information) ในส่วนนี้จะนำเสนอเป็นเฟรมๆ ประกอบด้วยข้อความสั้นๆ โดยพยายามใช้ภาพแทนคำพูดหรือคำอธิบายให้มากที่สุด ทั้งภาพจริง ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว หรือภาพกราฟิก นอกจากนี้การนำเสนอเนื้อหาใหม่ยังต้องยึดหลักการเรียนรู้รายบุคคล ได้แก่

- 1) การตรวจปรับเนื้อหา (Feedback)
- 2) การเสริมแรง (Reinforcement)
- 3) การสรุปเนื้อหา (Summary)

6.1.1 เฟรมช่วยเหลือ (Help Frame) เพื่อให้การตรวจปรับเนื้อหาระหว่างการนำเสนอเนื้อหาใหม่ สามารถตอบสนองการเรียนรู้ได้อย่างได้ผล จึงควรมีเฟรมช่วยเหลือเพื่อแนะแนวทางการเรียนรู้หรือเฉลยคำตอบให้ผู้เรียนทราบในกรณีที่ผู้เรียนทำไม่ได้ เข้าใจคลาดเคลื่อนหรือตอบคำถามผิด เพื่อปรับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาช่วงต่อไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบบทเรียนว่าจะตัดสินใจช่วยเหลืออย่างไร

6.1.2 สื่อประกอบ (Performance Aids) ใช้เพื่อแนะแนวทางการเรียนรู้กรณีที่ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียน เช่น ตอบคำถามไม่ได้ ผู้ออกแบบบทเรียนอาจจะกำหนดสื่อประกอบอย่างอื่น เช่น ให้เนื้อหาเพิ่มเติมใช้สื่ออย่างอื่น ๆ ช่วยเหลือ และแนะแนวทางการเรียนของผู้เรียน

7. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) แบบทดสอบท้ายบทเรียนเป็นส่วนหนึ่งที่อยู่ถัดจากส่วนเนื้อหา มีไว้เพื่อตรวจสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน (Performa) เพื่อตรวจวัดและประเมินผลว่าผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด ถ้าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ อาจจะออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนเรียนซ้ำในส่วนที่ทำแบบทดสอบไม่ได้ หรือกลับไปสู่รายการให้เลือกใหม่ก็ได้ เช่นเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียนที่นิยมใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ เนื่องจากการแปลผลเป็นคะแนนทำได้ง่ายกว่า ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของแบบทดสอบท้ายบทเรียนใช้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาผ่านไปแล้ว นอกจากนี้ยังใช้เพื่อประเมินคุณภาพของบทเรียนตามหลักสถิติการศึกษาที่นิยมหาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการเปรียบเทียบระหว่างผลคะแนนการทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียน ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจึงควรมีแบบทดสอบหลังเรียน

8. สรุปผลและการนำไปใช้ (Summary and application) ประกอบด้วยเฟรมนำเสนอข้อความที่สรุปความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่ผ่านมาในบทเรียนเพื่อสรุปประเด็นต่างๆ ให้กับผู้เรียนที่จะสามารถนำไปใช้งานหรือไปใช้ศึกษาต่อในหัวเรื่องถัดไป หรือใช้ในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

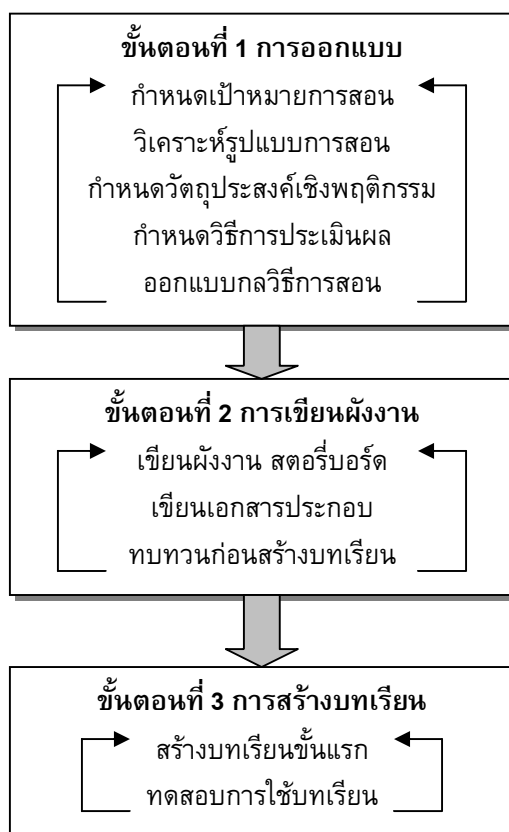
จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนับว่าเป็นส่วนสำคัญของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยจะต้องคำนึงถึงจิตวิทยาในการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนการสอนซึ่งจะต้องสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ใช้งานง่าย รวดเร็ว

มีความตั้งใจ จัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากชวนติดตาม สอนได้แม่นยำ ถูกต้อง ชัดเจน มีความยืดหยุ่นและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ให้กำลังใจแนะนำข้อผิดพลาด ซึ่งช่องทางในการหาความรู้เพิ่มเติม ตรวจสอบผลการเรียนของตนเองได้และที่สำคัญให้มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนและผู้สอนอย่างต่อเนื่อง

1.5 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากขั้นตอนทั้ง 9 ขั้นของกาเย สามารถนำมาประยุกต์ใช้ทั้งในการออกแบบการสอน และในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เป็นอย่างดี สำหรับขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้มีผู้เสนอแบบจำลองการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่น่าสนใจได้แก่

ร็อบไบลเออร์และฮอลล์ (Roblyer and Hall. 1985: 62) ได้เสนอแบบจำลองขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมี 3 ขั้นตอนดังนี้



ภาพประกอบ 4 แบบจำลองการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของร็อบไบลเออร์และฮอลล์ (Roblyer and Hall. 1985: 62)

แบบจำลองการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของร็อบไบล์เออร์และฮอลล์ มีรายละเอียดในขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบ เริ่มด้วยการกำหนดเป้าหมายการสอน ตามด้วยการวิเคราะห์รูปแบบการสอนที่เหมาะสม การกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กำหนดวิธีการประเมินผลและการออกแบบกลวิธีการสอน

ขั้นตอนที่ 2 การเขียนผังงาน ประกอบด้วย การเขียนผังงาน การสร้างสตอรี่บอร์ด และการเขียนเอกสารประกอบ พร้อมทั้งการทบทวนการออกแบบก่อนการสร้างบทเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน ประกอบไปด้วยการสร้างบทเรียนขั้นแรก และทดสอบการใช้บทเรียนในที่สุด

ข้อเด่นของแบบจำลองนี้ได้แก่ กระบวนการย้อนกลับเพื่อการทดสอบและปรับปรุง ซึ่งมีอยู่ในทุกขั้นตอน นอกจากนี้ ความยืดหยุ่นของขั้นตอนนับเป็นข้อได้เปรียบสำคัญอีกประการหนึ่ง กล่าวคือ ผู้ออกแบบสามารถที่จะสลับขั้นตอนการทำงานได้ และร็อบไบล์เออร์กับฮอลล์ยังได้เน้นถึงการทำงานเป็นทีม ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญการสร้างโปรแกรม และการใช้เวลาให้มากที่สุด ในช่วงของการออกแบบ ก่อนที่จะมีการสร้างโปรแกรมจริง

โรมิสซอสกี (Romiszowski. 1986: 271 – 272) ได้แนะนำขั้นตอนในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์
2. วิเคราะห์พฤติกรรมที่ต้องการของผู้เรียน เพื่อสร้างรูปแบบของบทเรียน
3. ออกแบบบทเรียน
4. สร้างบทเรียน
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับการเรียน
6. ทดลองใช้เพื่อพัฒนาบทเรียน
7. ประเมินผลทั้งทางด้านการสอนและเทคนิคคอมพิวเตอร์

อเลสซีและทรอลลลิป (Alessi & Trollip. 1991: 28) ได้เสนอแบบจำลองของการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า ประกอบด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : เตรียม (Prepare)

- 1.1 กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)
- 1.2 เก็บข้อมูล (Collect Resources)
- 1.3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)
- 1.4 สร้างความคิด (Generate Ideas)

ขั้นตอนที่ 2 : ออกแบบ (Design)

- 2.1 ทอนความคิด (Eliminate the Idea)
- 2.2 วิเคราะห์งานและมโนคติ (Analyze Task and Concept)

2.3 ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Design Preliminary Lesson)

2.4 ประเมิน / แก้ไขการออกแบบ (Evaluate and Revise the Design)

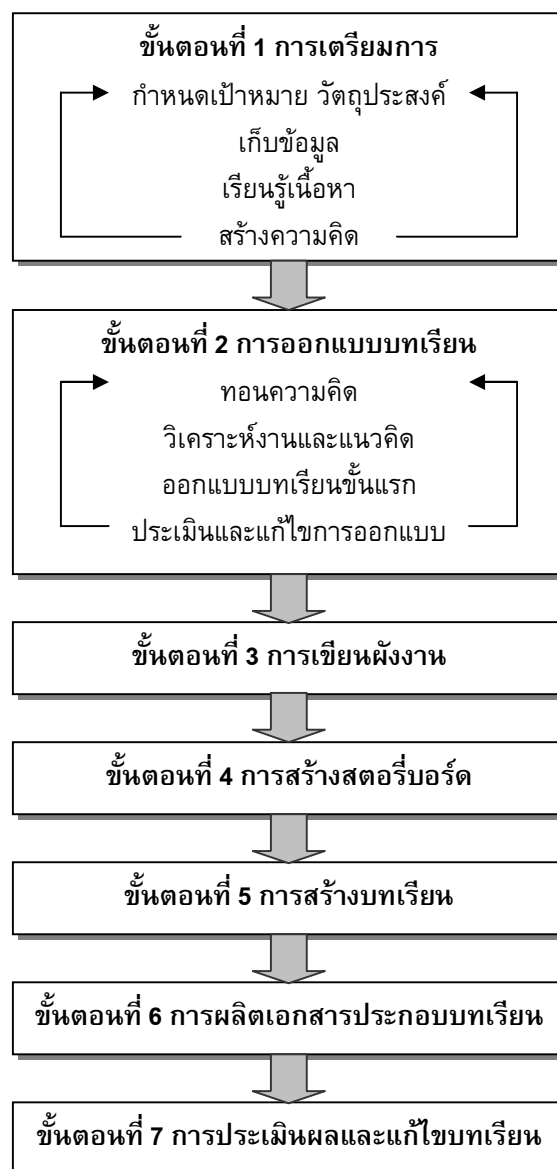
ขั้นตอนที่ 3 : เขียนผังงาน (Create Flowchart Lesson)

ขั้นตอนที่ 4 : สร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)

ขั้นตอนที่ 5 : สร้าง / เขียนโปรแกรม (Create Program Lesson)

ขั้นตอนที่ 6 : ผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)

ขั้นตอนที่ 7 : ประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)



ภาพประกอบ 5 แบบจำลองการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของอเลสซีและทรอลลิป (Alessi & Trollip. 1991: 28)

เคมพ์ (Kemp. 1994: 248) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมี 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือที่จะใช้งาน
2. ออกแบบและเขียนแผนผังของลำดับขั้นตอนการสอน
3. พัฒนาคำถาม เพื่อการสอนและทบทวน
4. สร้างกรอบความคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. เพิ่มเติมเทคนิคด้านภาพ แสงและเสียง เพื่อให้บทเรียนมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น
7. จัดเตรียมวัสดุสิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบบทเรียน
8. ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

สுகีร์ รอดโพธิ์ทอง (2532: 42– 8) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรจัดแปลงขั้นตอนการสร้างจากกระบวนการเรียนและการสอน 9 ขั้นตอนของกาเย่ (Gagne') ดังต่อไปนี้

1. การสร้างความตั้งใจ (Gain attention) ก่อนจะเริ่มต้นกิจกรรมการเรียนผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการกระตุ้น เพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการสร้างไต่เต๋ลของบทเรียนที่น่าสนใจ โดยใช้ภาพและเสียง เช่น การใช้ภาพเคลื่อนไหว การใช้สีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้มที่ตัดกับสีพื้นชัดเจน ใช้กราฟิกที่แสดงบนจอได้รวดเร็ว และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เพื่อให้สายตาผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ ไม่ใช่สนใจอยู่ที่แป้นพิมพ์
2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify objectives) เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงสาระสำคัญของบทเรียน และมองเห็นเค้าโครงของเนื้อหาอย่างกว้างๆ ซึ่งผู้เรียนจะสามารถผสมผสานแนวความคิดต่างๆ ของเนื้อหาให้สอดคล้องสัมพันธ์กันซึ่งจะมีผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น หากบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายๆ บทเรียน หลังจากบอกวัตถุประสงค์กว้างๆ แล้วรอบถัดไปควรจะเป็นเมนู แล้วตามด้วยวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย การกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอที่ละเอียดเป็นสิ่งที่ดี แต่ควรคำนึงถึงความเหมาะสมของช่วงเวลาด้วย
3. กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) การทบทวนความรู้เดิมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ใหม่ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น เนื่องจากเกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การทบทวน หรือทดสอบควรกระทำอย่างกระชับ และอาจเขียนโปรแกรมโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ เพื่อไปศึกษาทบทวนความรู้เก่าได้ตลอดเวลา
4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) ควรเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา มีคำบรรยายประกอบที่สั้น ง่าย ได้ใจความสำคัญ อธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการเรียนรู้ การใช้ภาพประกอบจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำดีกว่า นอกจากนี้ การใช้แผนภาพ แผนภูมิ หรือภาพเปรียบเทียบ ก็จะช่วยให้เกิดผลดีเช่นกัน อนึ่ง ในการ

เสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ควรใช้ตัวชี้แนะ (Cue) ในส่วนของข้อความสำคัญซึ่งอาจทำได้โดยการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกะพริบ การโยงลูกศร การใช้สีหรือใช้คำพูด เช่น “ดูคำอธิบายด้านล่างภาพ” “ดูรายละเอียดจากมุมล่างขวา” เป็นต้น ข้อควรคำนึงอีกประการหนึ่งของการนำเสนอเนื้อหา ก็คือ ใช้คำพูดและศัพท์เทคนิคที่ผู้เรียนคุ้นเคย เข้าใจได้ง่ายเหมาะกับวุฒิภาวะ จะให้เกิดผลดีที่สุด

5. ให้แนวทางการเรียนรู้ (Guide learning) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ ปรับความคิดในสิ่งที่กำลังเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปอย่างมีขั้นตอนที่เหมาะสม การยกตัวอย่างประกอบที่หลากหลาย ทั้งตัวอย่างที่ถูกต้องและตัวอย่างที่เป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม ก็จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางที่ชัดเจนในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมต่อไป

6. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบสนอง (Elicit Responses) โดยพยายามให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมต่างๆ ตลอดบทเรียน เช่น ได้ลงมือปฏิบัติ ทำแบบฝึกหัด ตอบคำถาม เพื่อสร้างเสริมความคิด และจินตนาการ ควรหลีกเลี่ยงการตอบสนองที่ซ้ำกันหลายครั้ง เช่น เมื่อทำผิด 2 ครั้ง ควรให้ข้อมูลย้อนกลับ และเปลี่ยนไปทำกิจกรรมเพิ่มขึ้น

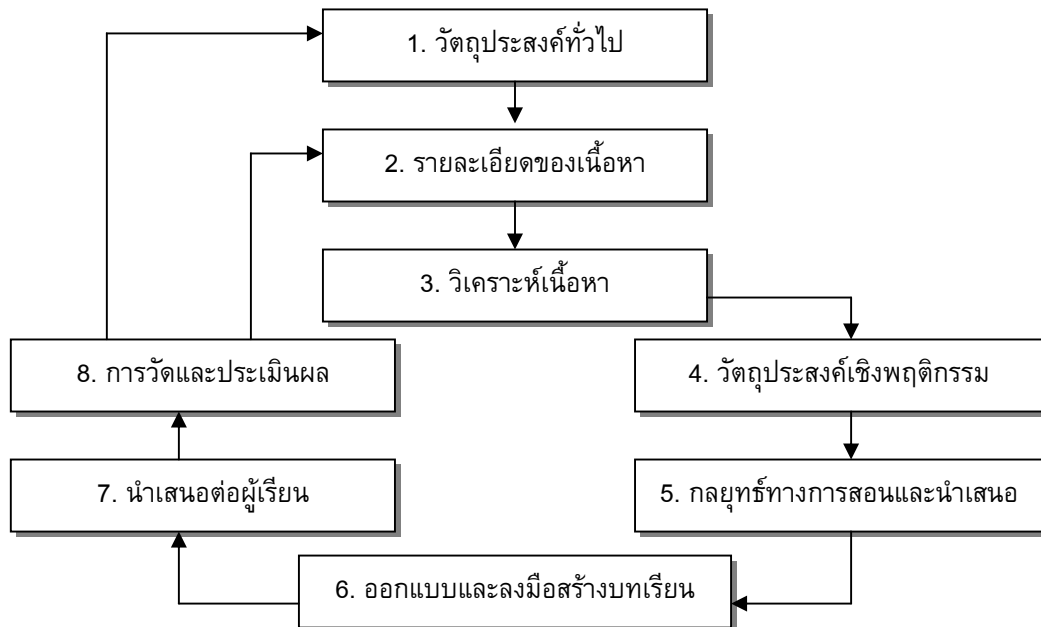
7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) ควรให้ข้อมูลทันทีหลังจากที่ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามคำสั่งในบทเรียน หากเป็นไปได้ควรให้คำถาม คำตอบและให้ข้อมูลย้อนกลับอยู่ในกรอบเดียวกัน โดยอาจใช้ถ้อยคำหรือรูปภาพที่แตกต่างกันไป ด้วยการสัมผัส หรือใช้เสียงสูงต่ำ สำหรับการบอกถูกหรือผิด ควรหลีกเลี่ยงการให้ภาพที่ตื่นตา หากตอบผิด เพราะอาจทำให้ผู้เรียนสนใจภาพนั้นมากเกินไป ตื่นเต้น และสนุกกับการตอบผิด ซึ่งไม่ก่อให้เกิดผลดีต่อการศึกษาบทเรียน

8. การประเมินผลงาน (Assess Performance) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเอง ไม่ว่าจะเป็นการเรียน ระหว่างการเรียนหรือจากจบบทเรียน ผู้ออกแบบต้องมั่นใจว่ามีการวัดในสิ่งที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน และให้ผู้เรียนมีความสะดวก ชัดเจนในการตอบคำถาม การประเมินผลงานที่ถูกต้องแม่นยำ จะช่วยให้ผู้เรียนทราบถึงสถานภาพของตนเอง และช่วยผลักดันให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่เหมาะสม ในการเรียนครั้งต่อไปอีกด้วย

9. การส่งเสริมความแม่นยำและการถ่ายโอน (Promote Retention and Transfer) อาจทำในรูปของการสรุปประเด็น ข้อเสนอแนะ ชักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน เสนอแนะสถานการณ์ที่สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ บอกแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเพื่อการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์กับความรู้เดิม หรือความรู้ใหม่ที่จะได้ศึกษาต่อไป

วุฒิชัย ประสานสอย (2543: 28-31) กล่าวว่า การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกระบวนการที่จะต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องมาก โดยมีเป้าหมายอยู่ที่การสร้างคุณภาพหรือประสิทธิภาพเชิงความรู้ เพื่อรับประกันได้ว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณค่าต่อการศึกษาและช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์จากการใช้บทเรียนนั้นได้ในระดับใดบ้าง ตลอดจนสามารถสร้างสรรค์

รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาความรู้ให้เหมาะสมกับพฤติกรรมและการตอบสนองของผู้ใช้บทเรียน ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ที่มา: วุฒิชัย ประสานสอย. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา*. หน้า30.

1. วัตถุประสงค์ทั่วไป (Goal/Objectives) ได้แก่ กำหนดว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนี้ต้องการจะนำไปใช้ **เพื่อใคร?** และต้องการให้เรียนรู้ **อะไรบ้าง?** จากการศึกษาและวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา รวมไปถึงแผนการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่ต้องการนำมาสร้างเป็นสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอีกด้วย

2. รายละเอียดของเนื้อหา (Content Specification) ได้แก่ เนื้อหาความรู้ที่กำหนดเอาไว้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ ซึ่งอาจจะได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การสัมมนาทางวิชาการ หรือค้นหาเพื่อจัดระบบจากแหล่งทรัพยากรอื่น แล้วนำมาวิเคราะห์ความสำคัญและคุณค่าของบูรณาการด้านเนื้อหา รวมไปถึงการศึกษาและกำหนดคุณสมบัติของเนื้อหาความรู้และกิจกรรมบทเรียนที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียนด้วย

3. วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) วิธีการนี้จะเริ่มต้นจากการ วิเคราะห์งาน (Task Analysis) เพื่ออธิบายกิจกรรมการเรียนการสอนและจัดลำดับกิจกรรมเหล่านั้นให้เหมาะสม ถูกต้อง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ทั่วไปจนได้รายละเอียดของเรื่องที่จะสอนหรือหัวข้อการสอน (Topic Content) ต่อจากนั้นจึงนำเอารายละเอียดที่ได้มาทำการแบ่งออกเป็นหน่วย

ย่อยตามความเหมาะสม การแบ่งเนื้อหาควรแบ่งแต่ละตอนให้สมดุลและสัมพันธ์กัน อาจสลับหัวข้อใหม่หรือรวมหัวข้อที่คล้ายคลึงกันได้เพื่อให้ต่อเนื่อง หรือเพิ่มเติมเพื่อความเข้าใจก็ย่อมทำได้

ข้อสำคัญ คือ ไม่ควรตัดทอนเนื้อหาให้น้อยกว่าที่กำหนด

4. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives) เป็นการกำหนดพฤติกรรมเชิงความรู้ (Knowledge-Base Behavior) เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วจะได้รับสิ่งใดจากการเรียน

การกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนเอาไว้ล่วงหน้าอย่างแน่ชัด และเฉพาะเจาะจง เป็นการบอกให้ผู้เรียนได้รับรู้ว่าตนเองจะได้รับการพัฒนาความสามารถ (Competency-Base Learning) จนประสบผลสำเร็จในการเรียนอย่างไร และช่วยผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ตามระดับความสามารถจากการกำหนดระดับขั้นเพื่อจัดสภาวะการณ์การเรียนการสอนล่วงหน้า นั่นคือความสามารถของผู้เรียนที่แสดงออกมาให้ตรวจสอบและประเมินได้ภายหลังจากการเรียนในแต่ละเรื่องจบไปแล้ว

5. กลยุทธ์ทางการสอนและนำเสนอ (Teaching Strategies & Models of Delivery) ได้แก่ การเลือกว่าจะใช้วิธีสื่อสารเพื่อให้เกิดการรับรู้ เช่น การนำเสนอข้อมูลเนื้อหาด้วยข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยกำหนดหลักการให้สอดคล้องกันกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และธรรมชาติของเนื้อหาวิชา เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ในที่สุด

การกำหนดกลยุทธ์ทางการสอนและนำเสนอโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยที่สัมพันธ์กันเป็นอย่างดี และนำเสนอเนื้อหาความรู้ที่ละเอียดๆ เพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนที่ต่อเนื่องกัน และถ้าผู้เรียนได้ใช้ศักยภาพภายในตนเองอย่างเต็มที่แล้วยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ก็ยังสามารถเรียนซ้ำได้ไม่จำกัดครั้ง

6. ออกแบบและลงมือสร้างบทเรียน (Design & Implementation) ในขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับเตรียมผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ การนำเอารายละเอียดที่ได้จากการปฏิบัติที่ผ่านมาทั้งหมดมาจำแนกรายละเอียดเป็นการเฉพาะในแต่ละส่วน และเป็นการกำหนดแผนและวิธีการปฏิบัติในรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลในการปฏิบัติ หากพบว่ามีส่วนบกพร่องที่ส่วนใดควรปรับปรุงและแก้ไขให้บกพร่องมีน้อยที่สุดเรียกขั้นตอนการเขียนบทดำเนินเรื่อง หรือที่เรียกว่า “การเขียนสคริปต์”

7. นำเสนอต่อผู้เรียน (Delivery) เป็นวิธีการที่จะนำไปสู่กระบวนการหาประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงหลักการด้านความยืดหยุ่น (Flexibility) และสร้างรูปแบบนำเสนอให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อจำกัดในด้านความยืดหยุ่นเมื่อเปรียบเทียบกับ การสอนโดยครูผู้สอน เพราะผู้เรียนจะเผชิญหน้าและติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิตจิตใจตลอดเวลา ดังนั้นควรเลือกวิธีนำเสนอความรู้อย่างรอบคอบรัดกุม โดยอาจจะใช้วิธี ออกแบบกิจกรรมในบทเรียนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสได้รับการสอนซ่อมเสริม (Remedial Teaching) เพื่อเสริมสร้างความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งเป็นการสร้าง

บรรยากาศของการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับสภาพการณ์สำหรับการสอนตามแนวความคิดของการสอนแนวใหม่ (Alternative Teaching) ที่มุ่งเน้นให้บรรลุในหลักการสำคัญโดยสรุปคือ

1. เน้นความเป็นกันเองระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและไม่เคร่งเครียด
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน
3. ผู้เรียนมีเสรีภาพในการเลือกเรียนสิ่งที่ตนเองสนใจและใช้เวลาเรียนได้อย่าง

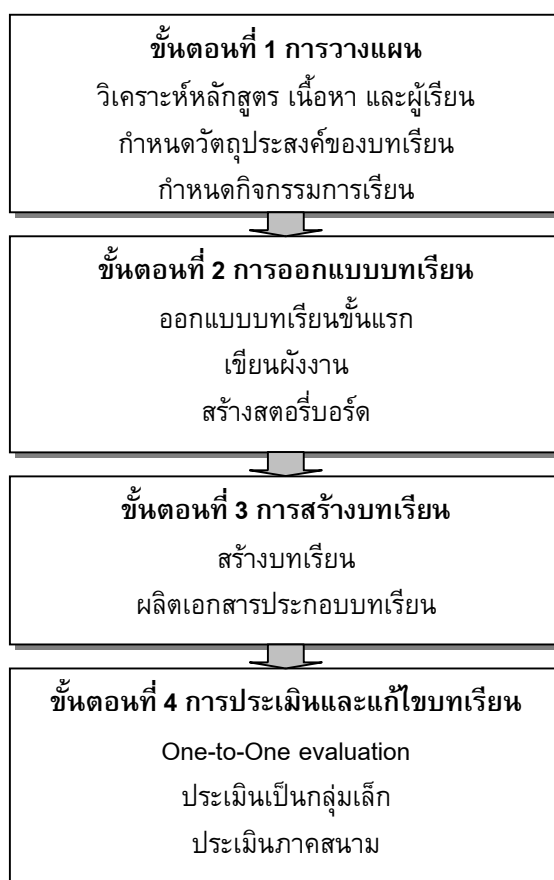
เต็มที่

4. เน้นกิจกรรมแบบความร่วมมือกันของกลุ่มมากกว่าการแข่งขัน

ดังนั้น หากพบว่ามีข้อบกพร่องในบทเรียนตอนใดตอนหนึ่ง ควรปรับปรุงหรือแก้ไขให้สมบูรณ์มากที่สุดก่อนการนำไปใช้ในการเรียนการสอน

8. การวัดผลประเมินผล (Evaluation) ได้แก่ การประเมินระหว่างการศึกษาพิจารณาด้านเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน เพื่อให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดเอาไว้ในเบื้องต้น เช่น การประเมินความถูกต้อง ความเหมาะสม และการครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนที่จะจัดให้มีขึ้นในบทเรียนนั้น รวมทั้งการประเมินสรุป ซึ่งเป็นขั้นการประเมินทั้งด้านเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้เพื่อการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

พรเทพ เมืองแมน (2544: 46) ได้เสนอแนะถึงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากแนวคิดและแบบจำลองขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักการศึกษาหลายๆ ท่านไว้ 4 ขั้นตอนด้วยกันคือ



ภาพประกอบ 7 ขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ที่มา: พรเทพ เมืองแมน. (2544). *การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware*. หน้า 46.

1. การวางแผน ในการวางแผนเพื่อการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีส่วนต้องนำมาพิจารณา 3 ประการ ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน เพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างเนื้อหา วัตถุประสงค์ของบทเรียน และความต้องการของผู้เรียน

1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นการระบุสิ่งที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะได้รับ หลังจากการเรียนบทเรียน

1.3 การกำหนดกิจกรรมการเรียน โดยเลือกกิจกรรมที่เหมาะสมกับลักษณะของเนื้อหาบทเรียน และความรู้หรือทักษะที่ต้องการจะเกิดขึ้นแก่ผู้เรียน

2. การออกแบบบทเรียน หลังจากที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และผู้เรียน และได้กำหนดวัตถุประสงค์ รวมทั้งกิจกรรมการเรียนแล้ว จึงนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1 การออกแบบบทเรียนขั้นแรก โดยการแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยๆ และจัดลำดับของเนื้อหา เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ตามธรรมชาติของเนื้อหาบทเรียน แล้วจึงกำหนดเป็นโครงสร้างของบทเรียน

2.2 การเขียนผังงาน โดยการเขียนผังแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาบทเรียน กิจกรรม การฝึก การประเมินผลการเรียน ฯลฯ เพื่อแสดงให้เห็นโครงสร้างรวมทั้งความสัมพันธ์ของกิจกรรมที่ต้องนำเสนอในบทเรียน เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

2.3 การสร้างสตอรี่บอร์ด เป็นขั้นตอนการออกแบบการนำเสนอเนื้อหาทั้งที่เป็นข้อความ กราฟิก ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยการออกแบบลักษณะของจอภาพที่ผู้เรียนจะเห็นบนหน้าจอกอมพิวเตอร์ เพียงแต่สตอรี่บอร์ดเป็นการออกแบบลงกระดาษ ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับการสร้างสตอรี่บอร์ดสำหรับการผลิตสไลด์หรือโทรทัศน์นั่นเอง

3. การสร้างบทเรียน เป็นขั้นตอนของการดำเนินการสร้างบทเรียนโดยการแปลงบทหรือสตอรี่บอร์ดให้เป็นบทเรียนที่สามารถนำไปใช้ได้จริง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 การสร้างบทเรียน โดยใช้ภาษาหรือโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งมีให้เลือกหลายโปรแกรม เช่น Authorware Professional, Multimedia Toolbook หรือ Director เป็นต้น

3.2 การผลิตเอกสารประกอบบทเรียน เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งจำเป็นเพราะจะเป็นการช่วยให้ผู้สอนหรือผู้เรียนสามารถนำบทเรียนไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเอกสารอาจจะเป็นลักษณะของคำแนะนำการใช้บทเรียน คู่มือสำหรับผู้สอน คู่มือสำหรับผู้เรียน ใบงานหรือแบบฝึกหัด เป็นต้น เพื่อให้การใช้บทเรียนเกิดประสิทธิผลสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4. การประเมินผลและแก้ไขบทเรียน จะกระทำเมื่อต้องการทราบประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้จัดทำขึ้น ก่อนจะนำไปใช้งาน ไพรส์ (Price, 1991: 60) กล่าวว่า การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องมีการกระทำทั้งในรูปแบบของการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียน (Formative Evaluation) และการประเมินเพื่อสรุปรวบยอด (Summative Evaluation) เพื่อการเผยแพร่ในวงกว้างหรือการตีพิมพ์เป็นรายงานการสร้างบทเรียนในเชิงการวิจัยและพัฒนา

ในการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียนนั้น ควรเริ่มตั้งแต่ในระยะที่กำลังดำเนินการเขียนโครงร่างของเนื้อหาบทเรียน ออกแบบแนวการสอน สร้างบทฉบับร่าง โดยขอความร่วมมือจากผู้ที่มีความชำนาญด้านเนื้อหา ด้านการผลิตบทเรียนมาให้ความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ ซึ่งอาจจะทำอย่างไม่เป็นทางการนัก แต่จะให้ผลดีอย่างมากต่อการสร้างบทเรียนที่มีคุณภาพ หลังจากได้แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิข้างต้นแล้ว ก็ต้องมีการทดลองใช้กับตัวอย่างประชากรที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจะต้องเลือกสรรให้เป็นตัวแทนที่ดี กล่าวคือ มีผู้เรียนทั้งในกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน มีทั้งเพศหญิงและชาย เป็นต้น การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน ในขณะที่กำลังใช้บทเรียนก็เป็นสิ่งที่ควรกระทำ อีกทั้งข้อมูลย้อนกลับจากผู้เรียน ทั้งในแง่ผลสัมฤทธิ์ และเจตคติต่อบทเรียน จะต้องนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาบทเรียนก่อนจะนำไปเผยแพร่ต่อสาธารณชน

จากที่กล่าวมาแล้วสรุปได้ว่า การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เริ่มจากขั้นการวางแผนซึ่งมีการวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหาวิชา ผู้เรียน กำหนดวัตถุประสงค์และกิจกรรมการเรียนการสอน รวมทั้งเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือที่จะใช้ให้พร้อม ขั้นต่อไปทำการออกแบบบทเรียน เขียนผังงานแล้ว สร้างสตอรี่บอร์ด จากนั้นทำการสร้างบทเรียนและผลิตเอกสารประกอบบทเรียน แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองเพื่อทำการประเมินและแก้ไขบทเรียน เสร็จแล้วนำไปทดลองในภาคสนามเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ซึ่งจะทำให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ที่สมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

1.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แชมเบอร์และสเปรชเชอร์ (Chamber and Sprecher. 1983: 70-74) ระบุว่า การประเมินบทเรียนย่อมขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการสร้างบทเรียน การประเมินอาจทำได้โดยใช้แบบสอบถาม แบบเสนอรายการต่างๆ (Checklist) ให้ผู้ใช้บทเรียนทำการประเมิน รายการที่จะประเมินนั้นขึ้นกับลักษณะบทเรียนที่น่าเสนอ เช่น รายการที่จะประเมินของบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง อาจแตกต่างกับบทเรียนแบบการสอนเสริม การฝึกหัดหรือการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม รายการนี้เป็นเพียงเครื่องมือชนิดหนึ่งในการวัดเท่านั้น ดังนั้นผู้สร้างบทเรียนจึงไม่ควรคำนึงเฉพาะค่าตัวเลขที่ได้จากการจัดการในเชิงสถิติเท่านั้น แต่การประเมินจำเป็นต้องใช้ความรู้ความสามารถของผู้ประเมิน มาพิจารณาบทเรียนทุกด้านอย่างรอบคอบอีกด้วย

ในการสร้างรายการที่จะสอบถามเพื่อประเมินบทเรียนนั้น แชมเบอร์และสเปรชเชอร์ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า ควรกล่าวถึงหัวข้อต่อไปนี้

1. การนำทฤษฎีการสอน ทักษะการสอนที่เหมาะสมมาใช้ในการสร้างบทเรียน
2. เวลาที่ใช้ในการศึกษาบทเรียนเหมาะสม
3. มีการสรุปสาระสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่เรียนรู้อย่างถาวร
4. มีการสร้างบทเรียนในลักษณะของมีอาชีพ มีความประณีต ไม่มีความผิดพลาดที่เกิดจากความสะเพร่าของผู้ผลิตบทเรียน หรือขาดการพิสูจน์อักษรที่ดี
5. มีความสะดวกต่อการใช้งาน (User Friendliness) สามารถเรียนได้ โดยมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์น้อยมาก
6. สีสันทาสีสวยงาม ก่อให้เกิดความสบายตา เหมาะกับวัยของผู้เรียน
7. ช่วงระยะเวลาที่ดำเนินการแต่ละขั้นตอนเหมาะสม ไม่ปล่อยให้ผู้เรียนต้องรอเป็นเวลานาน ถ้าหากจำเป็นต้องมีข้อความปรากฏบนจอ เพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เช่น “โปรดรอสักครู่” หรือ “กำลังประมวลผล” เป็นต้น
8. รูปแบบและขนาดของตัวอักษร มีความเหมาะสม อ่านง่าย
9. มีแรงจูงใจให้ผู้เรียนติดตามบทเรียนอย่างต่อเนื่องจนจบบทเรียน โดยไม่เกิดความ

เป้าหมาย

10. ผู้เรียนสามารถควบคุมเวลา และขั้นตอนในการดำเนินไปของบทเรียน ตามความสามารถของตน มีการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อต้องการ และสามารถออกจากบทเรียนได้โดยสะดวก

11. ผลที่ได้รับจากการใช้บทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และบทเรียนได้ทำหน้าที่ที่ควรจะทำให้ได้อย่างดี

นอกจากจะทำการประเมิน เพื่อพัฒนาคุณภาพของบทเรียนในด้านวัตถุประสงค์เนื้อหาสาระ ความสวยงาม ความประณีตของสาระที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และความพึงพอใจของผู้เรียนแล้ว ควรจะมีการประเมินเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนและการศึกษาเพื่อให้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีผลต่อการเรียนรู้หรือการพัฒนาทักษะของผู้เรียนเป็นที่น่าสนใจหรือไม่ โดยอาจดำเนินการในลักษณะของการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนกับหลังเรียน หรือเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์กับการสอนโดยวิธีการอื่นๆ เป็นต้น

ดิคและแคร์รี่ (Dick and Carey, 1985: 90) ได้เสนอแนวทางในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า ควรจะดำเนินการ 3 ประการดังนี้

1. การประเมินบทเรียนในแต่ละองค์ประกอบ (One-to-One Evaluation) เป็นการประเมินอย่างไม่เป็นทางการในระหว่างการออกแบบบทเรียน เช่น ผู้ออกแบบต้องการจะใช้วิธีการพิเศษบางอย่างในการนำเสนอบทเรียนก่อนจะดำเนินการอย่างเต็มรูปแบบ เพื่อให้เกิดความมั่นใจยิ่งขึ้น ผู้ออกแบบอาจจะปรึกษากับเพื่อนร่วมงาน เพื่อให้คำแนะนำข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ หรือให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านเนื้อหาช่วยพิจารณาความสมบูรณ์ของลำดับแนวความคิดอย่างต่อเนื่อง สิ่งที่ไม่ควรลืมกระทำก็คือ การให้ตัวแทนของผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อบทเรียนที่ผู้ออกแบบได้พยายามทำขึ้น เพื่อพวกเขาจะได้มีสื่อที่มีประสิทธิภาพไว้ประกอบการเรียน

2. การประเมินเป็นกลุ่มเล็ก (Small-Group Evaluation) ควรกระทำหลังจากที่ได้สร้างบทเรียนฉบับร่างฉบับสุดท้าย ก่อนที่จะนำไปผลิตเป็นฉบับจริงโดยให้ผู้เรียนได้ทดลองใช้ จำนวนผู้เรียนที่เหมาะสมของการประเมินเป็นกลุ่มเล็ก คือ 3-5 คน เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับในด้านต่างๆ เช่น บทเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ ความเหมาะสมของการนำเสนอเนื้อหา คุณภาพของโปรแกรม ความมีประสิทธิภาพในแง่ของแรงจูงใจให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน เทคนิคที่ใช้ในการประเมินบทเรียนจากผู้เรียนเป็นกลุ่มที่มีขนาดเล็กนี้ อาจใช้ในรูปแบบการสัมภาษณ์ การสังเกต หรือการตีความจากข้อมูลเกี่ยวกับตัวนักเรียน

3. การประเมินภาคสนาม (Field-Test Evaluation) จะกระทำเมื่อบทเรียนต้นแบบได้เสร็จสมบูรณ์แล้ว เพื่อต้องการจะให้เกิดความมั่นใจว่า หลังจากการปรับปรุงบทเรียนจากข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 และ 2 แล้ว บทเรียนมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจ การประเมินในขั้นนี้ต้องจัดสถานการณ์ในการใช้บทเรียนให้เหมือนจริง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ควรได้จากการสุ่ม เพื่อให้เป็นตัวแทนที่ดีของประชากร ควรมีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่กำลังศึกษา

บทเรียนมีการบันทึกเวลาที่ผู้เรียนใช้ในการศึกษา และสัมภาษณ์ผู้เรียนเกี่ยวกับความน่าสนใจของบทเรียน ความชัดเจนของการนำเสนอเนื้อหา ช่วงไหนของบทเรียนที่ผู้เรียนชอบที่สุด จุดด้อยของบทเรียน มีข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไขปรับปรุงบ้างหรือไม่และคุณภาพของบทเรียนในภาพรวมเป็นอย่างไร เป็นต้น

จากการทดสอบภาคสนาม จะช่วยให้ผู้สร้างบทเรียนมีข้อมูลในการนำมาพิจารณาเพื่อการแก้ไขปรับปรุงอีกครั้งหนึ่ง อันจะส่งผลให้บทเรียนมีคุณภาพยิ่งขึ้นก่อนจะนำไปเผยแพร่ในวงกว้าง

มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 329) กล่าวว่า การประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการศึกษาค้นคว้าและวิจัย ควรพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ของบทเรียน ดังนี้

ประสิทธิภาพของบทเรียน (Efficiency) หมายถึง ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ให้กับผู้เรียนมีความสามารถทำแบบทดสอบระหว่างเรียน แบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบหลังเรียน ได้บรรลุวัตถุประสงค์ในระบับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้ การหาประสิทธิภาพบทเรียนจึงต้องกำหนดเกณฑ์มาตรฐานขึ้นก่อน โดยทั่วไปจะใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่เกิดจากแบบฝึกหัดหรือคำถามระหว่างบทเรียนกับคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบแล้วนำมาคำนวณเป็นร้อยละ เพื่อเปรียบเทียบกันในรูปแบบของ Event1/Event2 โดยเขียนอย่างย่อเป็น E_1/E_2 เช่น 90/90 หรือ 85/85 และจะต้องกำหนดค่า E_1 และ E_2 เท่านั้น เนื่องจากง่ายต่อการเปรียบเทียบและการแปลความหมาย

ความหมายของประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

- ร้อยละ 95 - 100 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพยอดเยี่ยม (Excellent)
- ร้อยละ 90 - 94 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดี (Good)
- ร้อยละ 85 - 89 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพดีพอใช้ (Fair Good)
- ร้อยละ 80 - 84 หมายถึง บทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้ (Fair)
- ต่ำกว่าร้อยละ 80 หมายถึง บทเรียนต้องปรับปรุงแก้ไข (Poor)

ข้อพิจารณาสำหรับเกณฑ์การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียนคือ ถ้ากำหนดเกณฑ์ที่สูงจะทำให้บทเรียนมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนมากขึ้น แต่ก็ไม่ใช่เรื่องง่ายนักที่จะพัฒนาบทเรียนให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนถึงเกณฑ์ในระดับนั้น อย่างไรก็ตาม ไม่ควรกำหนดต่ำกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากจะทำให้บทเรียนลดความสำคัญลงไป ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนไม่สนใจบทเรียนสามารถกำหนดคร่าว ๆ ได้ดังนี้

1. บทเรียนสำหรับเด็กเล็ก ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 95-100
2. บทเรียนสำหรับเนื้อหาวิชาทฤษฎี หลักการ มโนคติ และเนื้อหาพื้นฐานสำหรับวิชาอื่นๆ ที่กำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 90-95
3. บทเรียนที่มีเนื้อหาวิชายากและซับซ้อน ต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษามากกว่าปกติ ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 85-90

4. บทเรียนวิชาปฏิบัติ วิชาประลอง หรือวิชาทฤษฎีที่ปฏิบัติ ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 80-85
5. บทเรียนสำหรับบุคคลทั่วไปไม่ระบุกลุ่มเป้าหมายที่แน่นอน ควรกำหนดไว้ระหว่างร้อยละ 80-85

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1 / E_2 เป็นวิธีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับความนิยมแพร่หลายที่สุด เนื่องจากเป็นเกณฑ์ที่ผ่านการวิจัยมาแล้วหลายครั้ง โดยได้รับการยอมรับสามารถใช้เกณฑ์ดังกล่าววัดประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตรงที่สุด โดยที่ E_1 และ E_2 ได้จากค่าระดับคะแนนดังต่อไปนี้

1. E_1 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบฝึกหัด (Exercise) หรือแบบทดสอบ (Test) ของบทเรียนแต่ละชุด หรือคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการตอบคำถามระหว่างบทเรียนแต่ละชุด สูตรการคำนวณ E_1 คือ

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

2. E_2 ได้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียน (Posttest) สูตรการคำนวณ E_2 คือ

$$E_2 = \frac{\sum Y}{N} \times 100$$

โดย	E_1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่วัดได้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้
	E_2	แทน ประสิทธิภาพของการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	$\sum X$	แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน
	$\sum Y$	แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	A	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบท้ายบทเรียน
	B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบรวม
	N	แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

โดยปกติแล้วค่าที่ได้จากการวิจัย ค่าของ E_2 จะมีค่าต่ำกว่าค่า E_1 เนื่องจาก E_1 เกิดจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบ แบบฝึกหัด หรือคำถามระหว่างเรียน ซึ่ง

เป็นการวัดผลในระหว่างการนำเสนอเนื้อหา หรือวัดผลทันทีที่ศึกษาเนื้อหาจบในแต่ละสิ่ง ระดับคะแนนจึงมีค่าสูงกว่าค่าของ E_2 ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังบทเรียนที่ศึกษาเนื้อหาผ่านเวลาหลายชั่วโมงหรือหลายสัปดาห์ จึงอาจเกิดความสับสนหรือลี้มเลื่อนได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้นิยาม ประสิทธิภาพของของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนมีความสามารถทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน (E_1) หรือแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) ให้บรรลุวัตถุประสงค์ในระดับเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้คือ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผลการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ ของกลุ่มตัวอย่างถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 80 หรือ สูงกว่า

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน วิชาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ ของกลุ่มตัวอย่างถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 80 หรือ สูงกว่า

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ถือค่าความแปรปรวน 2.5 คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5% (ฉลองชัย สุรวัฒนสมบุรณ์. 2528: 215)

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1971: 643–696) ได้กล่าวว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (cognitive domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาออกเป็น 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริงตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ต้องไม่อาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability of Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมา คิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มา ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนมากกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ ซับซ้อนมากกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมซึ่งประมวลจาก ข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหมายหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้ คำพูดของตนหรือเลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไป จากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณี ทั่วๆ ไป (Knowledge of Principle, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอา หลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการ แก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎ ที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจ จัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้ เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและ โครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการ แปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจาก ความสามารถในการอ่านทั่วๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความข้อความทาง คณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่วๆ ไป

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียน ค้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้อง เลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่ง ออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสมอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับ ความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสมอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability of Recognize Patterns Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจาก ข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา ที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ที่ไม่เคยประสมมาก่อน (Ability to Solve No routine Problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจมนต์ นิยามตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำแนกความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์ อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมขั้นนี้ ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้ได้ เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

ไพศาล หวังพานิช (2523: 137) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ (achievement) หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (academic achievement) หมายถึง คุณลักษณะและความสามารถของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดจากการฝึกฝน อบรม หรือจากการสอน การวัดผลสัมฤทธิ์จึงเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถหรือความสัมฤทธิ์ผล (level of accomplishment) ของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้เท่าไร มีความสามารถชนิดใด

อัจฉรา สุขารมณ์ ; อรพินทร์ ชูชม (2530:10) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ (achievement) หมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความสามารถทางร่างกายหรือสมอง ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนที่อาศัย ความสามารถเฉพาะตัวของแต่ละบุคคลโดยตัวที่บ่งชี้ถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ (non testing procedures) เช่น จากการสังเกต หรือ การตรวจสอบการบ้าน หรืออาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้จากโรงเรียน (school grade) ซึ่งต้องอาศัยกรรมวิธีที่ซับซ้อนและช่วงเวลาในการประเมินอันยาวนานหรืออีกวิธีหนึ่งอาจวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป (published achievement tests) จะพบว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นิยมใช้กันทั่วไป มักอยู่ในรูปของเกรดที่ได้จากโรงเรียนเนื่องจากให้ผลที่เชื่อถือได้มากกว่า เพราะอย่างน้อยก่อนการประเมินผลการเรียนของนักเรียน ครูจะต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆ อีกหลายด้าน จึงย่อมดีกว่าการแสดงขนาดของความล้มเหลวหรือความสำเร็จทางการเรียนจากการทดสอบนักเรียน ด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วๆ ไปเพียงครั้งเดียว

ล้วน สายยศ ; อังคณา สายยศ (2543: 18) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ของผู้เรียนที่แสดงออกในรูปของคะแนนหรือระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบได้อย่างถูกต้อง หลังจากที่ได้รับการศึกษาเนื้อหาบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ และได้ตรวจสอบคุณภาพจากที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญแล้ว โดยแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับกับพฤติกรรมด้าน

ความรู้และความคิด (Cognitive Domain) ตามที่วิลสัน (Wilson. 1971: 643-685) จำแนกไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) เกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์ นิยาม และความสามารถพิเศษ
2. ความเข้าใจ (Comprehension) เกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎ การสรุปอ้างอิง และโครงสร้างคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากอีกแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง การติดตามแบบเหตุผล การอ่านและการตีความตามโจทย์ปัญหา
3. การนำไปใช้ (Application) ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และการมองเห็นแบบลักษณะ โครงสร้างที่เหมือนและสมมาตรกัน
4. การวิเคราะห์ (Analysis) ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัด แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาของที่เรียน การพิสูจน์ การสร้างสูตรและการทดสอบความถูกต้องของสูตร

2.2 องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14–16) ได้ใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียน และสรุปผลการศึกษาว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน มีดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทางกาย ข้อบกพร่องทางร่างกายและบุคลิกท่าทาง
 2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา ความสัมพันธ์ของบิดามารดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างลูกๆ ด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
 3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้านและฐานะทางบ้าน
 4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
 5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สถิติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียน
 6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทางอารมณ์
- แคร์รอล (Carroll. 1963: 723–733) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับอิทธิพลขององค์ประกอบต่างๆ ที่มีต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน โดยการนำเอาครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ โดยเชื่อว่าเวลาและคุณภาพของของการสอนมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณ

ความรู้ที่นักเรียนจะได้รับ

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมี องค์ประกอบหลายประการที่ทำให้เกิดผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางเรียน โดยเฉพาะองค์ประกอบเกี่ยวกับ ตัวนักเรียนในด้านต่าง ๆ เช่น สติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติต่อการเรียน รวมถึง องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคมของนักเรียน และที่ทำให้เกิดผลโดยตรงนี้ก็คือ การสอนของครู นั้นเอง

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านนิยามความหมายของความพึงพอใจไว้ต่าง ๆ กันดังนี้ มอร์ส (Morse. 1955: 27) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่สามารถ ลดความเครียดของบุคคลให้น้อยลง ถ้ามีความเครียดมากจะทำให้เกิดความไม่พอใจในการทำ กิจกรรม

วอลเลอร์สแตน (Wallerstein. 1971: 256) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก ที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย และอธิบายว่าความพึงพอใจ เป็นการกระทำทาง จิตวิทยา ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนแต่สามารถคาดคะเนได้ว่ามีหรือไม่มีจากการสังเกต พฤติกรรมเท่านั้น การที่จะทำให้คนเกิดความพึงพอใจจะต้องอาศัยปัจจัยและองค์ประกอบที่เป็น สาเหตุแห่งความพึงพอใจนั้น

กู๊ด (Good. 1973: 320) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจว่า หมายถึง คุณภาพหรือ ระดับความพอใจซึ่งเป็นผลจากความสนใจต่าง และทัศนคติของบุคคลต่อกิจกรรม

ประนอม แสงจันทร์ (2529: 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึก อารมณ์ หรือ ความคิด หรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ เป็นผลต่อเนื่องจากการที่บุคคลที่ได้ประเมิน สิ่งเร้านั้นแล้ว

กิติมา ปรีดีดิลก (2529: 321) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกพอใจในงานที่ ทำเมื่องานนั้นให้ประโยชน์ตอบแทนทั้งทางด้านวัตถุและทางด้านจิตใจ ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการพื้นฐานของเขาได้ และยังได้กล่าวถึงแนวคิดที่เกี่ยวกับพื้นฐานความต้องการของมนุษย์ ตามทฤษฎีของมาสโลว์ว่า หากความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ได้รับการตอบสนองก็จะทำให้เขาเกิด ความพึงพอใจ ซึ่งมาสโลว์ได้แบ่งความต้องการพื้นฐานออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย
2. ความต้องการความปลอดภัย
3. ความต้องการทางสังคม
4. ความต้องการที่จะได้รับการยกย่องจากสังคม
5. ความต้องการสมหวังในชีวิต

กาญจนา ภาสุพันธ์ (2531: 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึก หรือ ความนึกคิดที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ได้รับตามที่คาดหวังหรือมากกว่าที่คาดหวัง

ลิวรรณ ภูมิใจสกุล (2532: 19) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความต้องการที่แท้จริงเพื่อให้ได้ผลอย่างใดอย่างหนึ่งภายใต้สถานการณ์ทำงาน หากบุคลากรได้ค่าตอบแทน เลื่อนตำแหน่ง ได้รับการยกย่อง ย่อมก่อให้เกิดความพึงพอใจ แต่ถ้าหากได้รับการตำหนิหรือการลงโทษแบบต่างๆ ย่อมก่อให้เกิดความไม่พอใจขึ้น

อุบลลักษณ์ ไชยชนะ (2543: 36) ได้กล่าวว่า ความพึงพอใจในการเรียน หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติที่เป็นไปตามความคาดหวัง ที่จะทำให้เกิดความสามารถในการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

ทรงสมร คชเลิศ (2543: 12) ได้สรุปเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ อารมณ์ ความรู้สึก และทัศนคติของบุคคลอันเนื่องมาจากสิ่งเร้าและแรงจูงใจ ซึ่งปรากฏออกมาทาง พฤติกรรมและเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการทำกิจกรรมต่างๆ ของบุคคล

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้นิยามถึงความพึงพอใจของผู้เรียนในการศึกษาด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ว่าหมายถึง การแสดงออกของ นักเรียนถึงความรู้สึกชอบมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย หรือน้อยที่สุด เมื่อเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ซึ่งความรู้สึกนี้ส่งผลต่อความพร้อม และความเอาใจใส่ในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยความตั้งใจ และความกระตือรือร้น ซึ่งวัดจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนโดยปรับปรุงมาจากแบบสอบถามความคิดเห็นของ นักเรียนที่มีต่อนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นชนิดประมาณค่า (Rating scale) 5 สเกล คือ 5, 4, 3, 2 และ 1 เป็นมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดตามลำดับ (สมปรารถนา วงศ์ บุญหนัก. 2541: 388-389)

3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับความพึงพอใจ

การที่บุคคลจะเกิดความพึงพอใจในการเรียนจะต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างมากระตุ้นให้เกิดความรักหรือทัศนคติที่ดีต่อการเรียนนั้น และบุคคลจะเกิดความพึงพอใจนั้นจะต้องมีการจูงใจให้เกิดขึ้น แรงจูงใจหรือการจูงใจ (Motivation) หมายถึง สภาวะที่อินทรีย์ถูกกระตุ้นหรือถูกผลักดันให้แสดงพฤติกรรม เพื่อไปยังจุดหมายปลายทางที่วางไว้ (สุณีย์ ธีรดากร. 2526: 85) แต่แรงจูงใจจะมีได้ต้องอาศัยสิ่งจูงใจเป็นเครื่องล่อ ดังที่ สมพงษ์ เกษมสิน (2533: 108) กล่าวไว้ว่า การจูงใจ หมายถึง ความพยายามชักจูงให้ผู้อื่นแสดงออกหรือปฏิบัติตามสิ่งจูงใจ สำหรับสิ่งจูงใจเป็นเครื่องล่อหรือกระตุ้นเพื่อให้เกิดการจูงใจนั้น กู๊ด (Good. 1973: 281) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง วัตถุหรือสภาวะใดๆ ที่สามารถเร้าให้เกิดการจูงใจได้

ไวท์เฮด (Whitehead. 1967: 1-41) กล่าวถึง การสร้างความพอใจ และขั้นตอนของการพัฒนาว่ามี 3 ขั้นตอน คือ จุดยืน จุดแย้ง และจุดปรับ ซึ่งไวท์เฮด เรียกชื่อใหม่เพื่อใช้ในการศึกษาว่า

การสร้าง ความพึงพอใจ การทำความกระจำง และการนำไปใช้ในการเรียนรู้อื่นๆ ควรเป็นไปตาม 3 จังหวะ คือ

- การสร้าง ความพึงพอใจ - นักเรียนรับสิ่งใหม่ๆ มีความตื่นเต้น พอใจในการได้พบ และเก็บสิ่งใหม่
- การทำความกระจำง - มีการจัดระเบียบ ให้คำจำกัดความ มีการกำหนดขอบเขต ที่ชัดเจน
- การนำไปใช้ - นำสิ่งใหม่ที่ได้มาไปจัดสิ่งใหม่ที่จะได้พบต่อไป เกิดความตื่นเต้นที่จะเอาไปจัดสิ่งใหม่ๆ ที่เข้ามา

ไวท์เฮด กล่าวถึงการสร้างภูมิปัญญาในระบบการศึกษาว่า ได้ปฏิบัติกันอย่างผิดพลาด ตลอดโดยใช้วิธีการฝึกทักษะอย่างง่าย ๆ ธรรมดาๆ แล้วคาดเอาไว้จะทำให้เกิดภูมิปัญญาได้ ถนนที่มุ่งสู่ภูมิปัญญาได้มีสายเดียว คือ เสรีภาพและวิทยาการ เป็นสาระสำคัญสองประการของการศึกษา ประกอบกันเป็นวงจรการศึกษาสามจังหวะ คือ เสรีภาพ-วิทยาการ-เสรีภาพ ซึ่งเสรีภาพในจังหวะแรกก็คือ ขั้นตอนของการสร้างความพอใจ วิทยาการในขั้นที่สองก็คือ ขั้นตอนทำความกระจำง และเสรีภาพในช่วงสุดท้ายก็คือ ขั้นตอนการนำไปใช้ วงจรเหล่านี้ไม่ได้มีวงจรเดียวแต่มีลักษณะเป็นวงจรซ้อน วงจร วงจรหนึ่งเปรียบได้กับเซลล์หนึ่งหน่วยและขั้นตอนการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ของมันก็คือ โครงสร้างอินทรีย์ของเซลล์เหล่านั้น เช่นเดียวกับวงจรเวลาที่มีวงจรเวลาประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน ประจำปี ประจำฤดู เป็นต้น วงจรของบุคคลตามช่วงอายุจะเป็นระดับ ดังนี้

ตั้งแต่เกิดจนถึงอายุ 13-14 ปี เป็นขั้นของความพอใจ

ช่วงอายุ 14-18 ปี เป็นขั้นของการค้นหาทำความกระจำง

และอายุ 18 ปีขึ้นไป เป็นขั้นของการนำไปใช้

นอกจากนี้วิทยาการทั้งหลายในแขนงต่างๆ ก็มีวงจรของการพัฒนาการและระดับของพัฒนาการเหล่านี้เช่นกัน

สิ่งที่ไวท์เฮดต้องการย้ำในเรื่องนี้คือ ความรู้ที่ต่างแขนงวิชา การเรียนที่ต่างวิธีการควร ให้แก่ผู้เรียนเมื่อถึงเวลาอันสมควรและเมื่อผู้เรียนมีพัฒนาการทางสมองอยู่ในขั้นที่เหมาะสมการพัฒนาคุณลักษณะใดๆ ตามวิถีทางของธรรมชาติ ควรต้องสร้างกิจกรรมที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในตัวมันเอง เพราะความพอใจจะทำให้คนพัฒนาตนเองได้อย่างเหมาะสม ส่วนความเจ็บปวดแม้จะทำให้เกิดการตอบสนองแต่ก็ไม่ทำให้คนพอใจ ไวท์เฮด สรุปในที่สุดว่า ในการสร้างพลังความคิดไม่มีอะไรมากไปกว่า สภาพจิตใจที่มีความพึงพอใจในขณะที่ทำกิจกรรมสำหรับการศึกษาค้นคว้าด้านชีววิทยานั้น เสรีภาพเท่านั้นที่จำทำให้เกิดความคิดที่มีพลังและความคิดริเริ่มใหม่ๆ

เสรีภาพเป็นบ่อเกิดความพึงพอใจในการเรียน ดังนั้น เสรีภาพในการเรียนจึงเป็นการสร้างความพอใจในการเรียน ความพอใจทำให้คนมีพัฒนาการในตนเอง วิธีการของการให้เสรีภาพในการเรียนเป็นเรื่องที่กำหนดในของเขตเนื้อหาได้ยาก แต่ความหมายกว้างๆ โดยทั่วไป คือ การให้ผู้เรียนมีโอกาสได้เลือกตัดสินใจด้วยตนเองและเพื่อตนเอง เป็นการควบคุมที่ผู้ถูกควบคุมไม่รู้ตัว ดังนั้นแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนบางประการสำหรับการจัดการศึกษา คือ การจัดให้มีวิชาเลือกหลาย

วิชา หรือจัดให้มีหัวข้อเนื้อหาหลายเรื่องในวิชาเดียวกัน หรือแนวทางการเรียนหลายแนวทางในเรื่องเดียวกัน เป็นต้น

บลูม (Bloom. 1976: 72-74) มีความเห็นว่าถ้าสามารถจัดให้ผู้เรียนได้ทำพฤติกรรมตามที่ตนเองต้องการก็น่าจะคาดหวังแน่นอนว่าผู้เรียนทุกคนได้เตรียมใจสำหรับกิจกรรมที่ตนเองเลือกนั้นด้วยความกระตือรือร้นพร้อมด้วยความมั่นใจ เราสามารถเห็นความแตกต่างของความพร้อมด้านจิตใจได้ชัดเจนจากการปฏิบัติของนักเรียนต่องานที่เป็นวิชาบังคับกับวิชาเลือก หรือสิ่งนอกโรงเรียนที่ผู้เรียนอยากเรียน เช่น การขับรถยนต์ การเล่นดนตรี เกม หรือสิ่งที่ผู้เรียนอาสาสมัครและสามารถตัดสินใจได้โดยเสรีในการเรียน การมีความกระตือรือร้น ความพึงพอใจและมีความสนใจเมื่อเริ่มเรียน จะทำให้ผู้เรียนเรียนได้เร็วและมีความสำเร็จสูง

ช่วงสำคัญของการจัดประสบการณ์เพื่อสร้างความรู้ที่ดีต่อการเรียนนี้ ทั้งไวท์และบลูมเห็นว่าต้องทำในระดับประถมศึกษาเพราะบุคคลที่มีอายุต่ำกว่า 14 ปีลงมา มีพัฒนาการอยู่ในขั้นตอนของความสนใจความพึงพอใจ (Whitehead. 1967: 33) และเป็นช่วงการสร้างฐานของการสะสมความรู้สึกที่ดีต่อประสบการณ์ความสำเร็จ ในชั้นเรียนที่สูงขึ้นไปหรือในเด็กที่อายุมากขึ้น การสร้างหรือการเปลี่ยนแปลงความรู้สึกจะทำได้ยาก (Bloom. 1976: 104-105)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสม ไม่ว่าจะเป็ทางบวกหรือทางลบ จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรูที่ดี ส่งผลให้นักเรียนมีกำลังใจอยากรู้อยากเรียนหรือหลีกเลี่ยงสิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติ ดังนั้นการสร้างแรงจูงใจจึงควรอยู่ในระดับที่เหมาะสมและมีความหมายกับนักเรียนซึ่งจะส่งผลต่อความพึงพอใจของนักเรียน การสร้างแรงจูงใจบางเรื่องหากมากไปอาจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้ เช่น การให้รางวัลหรือคำชมเชย เป็นต้น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ฟิลด์และไกลด์ (Field & Gild. 1980: 67-73) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความพึงพอใจของนิสิตต่อการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในคณะวิชาธุรกิจ เพื่อค้นหามิติของความพึงพอใจและไม่พึงพอใจต่อการจัดโปรแกรมศึกษาและประสบการณ์การศึกษาในคณะวิชาชีพชั้นสูง ได้ค้นพบมิติของความพึงพอใจ 8 มิติ คือ ความพึงพอใจกับความสัมพันธ์ด้านสังคมและการทำงานเป็นเพื่อน ความพึงพอใจกับสิ่งร่ำทางด้านพุทธิปัญญาของเพื่อน ความพึงพอใจระหว่างนิสิตกับอาจารย์ ความพึงพอใจกับการเลือกโปรแกรมได้อย่างเสรี ความพึงพอใจกับความก้าวหน้าทางการเรียนรายวิชาในหลักสูตรและความพึงพอใจกับการกำหนดกฎเกณฑ์ที่นิสิตพึงปฏิบัติ

เทอร์เนอร์ (Turner. 1985: 3641-A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินเกี่ยวกับผลการเรียนเป็นคู่ของนักเรียนในการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ฝึกปฏิบัติโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 2 คน ต่อ 1 เครื่อง สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้ใช้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างที่ฝึกปฏิบัติโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง และกลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะ 2 คน ต่อ 1 เครื่อง ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ

รีด (Read. 1986: 1270-A) ได้ศึกษาการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) และใบงาน (Worksheet) ที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำในวิชาชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชีววิทยาระดับ 10 แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่ม 1 เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่ม 2 เรียน โดยใช้ใบงาน และกลุ่มที่ 3 เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและใบงาน ในด้านเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในด้านวิชาที่เรียนและด้านการสอน ไม่แตกต่างกัน

ไลดิก (Leidig. 1992: 1372-A) ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบของการเรียน (Cognitive style) ภาพผังแนวคิดที่มีอยู่ในใจ (Mental maps) ในการใช้ไฮเปอร์เท็กซ์เพื่อการเรียน การสอน โดยได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของผู้เรียนที่เกิดจากการเรียนโดยใช้บทเรียน แบบไฮเปอร์เท็กซ์เพื่อเพื่อการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการเรียนรู้นี้ไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ส่งต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติ
2. วิธีการนำเสนอทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และระดับความพึงพอใจของผู้เรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
3. ความสามารถในการมองภาพและตีความหมายจากภาพ มีผลทำให้เกิดความ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เกี่ยวกับความพึงพอใจในบทเรียนและปัญหาในการเข้าสู่เนื้อหา ในไฮเปอร์เท็กซ์
4. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบในการเรียนและวิธีการในการนำเสนอ ในส่วนที่เกี่ยวกับ ทัศนคติของผู้เรียน แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บราวน์ (Brown. 1993: 2080-A) ได้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนแบบ Tutorial สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่จะเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นฐานฟังก์ชัน แคลคูลัส ซึ่งเป็น พื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ขั้นสูง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ สามารถช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ การคิดแก้ปัญหา และมีการพัฒนาทักษะพื้นฐานทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน แคลคูลัสได้ดีขึ้น

ฮิกกินส์และคนอื่นๆ (Higgins, et al. 1996: Abstract) ศึกษาการใช้ไฮเปอร์เท็กซ์ช่วย สนับสนุนนักเรียนที่ต้องเรียนซ่อมเสริม และนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนบกพร่องการ ประเมินผลการใช้คู่มือการเรียนไฮเปอร์มีเดีย (เฉพาะเนื้อหา) วิชาสังคมศึกษากับนักเรียนในระดับ มัธยมศึกษาจำนวน 25 คน ทั้งนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนและนักเรียนที่ต้องได้รับการ สอนเสริม พบว่าไฮเปอร์เท็กซ์ ก่อนให้เกิดแรงเสริมเพียงพอที่ทำให้นักเรียนเหล่านี้ใช้คู่มือการเรียน

ไฮเปอร์มีเดียต่อไปเรื่อยๆ และยังพบว่าอาจทำให้เกิดการเก็บสะสมข้อมูลทั้งในระยะสั้นและระยะยาว อีกด้วย

โควิงตัน (Covington. 1998: 1990-A) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในการทำงานของผู้ที่สำเร็จชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบสำคัญที่มีผลต่อความพึงพอใจในการทำงาน ได้แก่ รายได้จากการทำงาน การได้รับประสบการณ์ และความรู้ ขณะอยู่ในโรงเรียน การได้มีโอกาสฝึกงานและได้ทำงานเต็มเวลาไม่พบความแตกต่างระหว่างผู้ร่วมโครงการเข้าสู่อาชีพกับผู้ร่วมโครงการ

วิลเลียมส์ (Williams. 1998: 6322-A) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในการปฏิบัติงานและแรงจูงใจเปรียบเทียบระหว่างผู้จัดการด้านสุขภาพอนามัยชายและหญิง ผลวิจัยไม่พบว่าเพศมีอิทธิพลต่อความพึงพอใจในการทำงาน และแรงจูงใจของผู้จัดการทั้งเพศชายและเพศหญิงแต่ประการใด

วู (Wu. 1998: 1895-A) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาและเข้าถึงคอร์สสถิติที่เรียนโดยโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สรุปได้ว่า โปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อการสอนที่มีประโยชน์และสนับสนุนให้ผู้เรียนได้รับความรู้ใหม่ เนื้อหาต้องมีแหล่งข้อมูลที่สนับสนุนความจำเป็นของผู้เรียนและมีกิจกรรมภายในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผลปรากฏว่า เจตคติของผู้เรียนต่อการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในด้านโครงสร้างและเนื้อหา ส่วนประกอบและลักษณะ รวมไปถึงการออกแบบ มัลติมีเดียเป็นไปในทางที่ดี (positive) ผู้สอนควรออกแบบโปรแกรมการเรียนการสอนแบบมีปฏิสัมพันธ์ และผลป้อนกลับควรมีรหัสผ่าน การออกแบบโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตควรมีจุดประสงค์การสอนที่ชัดเจน

ลิน (Lin. 1999: 60-06A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ “ผลกระทบของความสามารถที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนและระดับการทำงานที่ได้รับมอบหมายของนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนการสอนผ่านเว็บสำหรับการศึกษาในระดับสูงของนักเรียนได้ห้วน” ผลการวิจัยพบว่า 1) ระดับงานที่สูงขึ้นที่มีต่อความเข้าใจของผู้เรียน มีส่วนช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถทำได้ตามที่กำหนดไว้ 2) ความสามารถที่สูงขึ้นที่มีในตัวผู้เรียนถือว่าเป็นสิ่งที่ช่วยให้การทำความเข้าใจกับงานต่างๆ เป็นไปได้สะดวกยิ่งขึ้น 3) การฝึกอบรมจะส่งผลในทางบวกกับความเข้าใจของผู้เรียน ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับความสามารถที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียน ระดับความสนใจและการให้ความสำคัญกับงานที่ได้รับมอบหมาย

คูลูบาคาก (Kulubacak. 2000: Online) ได้ศึกษาเจตคติของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนการสอนผ่านเว็บโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาและวิเคราะห์เจตคติของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนผ่านเว็บ กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจงเป็นนักศึกษาจำนวน 23 คน ที่เรียนวิชานโยบายสิทธิมนุษยชนที่มหาวิทยาลัยเวสต์สเตท (a large Midwestern State University) สหรัฐอเมริกา แล้วเลือกนักศึกษาจำนวน 6 คน เพื่อสัมภาษณ์ โดยรูปแบบของแบบสอบถามเป็นแบบแฟลชไลท์ (Flashlight survey model) ที่ประกอบด้วยการสัมภาษณ์และการสังเกต เพื่อประเมินเจตคติต่อการ

เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ ผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนรู้สึกสนุกในการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เกิดการค้นพบความคิดใหม่ๆ และการวิเคราะห์ข้อความของผู้เรียนคนอื่นๆ เมื่อมีการแสดงความคิดเห็นในแต่ละหัวข้อ นอกจากนี้ผู้เรียนยังชอบที่จะเป็นฝ่ายถูกกำหนดมากกว่าเป็นฝ่ายกำหนด และชอบการเรียนแบบรายบุคคลมากกว่าการเรียนเป็นกลุ่ม และต้องการให้ใช้การเรียนผ่านเว็บเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการศึกษาระดับอุดมศึกษา

แบร์ (Blair. 2000: 38-04) ศึกษาเกี่ยวกับ “การประเมินการเรียนการสอนผ่านเว็บในการออกแบบการศึกษา: การศึกษานำร่อง” ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ใช้การเรียนการสอนผ่านเว็บประกอบมีระดับผลสัมฤทธิ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ำกว่ากลุ่มที่เรียนแบบอื่นๆ ในการวิเคราะห์เกี่ยวกับกลุ่มที่มีการเรียนการสอนบนเว็บ มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการเรียนการสอนบนเว็บที่ใช้หน่วยเกรด และใช้เกรดเฉลี่ยสำหรับการทดสอบครั้งที่ผ่านๆ มาในชั้นเรียน

ซู (Suh. 2000: 61-07A) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ “ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อคณะครูที่นำการเรียนการสอนผ่านเว็บมาใช้ในการศึกษาระดับสูง” ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของการเรียนไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนในครั้งก่อน นั่นคือ ร้อยละของจำนวนครูที่ใช้ประโยชน์จากการเรียนการสอนผ่านเว็บสูงกว่าจำนวนครูที่ไม่ใช้หรือในอีกแง่หนึ่งอาจกล่าวได้ว่าบทเรียนผ่านเว็บที่เป็นอยู่ในขณะนี้สามารถใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนในระดับการศึกษาที่สูงขึ้นได้ แต่ก็มีข้อขัดแย้งระหว่างสภาพความเป็นจริงและข้อจำกัดของศักยภาพของการเรียนการสอนผ่านเว็บที่จัดทำขึ้น

โฮลเดรน (Holdren. 2002: Online) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องของผลการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาพีชคณิต โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 146 คน ซึ่งผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ และอีกกลุ่มสอนแบบบรรยาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ซาง (Chang. 2003: Online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับจุดประสงค์ในการใช้เว็บการเรียนการสอนของผู้เรียนในสถาบันเทคโนโลยีของรัฐในระดับอุดมศึกษาที่ถูกเลือกแห่งหนึ่งในไต้หวัน (ประเทศจีน) มีจุดมุ่งหมายของการศึกษาครั้งนี้เพื่อหาจุดประสงค์ในการใช้เว็บการเรียนการสอนของผู้เรียนในสถาบันอุดมศึกษาที่ถูกเลือกแห่งหนึ่งในไต้หวัน โดยศึกษาเฉพาะปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความสนใจของผู้เรียนในการใช้เว็บการเรียนการสอนและคาดการณ์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ และจุดมุ่งหมายของผู้เรียนในการใช้เว็บการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักศึกษาสถาบันอุดมศึกษาในไต้หวันจำนวน 630 คน แบ่งเป็นนิสิตที่เรียนภาคปกติ 188 คน เรียนภาคค่ำ 251 คน และเรียนเสาร์-อาทิตย์ 191 คน โดยใช้แบบสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทั้ง 8 ด้าน คือ ด้านความมีประโยชน์ ความสะดวกในการใช้ การเชื่อมประสาน การมีปฏิสัมพันธ์ โครงสร้างหลักสูตร ประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ ประสบการณ์ทางอินเทอร์เน็ต และความมีอิสระของผู้เรียน ผลที่ได้พบใน 6 แห่ง คือ 1) ทั้ง 8 ปัจจัยโดยเฉพาะการเชื่อมประสานมีอิทธิพลต่อจุดประสงค์ในการใช้เว็บการเรียนการสอน 2) ทั้ง 8 ปัจจัยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับจุดประสงค์ในการ

ใช้เว็บการเรียนรู้การสอน 3) นักศึกษาชายมีความมั่นใจสูงในการใช้เทคโนโลยี มีประสบการณ์ในการใช้อินเทอร์เน็ตสูง มีระดับการรับรู้การมีปฏิสัมพันธ์กับระบบสูงและมีระดับความเชื่อมั่นในแง่ความมีประโยชน์และการใช้งานง่ายมากกว่านักศึกษาหญิง 4) กลุ่มตัวอย่างที่มีอายุมากกว่า 30 ปีขึ้นไป มีเจตคติที่ดีต่อการใช้เว็บการเรียนรู้การสอนมากกว่ากลุ่มที่มีอายุน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ 5) นักศึกษาที่เรียนเสาร์-อาทิตย์ มีเจตคติในการใช้เว็บการเรียนรู้การสอนสูงที่สุด 6) การวิเคราะห์ความถดถอยถ่วงน้ำหนักเป็นอิสระของผู้เรียน

4.2 งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยในประเทศที่ผู้ศึกษาได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้การสอนด้วยอินเทอร์เน็ต หรือการนำเสนอการสอนอินเทอร์เน็ต มีดังนี้

องอาจ ฤทธิ์ทองพิทักษ์ (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ “พฤติกรรมการสื่อสารผ่านระบบเวปไซด์ไวด์เว็บของนักศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร” ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่มีการใช้การสื่อสารผ่านระบบเวปไซด์ไวด์เว็บ ความแตกต่างเกี่ยวกับ เพศ อายุ และความเป็นเจ้าของเครื่องคอมพิวเตอร์มีผลต่อพฤติกรรมการใช้การสื่อสารผ่านระบบเวปไซด์ไวด์เว็บ และการใช้ประโยชน์จากการใช้งานจากระบบเวปไซด์ไวด์เว็บ

สมพงษ์ อุดมโชคทรัพย์ (2540: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความพึงพอใจในการเรียนวิชาอาชีพธุรกิจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลปรากฏว่า

1. นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีความพึงพอใจในการเรียนการสอนวิชาอาชีพด้านหลักสูตร ด้านวิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน และครูผู้สอน โดยรวมและเป็นรายด้านอยู่ในระดับมาก

2. นักเรียนชายและนักเรียนหญิง มีความพึงพอใจในการเรียนวิชาอาชีพธุรกิจด้านหลักสูตร ด้านวิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน และครูผู้สอน โดยรวมและเป็นรายด้านอยู่ในระดับมาก

3. นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ มีความพึงพอใจในการเรียนวิชาอาชีพธุรกิจด้านหลักสูตร ด้านวิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน และครูผู้สอน โดยรวม และเป็นรายด้านอยู่ในระดับมาก

4. นักเรียนที่อยู่โรงเรียนขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก มีความพึงพอใจในการเรียนวิชาอาชีพธุรกิจด้านหลักสูตร ด้านวิธีการสอนและกิจกรรมการสอน และครูผู้สอน โดยรวมและเป็นรายด้านอยู่ในระดับมาก

บุญเรือง เนียมหอม (2540: 201) ศึกษาเกี่ยวกับ “การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา” ผลการวิจัยพบว่า สภาพการจัดการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน เป็นระบบการเรียนการสอนที่เน้นองค์ประกอบการเรียนการสอน ด้าน

กิจกรรมอินเทอร์เน็ต การควบคุม การติดตามผลการเรียน และการเตรียมความพร้อมทรัพยากรที่สนับสนุนการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต มีการใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ และเว็ลด์ไวต์เว็บในการเรียนการสอนมากที่สุด มีการสร้างโฮมเพจเพื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นโฮมเพจที่ประกอบด้วยเว็บเพจของประมวลรายวิชา เว็บเพจห้องเรียน เว็บเพจประเมินผล ซึ่งการเรียนการสอนในระบบนี้จะเน้นให้เด็กได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากเว็บไซต์ที่ผู้สอนสร้างขึ้น

จันทร์ทิพย์ แก้วก่า (2541: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลของการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อวิธีการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร จำนวน 120 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดทั้ง 4 วิธี ไม่แตกต่างกัน
2. ความพึงพอใจต่อวิธีการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัด เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดทั้ง 4 วิธี ไม่แตกต่างกัน

สุขวิทย์ ปู้ทอง (2541: บทคัดย่อ) ศึกษาเกี่ยวกับ “การนำเสนอการสอนอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา” ผลการวิจัยพบว่า จุดประสงค์ทั่วไปในการสอนอินเทอร์เน็ตระดับชาติเพื่อเป็นการพัฒนาเยาวชนของชาติให้สามารถใช้อินเทอร์เน็ตในฐานะที่เป็นเทคโนโลยีสารสนเทศและสามารถใช้บริการต่าง ๆ ที่มีอยู่บนอินเทอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ควรจะประกอบด้วย การบรรยายและการฝึกปฏิบัติ สำหรับในส่วนของอุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนควรมีให้พร้อมทั้งอุปกรณ์โมเด็มและโปรแกรมต่าง ๆ ที่สามารถใช้งานได้ ในส่วนของการวัดและประเมินผลควรจะต้องวัดทั้งภาคปฏิบัติและภาคทฤษฎี

ประชิต อินทะกนก (2541: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ “การเปรียบเทียบการเรียนการสอนด้วยอินเทอร์เน็ต ที่บอกกับไม่บอกทิศทางการสืบค้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน” ผลการวิจัยพบว่า 1) ไม่พบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนอินเทอร์เน็ตที่บอกกับไม่บอกทิศทางการสืบค้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ไม่พบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบและลักษณะผู้เรียนต่างกันที่เรียนผ่านอินเทอร์เน็ตที่บอกกับไม่บอกเส้นทางการสืบค้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จำปี ทิมทอง (2542: บทคัดย่อ) ศึกษาเกี่ยวกับ “สภาพ ปัญหาและความต้องการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอนของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย” ผลการวิจัยพบว่า การใช้อินเทอร์เน็ตของครูโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย ส่วนใหญ่ใช้บริการอินเทอร์เน็ตที่โรงเรียน การใช้อินเทอร์เน็ตจะใช้เพื่อการเรียนการสอน โดยการใช้บริการค้นหาข้อมูลจากเว็ลด์ไวต์เว็บ สำหรับปัญหาเกี่ยวกับการใช้อินเทอร์เน็ตของครูส่วนใหญ่ คือ การสื่อสารกับศูนย์บริการมีความเร็ว

ต่ำ การใช้งานระบบอินเทอร์เน็ตมีความซับซ้อนมาก ประเภทของการใช้บริการบนอินเทอร์เน็ตของครูส่วนใหญ่ คือ การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการค้นหาข้อมูลที่เป็นภาษาไทย

วรางคณา หอมจันทร์ (2542: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ “ผลของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบเปิดและแบบปิด และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2” ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงและต่ำกับโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบเปิดและแบบปิด ไม่มีปฏิสัมพันธ์กัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบเปิดและแบบปิด จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ นักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันเมื่อเรียนด้วยโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ปชา ทับทิมหอม (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กรณีศึกษาบทเรียน เรื่อง Environmental Risk Assessment โดยใช้แบบวัดความรู้ก่อนการเรียนและหลังการเรียน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนบทเรียน 7.73 คะแนน หลังจากได้เรียนบทเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเป็น 11.20 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพที่สามารถช่วยให้ผู้ที่ศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้น

ทวีศิลป์ สารแสน (2543: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมทางการเรียนในห้องเรียนด้านครูผู้สอนกับความพึงพอใจของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า โรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีสภาพแวดล้อมทางการเรียนด้านครูผู้สอนโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบพบว่า อันดับหนึ่งได้แก่ ด้านความรู้ และประสบการณ์ของครู อันดับสองด้านบุคลิกภาพของครู อันดับสามด้านเทคนิคการสอนของครูและอันดับสุดท้ายคือด้านการสร้างบรรยากาศในห้องเรียน

วิภาวี วงศ์เลิศ (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง “เซต” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 จากโรงเรียนสนมวิทยาการ โรงเรียนรามวิทยา โรงเรียนรัชมังคลาภิเษก โรงเรียนรัตนบุรี และโรงเรียนสังขะ โรงเรียนละประมาณ 30 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 136 คน กลุ่มที่ 2 เป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปี 4 จำนวน 4 คน ผลการศึกษาพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง “เซต” โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.66/88.56 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังได้รับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง “เซต” โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ความคิดของครูผู้สอนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง “เซต” โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย อยู่ในระดับเหมาะสมมากและมากที่สุด

4. ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง “เซต” โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดแบบอภิปรายอยู่ในระดับพึงพอใจมากและมากที่สุด

ธัญลักษณ์ คงกะเรียน (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ไฮเปอร์เท็กซ์ วิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ไฮเปอร์เท็กซ์สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ภาวนา เห็นแก้ว (2545: บทคัดย่อ) ทำวิจัยเรื่อง ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเว็บ เรื่อง เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยทำการทดลองกับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในเครือมูลนิธิเซนต์คาเบรียลแห่งประเทศไทยในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล รวม 108 คน พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเว็บ เรื่อง เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสิทธิภาพ 91.60/94.70 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ทางเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ของนักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเว็บกับการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านปฏิบัติ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเว็บกับการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความรับผิดชอบ ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเว็บกับการสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความรับผิดชอบ ของนักเรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเว็บก่อนและหลังการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเว็บ

สมพร สุขะ (2545: บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 2) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนิสิตที่มีต่อรูปแบบของเว็บเพจ เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) เพื่อศึกษาความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ 4) เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลัง

เรียนของนิสิตที่เรียนรู้ด้วยตนเองจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการพัฒนาประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สร้างกรอบและแนวคิดการวิจัย 2) สร้างรูปแบบ 3) ปรับปรุงแก้ไข 4) ทดลองภาคสนาม 5) นำเสนอรูปแบบ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ รวม 83 คน ซึ่งแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจ จำนวน 40 คน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองภาคสนามเพื่อพัฒนารูปแบบของเว็บเพจ จำนวน 43 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของเว็บเพจที่พัฒนาขึ้นใน 6 ด้าน ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหา สื่อมัลติมีเดีย การโต้ตอบกับผู้ใช้ ระบบการนำทางภาพประกอบ และส่วนสนับสนุนการใช้งาน มีความเหมาะสมในการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความต้องการในการเรียนรู้เนื้อหาจากเว็บเพจผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนิสิตอยู่ในระดับมากมี 7 เรื่อง ได้แก่ แนะนำเว็บไซต์สำหรับวัยรุ่น โครงการถอดรหัสพันธุกรรมมนุษย์ ผลกระทบต่อสุขภาพจากการใช้คอมพิวเตอร์ แนะนำวิถีคลายเครียด โทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ต วิธีเรียนให้ประสบผลสำเร็จ และเส้นทางรถเมล์ไปมหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ ซึ่งผลการทดสอบความรู้ของนิสิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เสกสรร สายสีสด (2545: บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบระบบการเรียนการสอนโดยใช้อินเทอร์เน็ต สำหรับสถาบันราชภัฏ พบว่า

1. การพัฒนารูปแบบระบบการเรียนการสอนโดยใช้อินเทอร์เน็ต สำหรับสถาบันราชภัฏ ที่ทำการวิเคราะห์เนื้อหา ได้ขั้นตอนรูปแบบระบบจำนวน 11 ขั้นตอน ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายการเรียนการสอน วิเคราะห์ผู้เรียน ออกแบบเนื้อหาบทเรียน กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน การเตรียมความพร้อมสิ่งแวดล้อมการเรียน เตรียมผู้สอน การสร้างแรงจูงใจในการเรียน การดำเนินการเรียนการสอน กิจกรรมเสริมทักษะ ประเมินผลการเรียนการสอน และข้อมูลกลับเพื่อปรับปรุง ซึ่งผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์ “เหมาะสมมาก”

2. ผลการหาประสิทธิภาพเว็บเพจบทเรียนผ่านอินเทอร์เน็ต รายวิชา ระบบสารสนเทศ เพื่อการจัดการที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 84.44/82.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3. ผลของการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและหลังเรียน นักศึกษาที่เรียนด้วยเว็บเพจบทเรียน พบว่า ผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักศึกษาที่เรียนผ่านเว็บเพจบทเรียนในรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้อินเทอร์เน็ต ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีความคิดเห็นและความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนผ่านเว็บเพจ บทเรียนอยู่ในระดับดีมาก

บุญนิตา เวชยา (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับวิธีการจัดการเรียน 2 แบบ ที่มีผลการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1. พัฒนาและ

หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการฝึกอบรม ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตนักศึกษาที่มีรูปแบบการคิดต่างกันที่เกิดจากการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีวิธีจัดการเรียนต่างกัน 3. ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดกับวิธีการจัดการเรียนทั้ง 2 แบบ 4. ศึกษาเจตคติของนิสิตนักศึกษาที่มีต่อการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 5. เพื่อเปรียบเทียบความมีวินัยในตนเองก่อนและหลังการทดลองของนิสิตนักศึกษาที่มีต่อการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การวิจัยพบว่า 1) ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการฝึกอบรม สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับอุดมศึกษาที่มีคุณภาพระดับดีและมีประสิทธิภาพ 91.8/93.5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตนักศึกษาที่มีรูปแบบการคิดแบบอิสระจากสิ่งรอบข้างและแบบไม่อิสระจากสิ่งรอบข้าง เมื่อเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตนักศึกษาที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีการจัดการเรียนแบบรายบุคคลและรายคู่วางมือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดและวิธีการจัดการเรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 5) นิสิตนักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 6) ความมีวินัยของนิสิตนักศึกษาที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบสื่อหลายมิติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก่อนและหลังการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จินดา สวัสดิ์ทวี (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ “การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ ที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกคณิตศาสตร์ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาแคลคูลัส ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ของสถาบันราชภัฏยะลา จำนวน 30 คน” ในการวิจัยประกอบด้วย บทเรียนและแบบฝึกหัดที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ แบบทดสอบ แบบประเมินบทเรียนที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และแบบวัดความสนใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความเที่ยงตรงของเนื้อหาบทเรียน ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 74/93.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผู้เรียนมีความสนใจต่อบทเรียนที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.07$)

พัลลภ คงนุรัตน์ (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง โจทย์ปัญหาการลดลบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุดารัตน์ มุสิกชาติ (2549: บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาเว็บการเรียนการสอน เรื่อง การค้นหาสารสนเทศ ผลการวิจัยพบว่า 1) เว็บการเรียนการสอน เรื่องการค้นหาสารสนเทศที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.16/80.31 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นิสิตมีความคิดเห็นว่าเว็บการเรียนการสอน เรื่อง การค้นหาสารสนเทศ ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ผลของการวิจัยที่ศึกษารูปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าการสอนแบบเดิมในชั้นเรียน และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อวิชาที่เรียนมากกว่าการสอนแบบปกติ ซึ่งสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตน และเรียนได้โดยไม่มีเงื่อนไขเรื่องเวลาเป็นตัวกำหนด ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าเรื่องการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ได้ มีรายละเอียดต่างๆ ในการดำเนินการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
4. แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
5. วิธีดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี ตำบลบางคูเวียง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ซึ่งมีทั้งหมด 6 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 225 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 แผนการเรียนวิทย์-คณิตฯ โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี ตำบลบางคูเวียง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 105 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง การแจกแจงปกติ ซึ่งแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็น 3 หน่วย ดังนี้

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| 1. ค่ามาตรฐาน | จำนวน 2 คาบ |
| 2. การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ | จำนวน 1 คาบ |
| 3. พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ | จำนวน 2 คาบ |

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้า 5 คาบ คาบละ 50 นาที มีเนื้อหาดังนี้

คาบที่ 1-2 ค่ามาตรฐาน ประกอบด้วย ความหมายของค่ามาตรฐาน การหาค่ามาตรฐาน การหาค่ามาตรฐานเฉลี่ย การเปรียบเทียบข้อมูล การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าของข้อมูลดิบ เมื่อทราบค่ามาตรฐานและค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง การแก้โจทย์ปัญหา

คาบที่ 3 การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ ได้แก่ ลักษณะของการแจกแจงแบบต่างๆ สมบัติของการแจกแจงแบบปกติ เส้นโค้งปกติ ตารางการแจกแจงปกติแบบต่างๆ

คาบที่ 4-5 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ได้แก่ สมบัติของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ การหาค่ามาตรฐานและข้อมูลดิบเมื่อทราบพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติและค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง การแก้โจทย์ปัญหา

ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 2 คาบ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จำนวน 20 ข้อ
4. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยประจำบทเรียนแต่ละบทเรียนมีจำนวน 3 บทเรียน
5. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นในรูปแบบบทเรียนเพื่อการสอน (Tutorial Instruction) โดยใช้หลักการของวิธีการระบบ (System Approach) ในการสร้าง Web Based Instruction (WBI) วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์จากหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เรื่อง “การแจกแจงปกติ” และคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งมีทั้งหมด 3 เรื่อง คือ

1. ค่ามาตรฐาน
2. การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ
3. พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน โดยศึกษาหลักสูตรวิชาและกำหนดเป็นรายละเอียด
หัวข้อย่อยดังนี้

หน่วยที่ 1 ค่ามาตรฐาน

- 1.1 การแปลงข้อมูลดิบให้เป็นค่ามาตรฐาน
- 1.2 การหาข้อมูลดิบจากค่ามาตรฐาน
- 1.3 การเปรียบเทียบค่าของข้อมูลตั้งแต่สองค่าขึ้นไป

หน่วยที่ 2 การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ

- 2.1 การแจกแจงปกติ
- 2.2 เส้นโค้งปกติ

หน่วยที่ 3 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

- 3.1 การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ
- 3.2 การหาค่ามาตรฐานเมื่อทราบพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ
- 3.3 การหาค่าข้อมูลดิบเมื่อทราบพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

จากการวิเคราะห์เนื้อหาทั้งหมดแบ่งเป็นหน่วยย่อยได้ 3 หน่วย จากนั้นจึงเขียนจุดประสงค์
เชิงพฤติกรรม และนำไปเขียนเป็นกรอบใบบทเรียน WBI ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบเนื้อหาบทเรียน ได้ดำเนินการดังนี้

นำเนื้อหาบทเรียนไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญทางการสอน
วิชาคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาธ สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่
และอาจารย์นวนน้อย เจริญผล เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการสอน
2. ความถูกต้องของเนื้อหาและกิจกรรม
3. ลำดับขั้นในการเสนอเนื้อหา

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาบทเรียนและหน่วยย่อย

การปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาบทเรียนนั้นได้ดำเนินการตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาและ
ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์เสนอแนะมา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้ได้เนื้อหาที่ถูกต้อง
ตามแนวความคิดและทฤษฎี

ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการศึกษาต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อ

ตรวจสอบความสอดคล้องของแนวคิดตามหลักทฤษฎีเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบสอบถามเพื่อขอความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญจากการวัดดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence) ซึ่งระดับความคิดเห็นแบ่งเป็น 3 ระดับ และมีค่าคะแนน ดังนี้

ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

เห็นด้วย	หมายถึง	ค่าคะแนน +1
ไม่แน่ใจ	หมายถึง	ค่าคะแนน 0
ไม่เห็นด้วย	หมายถึง	ค่าคะแนน -1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.33 – 1.00

2. สร้างผังงาน (Flowchart) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของบทดำเนินเรื่องและใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียน โดยศึกษาเนื้อหาจากเอกสารและการจัดลำดับความสำคัญของเนื้อหา การจัดกิจกรรมระหว่างบทเรียนและบททดสอบ โดยผังงานจะเริ่มต้นที่ขั้นตอนการลงทะเบียนเรียน การล็อกอินเข้าสู่บทเรียน การทำแบบทดสอบก่อนเรียน เริ่มเรียนเนื้อหาบทเรียนที่ 1 และทำแบบฝึกหัดท้ายบท จากนั้นจึงเริ่มเรียนเนื้อหาบทเรียนที่ 2 ทำแบบฝึกหัดท้ายบท เรียนเนื้อหาบทเรียนที่ 3 แล้วทำแบบฝึกหัดท้ายบท และขั้นตอนสุดท้ายคือการทำแบบทดสอบหลังเรียนตามลำดับจนครบทุกบท

3. บทดำเนินเรื่อง (Storyboard) เป็นการออกแบบการดำเนินเรื่องราวของบทเรียน โดยแบ่งออกเป็นเฟรมตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนในขั้นต่อไป โดยมีจำนวนสตอรี่บอร์ดทั้งหมด 139 เฟรม ตั้งแต่เฟรมหน้าแรกของโปรแกรมจนถึงเฟรมหน้าสุดท้ายของการทำแบบทดสอบ

4. ออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design) เป็นการออกแบบการจัดพื้นที่ของจอภาพของคอมพิวเตอร์ ให้เป็นสัดส่วนในการนำเสนอเนื้อหาภาพ การกำหนดปุ่มควบคุมบทเรียนและส่วนอื่นๆ โดยการวางรูปแบบการนำเสนอเป็นแบบ (Top and Nested Left Frames) คือการวางเว็บเพจเป็นแบบเฟรม มี 3 ส่วนคือ เฟรมด้านบนแสดงหัวเรื่อง เฟรมด้านซ้ายแสดงเมนูเนื้อหา และเฟรมด้านขวาแสดงรายละเอียดของเนื้อหา โดยออกแบบในส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 4.1 ออกแบบ Web Page เริ่มแรกของการเข้าสู่โปรแกรม
- 4.2 ออกแบบ Web Page หลักเป็นลักษณะของเมนู
- 4.3 กำหนดรูปแบบตัวอักษรและภาพ กำหนดสีที่ใช้
- 4.4 ออกแบบการวางรูปแบบต่างๆ ในเฟรม

5. การสร้างบทเรียน (Building the Lesson)

5.1 เตรียมการจัดหาและสร้างทรัพยากรต่าง ๆ ที่สอดคล้องตามเนื้อหา มาเพื่อใช้ประกอบในการสร้างบทเรียน

5.2 สร้างบทเรียนตามบทดำเนินเรื่องและลำดับของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” โดยนำข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิกภาพเคลื่อนไหว เสียง และแบบทดสอบ ที่มีคุณภาพ ที่ได้เตรียมไว้มาใช้ประกอบในการสร้างบทเรียน ผู้ใช้สามารถเรียกเข้าใช้งานผ่าน Web Browser ติดตั้งได้ทั้งระบบปฏิบัติการที่เป็น Unix, Linux และ Windows ใช้ภาษา HTML, PHP, Java Script ในการควบคุมโปรแกรม ใช้โปรแกรม Adobe Photoshop สำหรับการ ออกแบบและแต่งภาพ ใช้โปรแกรม Macromedia Flash สำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหว และสร้าง ฐานข้อมูล MySQL ด้วยโปรแกรม phpMyadmin ในการสร้างบทเรียนและโยงความสัมพันธ์ระหว่าง เนื้อหา ตามผังงานที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบและแก้ไขเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้สร้างจะทำการตรวจสอบการทำงานของบทเรียนด้วยตนเองก่อน โดย การตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์และตรงตามขอบเขตที่กำหนด ได้แก่ การเข้าสู่ระบบโดยกรอก ข้อมูลรหัสผู้ใช้และรหัสผ่าน การแก้ไขข้อมูลส่วนตัว การแก้ไขค่า ตัวแปรต่างๆ การตั้งค่าเว็บไซต์ การแก้ไขรูปแบบเว็บ การเลือกภาษาที่ใช้ในเว็บ การจัดการโมดูล ซึ่งประกอบด้วย กระดานเสวนา การบ้าน บทเรียน บันทึกความก้าวหน้า ห้องสนทนา ระบบการอนุมัติผู้ใช้งาน การแก้ไข ลบบัญชี ของสมาชิก การเพิ่มสมาชิก การอัปโหลดสมาชิก

2. การตรวจสอบโดยที่ปรึกษา โดยนำแผ่นเรื่องราว (Storyboard) ที่สร้างขึ้น ไปเสนอผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาธ สอนางค์ ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และอาจารย์นวลน้อย เจริญผล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม ของบทเรียน จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์เสนอแนะมา

ขั้นตอนที่ 7 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้แก้ไขแล้วด้วยโปรแกรมดังที่กล่าว มาแล้วในข้อ 4.2 อีกครั้งหนึ่งตามที่ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์เสนอแนะมา

ขั้นตอนที่ 8 การตรวจสอบแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นำบทเรียนที่ปรับปรุงเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้าน เทคนิคจำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาธ สอนางค์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และ อาจารย์นวลน้อย เจริญผล เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของบทเรียน แบบสอบถาม แบ่งเป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา และด้านเทคนิค

ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดย กำหนดค่าระดับความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนและความหมาย ดังนี้

ระดับ	5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับ	4	หมายถึง	ดี
ระดับ	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับ	2	หมายถึง	พอใช้

ระดับ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
เกณฑ์การประเมินค่าคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กำหนดค่าคะแนน
ออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ดีมาก	มีค่าเท่ากับ	4.50 – 5.00	คะแนน
ดี	มีค่าเท่ากับ	3.50 – 4.49	คะแนน
ปานกลาง	มีค่าเท่ากับ	2.50 – 3.49	คะแนน
พอใช้	มีค่าเท่ากับ	1.50 – 2.49	คะแนน
ควรปรับปรุง	มีค่าเท่ากับ	1.00 – 1.49	คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค เป็นแบบสอบถามที่ใช้สำหรับวัดระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งการประเมินด้านเนื้อหาออกเป็น 2 ด้าน และด้านเทคนิค 3 ด้าน เกณฑ์ในการยอมรับว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มีคุณภาพ ผู้วิจัยกำหนดค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และได้ค่าคุณภาพด้านเนื้อหาเฉลี่ย 3.84 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนคุณภาพด้านเทคนิคเฉลี่ย 4.63 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ขั้นตอนที่ 9 ทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพ และค่าดัชนีประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามขั้นตอนดังนี้

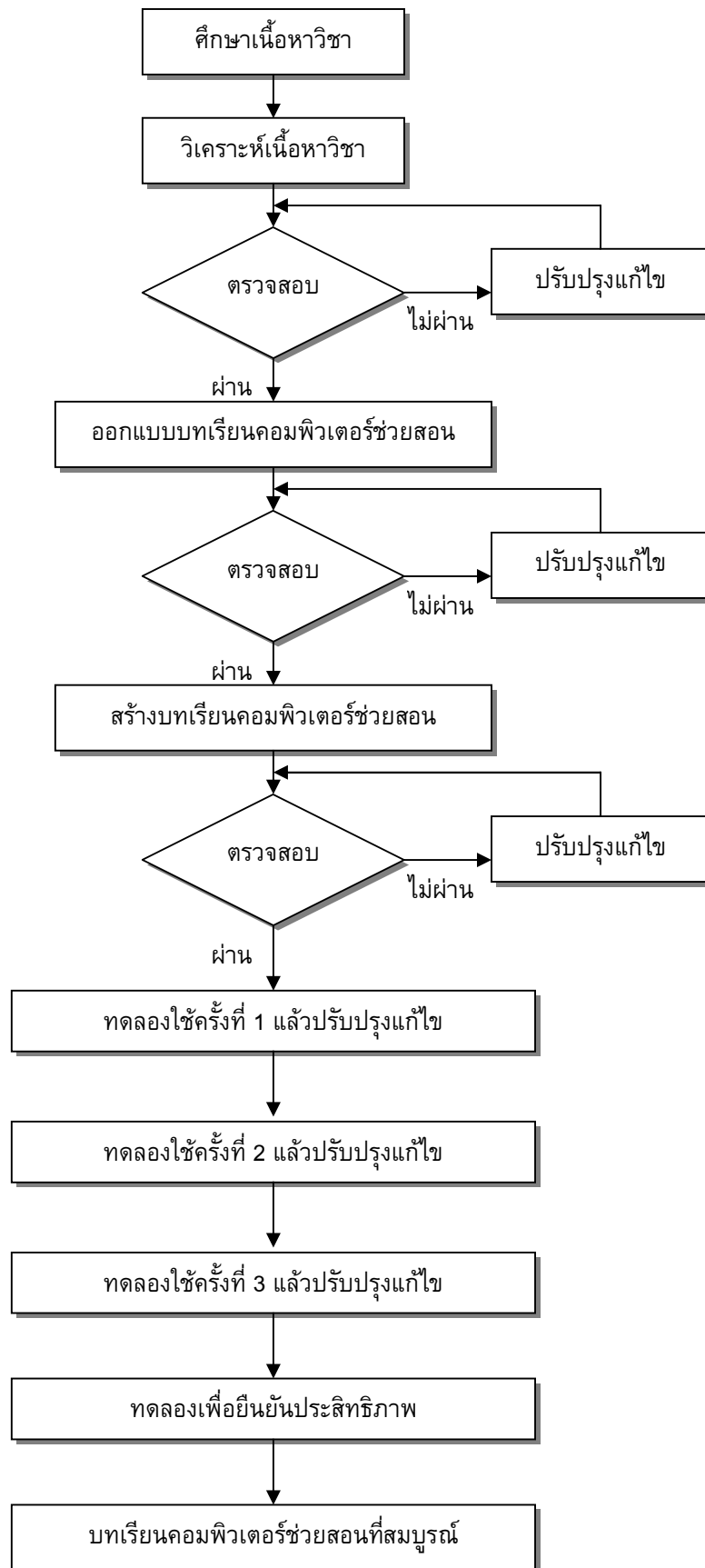
1. ทดลองแบบหนึ่งต่อสองต่อหนึ่งกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 คณะพยาบาลศาสตร์ จำนวน 4 คน ประกอบด้วยนักศึกษาที่เรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1

2. ทดลองแบบกลุ่มเล็กกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 คณะพยาบาลศาสตร์ จำนวน 12 คน ประกอบด้วยนักศึกษาที่เรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน ในอัตราส่วน 1 : 2 : 1

3. ทดลองภาคสนามกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 คณะพยาบาลศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์ จำนวน 100 คน ซึ่งมีทั้งนักศึกษาที่เรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน รวมกันในอัตราส่วน 1 : 3 : 1

4. ทดลองเพื่อยืนยันประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 105 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 80/80

สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภูมิขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ได้ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบที่ 8 แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์

3.2 คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 2 ชุด คือ

3.2.1 คู่มือครู

1. รายละเอียดทั่วไป

- 1.1 คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่จำเป็น
- 1.2 การติดตั้งระบบ
- 1.3 การเปิดใช้งานบทเรียน

2. คำชี้แจงเกี่ยวกับบทบาทของครูผู้สอนในการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” เรื่อง

3. แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวการสอนจากคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของ สสวท.

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยยึดเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และแนวการสอนจากคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของ สสวท. โดยมีเนื้อหาย่อย 3 เรื่อง คือ

1. ค่ามาตรฐาน
2. การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ
3. พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

และแนวทางการจัดการเรียนรู้ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ โดยมีส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. จุดประสงค์การเรียนรู้
2. สาระการเรียนรู้
3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้
4. กิจกรรมการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอน คือ
 - ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน
 - ขั้นสอน
 - ขั้นสรุป
5. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จำนวน 3 แผน ดังนี้	
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ	จำนวน 1 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ	จำนวน 2 ชั่วโมง

3.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอนที่สร้างเรียบร้อยแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสม โดยผู้วิจัยเสนอเกณฑ์ ดังนี้

- 3.4.1 ความชัดเจนและความถูกต้องของจุดประสงค์การเรียนรู้
- 3.4.2 ความสอดคล้องของเนื้อหา กิจกรรมและสื่อการสอน
- 3.4.3 ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับการวัดและ

ประเมินผล

3.2.2 คู่มือนักเรียน

1. คำชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1.1 ให้ผู้เรียนทำการลงทะเบียนเรียนที่หน้าแรกของบทเรียนออนไลน์ ให้ผู้เรียนคลิกคำสั่ง ลงทะเบียนใหม่ จากนั้นจะพบกรอบให้ป้อนรายละเอียดของผู้เรียน
- 1.2 ป้อนรายละเอียดเสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม บันทึก โปรแกรมจะแสดงหน้าหลัก
- 1.3 คลิกคำสั่ง เข้าสู่ห้องเรียน จากเมนูหลักด้านซ้ายมือเพื่อเข้าสู่ห้องเรียน
- 1.4 โปรแกรมจะแสดงรายวิชาที่เปิดสอน จากนั้นให้เลือกรายวิชาที่ต้องการจะเรียน แล้วคลิกที่ปุ่ม Submit โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดของบทเรียนนั้น
- 1.5 ให้นักเรียนทำกิจกรรมตามลำดับต่อไปนี้
 - 1.5.1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
 - 1.5.2 เรียนเนื้อหา
 - 1.5.3 ทำแบบทดสอบหลังเรียน
 - 1.5.4 ออกจากบทเรียน
- 1.6 การทำแบบทดสอบหลังจากเรียนบทเรียนจนเข้าใจแล้วให้คลิกคำสั่ง ทำแบบทดสอบจะอยู่ทางด้านขวาสุดของแต่ละหัวข้อจากนั้นโปรแกรมจะแสดงแบบทดสอบให้นักเรียนทำ
- 1.7 หลังจากทำแบบทดสอบหลังเรียนเสร็จแล้ว สามารถดูผลการสอบและออกมาศึกษาเนื้อหาเพิ่มเติมได้

2. เนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มี 3 หน่วย หน่วยที่ 1 เรื่องค่ามาตรฐาน หน่วยที่ 2 การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ หน่วยที่ 3 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ให้นักเรียนเรียนหน่วยที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.3.1 ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

3.3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากหนังสือการวัดผลและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของพร้อมพรรณ อุดมสิน. (2535). การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. หน้า13-27.

3.3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จำนวน 40 ข้อ โดยเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก นำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจและแก้ไข แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และอาจารย์นวนน้อย เจริญผล ตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา สำนวน และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งหลังจากปรับปรุงแก้ไขแล้วได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเป็น 1.00 ทุกข้อ

3.3.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้ว นำไปทดลองกับกลุ่มนักเรียนระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 คณะพยาบาลศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์ของมหาวิทยาลัยปทุมธานี จำนวน 100 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มาแล้วเพื่อหาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ

3.3.5 ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบที่นักศึกษาทำ โดยให้ 1 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบถูกและให้ 0 คะแนน สำหรับข้อสอบที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 ตัวเลือก

3.3.6 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เทห์ ฟาน (Chung Teh Fan. 1952: 3-32) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป EVANA 401

3.3.7 คัดเลือกแบบทดสอบเฉพาะข้อที่มีความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.2 – 0.8 โดยได้ข้อสอบที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.77 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.26 – 0.91 ไว้จำนวน 20 ข้อ

3.3.8 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 20 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มนักเรียนระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยปทุมธานี จำนวน 100 คน ซึ่งได้ผ่านการเรียนรู้เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มาแล้วเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson – 20) ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 197-199) ได้ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.87

3.3.9 นำแบบทดสอบไปใช้ในการวิจัย

3.4 แบบทดสอบย่อยประจำบทเรียนแต่ละบทเรียน

แบบทดสอบประจำแต่ละบทเรียนมีลักษณะที่เป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก ทั้ง 3 บทเรียน มีจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ ประกอบด้วย

บทเรียนที่ 1 คำมาตรฐาน	มีจำนวน 10 ข้อ
บทเรียนที่ 2 การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ	มีจำนวน 10 ข้อ
บทเรียนที่ 3 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ	มีจำนวน 10 ข้อ

ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบย่อยจากตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้างและการวิเคราะห์ข้อสอบ
2. ศึกษาเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังได้จากการวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจากจากหนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
3. สร้างแบบทดสอบย่อยทั้ง 3 บทเรียน เรื่อง การแจกแจงปกติ บทเรียนละ 15 ข้อ จำนวน 45 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด แล้วนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจและแก้ไข แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนคณิตศาสตร์ 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สอ้านวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และอาจารย์นวลน้อย เจริญผล ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความเหมาะสมของภาษาของคำถามแต่ละข้อ
4. นำแบบทดสอบที่ได้รับการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์ IOC เลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ไว้บทเรียนละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ และได้แบบทดสอบของแต่ละบทเรียนมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

3.5 แบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์

แบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จำนวน 33 ข้อ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากเอกสาร ตำราที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ แล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบวัดความพึงพอใจตามวิธีการของลิเคิร์ต (Likert)

3.5.2 สร้างแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จำนวน 33 ข้อ โดยปรับปรุงมาจากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อนวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2541). การพัฒนานวัตกรรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น. หน้า388-389. ลักษณะของแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอน เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ และข้อความเป็นข้อความทางบวกและทางลบ จึงให้คะแนนดังนี้

กรณีที่ข้อความมีความหมายเป็นทางบวก (Positive) กำหนดให้คะแนนแต่ละความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

มากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
มาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
น้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

กรณีที่ข้อความมีความหมายเป็นทางลบ (Negative) กำหนดให้คะแนนแต่ละความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มากที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน
มาก	ให้คะแนน 2 คะแนน
ปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
น้อย	ให้คะแนน 4 คะแนน
น้อยที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน

และประเมินระดับความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เกณฑ์การประเมินของประคอง กรรณสูต. (2538). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. หน้า 77. ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50 – 5.00	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ในระดับมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย 3.50 – 4.49	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ในระดับมาก
คะแนนเฉลี่ย 2.50 – 3.49	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.50 – 2.49	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.49	นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ในระดับน้อยที่สุด

3.5.3 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์ประสาท สอำนาจศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่ และอาจารย์นวลน้อย เจริญผล ตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ตลอดจนความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3.5.4 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการตรวจจากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ IOC (Index of

item-Objective Congruence) เลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และพบว่าแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

3.5.5 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการหาประสิทธิภาพ

3.5.6 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ใช้วิธีหาเป็นรายข้อตามแนววิธีการ t-test one group ได้ค่า t อยู่ระหว่าง 2.40 – 9.93 และหาความเชื่อมั่นของมาตราวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 170-172) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งฉบับ เท่ากับ 0.96

3.5.7 นำแบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4. แบบแผนที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการพัฒนาและทดลองโดยใช้รูปแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการเรียนรู้ (One-group-Pretest-Posttest Design) รูปแบบการวิจัยชนิดนี้เขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 60)

ตาราง 1 แบบแผนการทดลองแบบ One-group-Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

T₁ แทน ทดสอบก่อนเรียน

T₂ แทน ทดสอบหลังเรียน

5. วิธีดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

5.1 ขอความร่วมมือกับโรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี ที่ทำการทดลองซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างของการทดลองในครั้งนี้ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยการให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

5.2 ติดตั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นบนเครื่องคอมพิวเตอร์เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมีหน่วยความจำ 1 กิกะไบต์ ฮาร์ดดิสก์ 80 กิกะไบต์ ซีพียู เพนเทียม 4 ความเร็ว 2.66 จิกะเฮิร์ต ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows XP และลงโปรแกรม Apache web server ทำหน้าที่บริการต่างๆ ของเซิร์ฟเวอร์ ระบบเครือข่ายเป็นแบบภายใน (LAN) โดยสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ทุกห้องเรียน

5.3 ชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน วัตถุประสงค์ของการทดลอง และขอความร่วมมือในการทดลอง เพื่อให้ได้ผลตามความเป็นจริง

5.4 ให้กลุ่มตัวอย่างเรียกใช้บทเรียน โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีการติดตั้งระบบแล้ว โดยเรียกใช้บทเรียนที่ได้ติดตั้งไว้ และให้กลุ่มตัวอย่างลงทะเบียน เพื่อขอสิทธิในการเข้าเรียน และเริ่มทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) ก่อนที่จะเริ่มเรียนในเนื้อหาบทเรียน

5.5 ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนในแต่ละเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยแนะนำและให้คำปรึกษาปัญหาต่างๆ

5.6 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน (Exercise) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” หลังจากการเรียนจบแต่ละบท

5.7 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) เพื่อประเมินผลทางการเรียนซึ่งคะแนนต่างๆ จะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลผู้เรียน

5.8 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน (Exercise) แต่ละหน่วยการเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) มาหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนโดยการเปรียบเทียบตามสูตร E_1 / E_2

5.9 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) จากฐานข้อมูลผู้เรียน โดยเรียกดูข้อมูลการทำแบบทดสอบทั้งหมดของนักเรียนแต่ละคนจากหน้าเว็บส่วนของผู้สอน นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบตามสูตร t-test แบบ Dependent Sample

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยแต่ละชุด กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจบบทเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

6.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อศึกษาพัฒนาการหรือการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยการทดสอบที (t-test)

6.3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ทำการวิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมินระดับความคิดเห็นโดยใช้เกณฑ์การประเมินของประคอง กรรณสูต. (2538). สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. หน้า77.

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ใช้สถิติเพื่อทดสอบค่าต่างๆ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538: 73)

$$\text{สูตร } \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.

2538: 73)

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

เมื่อ S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” โดยใช้เทคนิค 27% ของ จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952: 6-32)

2.3 การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson โดยมีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 123)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{\sigma^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนแบบทดสอบ
	p_i	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกต้องในข้อที่ i
	q_i	แทน	สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อนั้นผิด
	σ^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.4 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความพึงพอใจโดยใช้วิธีการแจกแจงที (t-distribution) ซึ่งใช้ในการหาอำนาจจำแนกของคำถามที่เป็นแบบสอบถามมาตราการจัดอันดับ โดยจะแบ่งกลุ่มนักศึกษาที่ได้หน้าหนักคะแนนสูงออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้หน้าหนักคะแนนต่ำออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มต่ำ แล้วคำนวณหาค่าคะแนนเฉลี่ย และคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มแทนค่าในสูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 185-186)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	\bar{X}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	\bar{X}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” วิเคราะห์โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งเป็นการหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรครอนบัก (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 125-126) ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนทั้งฉบับ
	n	แทน	จำนวนข้อ

3. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมุติฐาน

3.1 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้สูตร E_1/E_2 (เสาวณีย์ ลิกขา บัณฑิต. 2528: 295) เพื่อทดสอบสมมุติฐานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100, \quad E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ในแต่ละชุดของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนน
	E_2	แทน	คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละชุดของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.2 ใช้สถิติ t-test Dependent เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนและหลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จากสูตร (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538: 100 – 106)

$$\text{สูตร} \quad t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} ; \quad df = n - 1$$

เมื่อ	t	แทน	สถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างคะแนนการทดสอบ หลังเรียนกับคะแนนก่อนเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่าง คะแนนการทดสอบหลังและก่อนเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.3 สถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐานความพึงพอใจของผู้เรียนหลังการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไป โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test One Sample จากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 161)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{N}}}, \quad df = n - 1$$

เมื่อ	μ_0	แทน	ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมาก
	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ
	S	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

และใช้สถิติบรรยาย ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้ออกไปหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจ
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบคำถามทั้งหมด

$$S = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum x^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัวในกลุ่ม ผู้ตอบแบบสอบถาม
	$(\sum x)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดยก กำลังสอง
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมาย ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

N	แทน	จำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็ม
\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการระหว่างเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
E_2	แทน	ประสิทธิภาพหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
t	แทน	ค่าที่พิจารณาใน t-distribution
df	แทน	ขั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom)
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์และผลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใช้เกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test Dependent
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ใช้วิธีการทางสถิติคือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test One Sample

1. ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในแต่ละชุด

ชุดที่	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”	ประสิทธิภาพ (E ₁ /E ₂)
1	ค่ามาตรฐาน	94.77/84.00
2	การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ	85.40/84.30
3	การหาค่ามาตรฐานและข้อมูลดิบเมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติให้	93.00/88.40
	เฉลี่ย	91.06/85.57

จากตาราง 2 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 3 ชุด มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 91.06/85.57

2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏผลดังตาราง 3

ตาราง 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6

การสอบ	N	k	\bar{X}	S.D.	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน	105	20	5.46	3.20	1268	16718	33.66**
หลังเรียน	105	20	17.53	2.24			

$$t_{(0.01, df = 104)} = 2.33$$

จากตาราง 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียน หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ 6 เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลของความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปรากฏผลดังนี้

ตาราง 4 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ด้านลักษณะของตัวอักษร ข้อความ กราฟิก			
1. รูปภาพและกราฟิกที่ใช้ประกอบในบทเรียนทำให้บทเรียนน่าสนใจ	3.78	0.79	มาก
2. รูปแบบของตัวอักษรอ่านง่ายและชัดเจน	3.70	0.67	มาก
3. สีของตัวอักษรที่ใช้ในเนื้อหาบทเรียน สีพื้นจอ สีภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้บทเรียนน่าสนใจ	3.90	0.65	มาก
4. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียนมีความเหมาะสม	3.86	0.73	มาก
5. เสียงประกอบบทเรียนทำให้มีความสุขในการเรียน	3.72	0.79	มาก
เฉลี่ย	3.79	0.73	มาก
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
6. ลักษณะและวิธีการเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	3.95	0.63	มาก
7. กิจกรรมในบทเรียนช่วยให้ข้าพเจ้าค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	3.93	0.67	มาก
8. กิจกรรมในบทเรียนช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า	4.14	0.78	มาก
9. กิจกรรมในบทเรียนช่วยฝึกให้ข้าพเจ้าทำงานอย่างเป็นระบบ	4.20	0.69	มาก
10. กิจกรรมในบทเรียนกระตุ้นให้ข้าพเจ้าเกิดการแสวงหาความรู้ด้วย ตนเอง	4.18	0.71	มาก
เฉลี่ย	4.08	0.70	มาก
ด้านการติดต่อปฏิสัมพันธ์			
11. ข้าพเจ้าสามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน	3.83	0.72	มาก
12. ข้าพเจ้าสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอน	3.69	0.67	มาก
13. การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนทำให้ข้าพเจ้าเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	3.90	0.77	มาก
14. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีหลากหลายช่องทางในการ ติดต่อสื่อสาร	3.85	0.75	มาก
15. บทเรียนช่วยเสริมสร้างความกล้าในการถามและแสดงความคิดเห็น ของข้าพเจ้า	3.81	0.64	มาก
เฉลี่ย	3.82	0.71	มาก

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ด้านบรรยากาศในการเรียนและการเชื่อมโยงแหล่งความรู้เพิ่มเติม			
16. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ข้าพเจ้าเรียนอย่างมีความสุข	3.79	0.74	มาก
17. ข้าพเจ้าสามารถใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่องตามความต้องการของข้าพเจ้า	4.01	0.73	มาก
18. กิจกรรมในบทเรียนช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนของข้าพเจ้ามากขึ้น	4.18	0.75	มาก
19. บทเรียนนี้ช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถค้นคว้าความรู้จากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง	4.06	0.73	มาก
เฉลี่ย	4.01	0.74	มาก
ด้านการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ			
20. แบบฝึกหัดในบทเรียนช่วยฝึกทักษะการคิดคำนวณของข้าพเจ้า	3.78	0.81	มาก
21. แบบฝึกหัดในบทเรียนช่วยให้ข้าพเจ้าทำงานอย่างเป็นระบบ	3.94	0.73	มาก
22. โจทย์ปัญหาในบทเรียนช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาของข้าพเจ้า	3.88	0.80	มาก
23. การแสดงผลคะแนนของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในบทเรียนทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจในการเรียน	3.80	0.81	มาก
24. การมีรูปภาพประกอบในแบบฝึกหัดทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจมากขึ้น	3.73	0.76	มาก
เฉลี่ย	3.83	0.78	มาก
ด้านการเข้าสู่ระบบ รูปแบบ และการใช้บทเรียน			
25. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ใช้ระยะเวลาในการโหลดข้อมูลรวดเร็ว	3.78	0.62	มาก
26. ข้าพเจ้าสามารถแก้ปัญหาในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ได้ด้วยตนเอง	3.67	0.66	มาก
27. การนำเข้าสู่บทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีความน่าสนใจ	3.94	0.67	มาก
28. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยในการเรียนรู้ด้วยตนเองของข้าพเจ้า	4.02	0.72	มาก
29. รูปแบบการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	3.95	0.79	มาก
30. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ข้าพเจ้าเรียนรู้ได้ตามอิสระ	3.93	0.79	มาก

ตาราง 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
31. คำสั่ง/เครื่องหมายบอกเส้นทางไปยังส่วนต่างๆ ของเนื้อหาหรือกิจกรรมในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีความชัดเจน	4.17	0.80	มาก
32. การสรุปเนื้อหาสาระสำคัญในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความถูกต้อง กระชับ และเข้าใจง่าย	4.16	0.80	มาก
33. กิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจอยากเรียน อยากทำ และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์	4.18	0.82	มาก
เฉลี่ย	3.98	0.74	มาก
โดยภาพรวม	3.92	0.73	มาก

จากตาราง 4 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในแต่ละด้าน เฉลี่ยในแต่ละด้านและเฉลี่ยโดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเรียงลำดับระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนในแต่ละด้านจากมากไปน้อยได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านบรรยากาศในการเรียนและการเชื่อมโยงแหล่งความรู้เพิ่มเติม นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด รองลงมาคือด้านการเข้าสู่ระบบ การใช้บทเรียน ความสามารถของระบบ จนถึงด้านการติดต่อปฏิสัมพันธ์ตามลำดับ

ตาราง 5 ค่า t-test ของความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

	N	\bar{X}	S.D.	μ_0	t-test
ความพึงพอใจของนักเรียน	100	3.92	0.73	3.50	5.75**

$$t_{(.01, df=99)} = 2.33$$

จากตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงพัฒนาโดยมีความมุ่งหมายเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สามารถสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาดังนี้

สังเขป ความมุ่งหมาย สมมติฐานและวิธีการศึกษาค้นคว้า

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

สมมติฐานในการศึกษาค้นคว้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยพิจารณาจาก

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” อยู่ในระดับมาก

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี ตำบลบางคูเวียง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี ซึ่งมีทั้งหมด 6 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 225 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 แผนการเรียนวิทย์-คณิตฯ โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี ตำบลบางคูเวียง อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 3 ห้องเรียน มีนักเรียน 105 คน

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

- | | |
|---------------------------------|-------------|
| 1. คำมาตรฐาน | จำนวน 2 คาบ |
| 2. การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ | จำนวน 1 คาบ |
| 3. พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ | จำนวน 2 คาบ |

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 7 คาบ คาบละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบจำนวน 20 ข้อ นำไปหาค่าความยาก (p) ได้ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.23 - 0.77 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.26 - 0.91 และมีค่าความเชื่อมั่น 0.87
4. แบบฝึกหัดและแบบทดสอบย่อยประจำบทเรียนแต่ละบทเรียนมีจำนวน 3 บทเรียน

5. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. ขอความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยปทุมธานี เพื่อทำการทดลองหาประสิทธิภาพ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. นำแผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี จำนวน 4 คน โดยมีอัตราส่วนนักศึกษาที่เรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 7 ชั่วโมง เก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหา เทคนิคและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

3. นำแผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี จำนวน 12 คน โดยมีอัตราส่วนนักศึกษาที่เรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 2 : 1 รวมระยะเวลา 7 ชั่วโมง เก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหา เทคนิคและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

4. นำแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสำรวจความพึงพอใจและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 คณะพยาบาลศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยปทุมธานี จำนวน 100 คน โดยมีอัตราส่วนนักศึกษาที่เรียน เก่ง : ปานกลาง : อ่อน คือ 1 : 3 : 1 รวมระยะเวลา 7 ชั่วโมง เก็บข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหา เทคนิคและเวลาที่ใช้ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสำรวจความพึงพอใจและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทย์-คณิตฯ 3 ห้องเรียน จำนวน 105 คน รวมระยะเวลา 7 ชั่วโมง เก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปตรวจสอบสมมุติฐาน

6. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมุติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ใช้สูตร E_1/E_2 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

2. ใช้ค่าสถิติ t-test Dependent เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

3. ใช้ค่าสถิติ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test One Sample ประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคุณภาพโดยพิจารณาจาก

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 91.06/85.57

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สูงวกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” อยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.06/85.57 สูงวกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานข้อ 1 การวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบฝึกหัด แบบทดสอบประจำบทเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจจะเป็นเพราะ

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้สร้างอย่างมีระบบโดยได้ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี/รายภาค หนังสือเรียนและคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง “การแจกแจงปกติ” หลักการและวิธีสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมทั้งเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกักับเนื้อหาการแจกแจงปกติ โดยได้กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และวัยของผู้เรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจง

ปกติ” แต่ละหน่วยประกอบด้วยสื่อหลาย ๆ อย่างผสมผสานกันทั้งข้อมูล ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และมีการให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญอื่นๆ ส่วนประกอบของบทเรียนมีเนื้อหา แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ รวมถึงมี คำอธิบาย คำถาม และตัวอย่างประกอบ เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ มาโนชย์ ไชยสวัสดิ์. (2540). *วารสาร มจร.วิชาการ*. หน้า26. ที่กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้เข้ามามีบทบาททางการศึกษาเพิ่มมากขึ้น เข้ามามีบทบาทในการที่ ผู้สอนจะถ่ายทอดความรู้เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีรูปแบบและขั้นตอนที่เหมาะสม สำหรับการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะที่มีการโต้ตอบ ซึ่งไม่แตกต่างไปจากกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียน

1.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ ได้สร้างเนื้อหาออกเป็นชุด แต่ละชุดจะแยกเนื้อหา ออกเป็นคาบเรียน ในแต่ละคาบเรียนจะระบุจุดประสงค์การเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมีแนวทางที่ชัดเจน ในการเรียน ซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ 9 ขั้นของ กาเย่ (Gagne’) ที่กล่าวถึงการบอกให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนทราบจุดประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางไปสู่จุดประสงค์นั้น ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ สร้างความจำและความเข้าใจ เนื้อหามากขึ้น (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533: 65) และสอดคล้องกับแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) ที่ว่า “ถ้าแบ่งเนื้อหาวิชาที่จะถ่ายทอดให้นักเรียนเป็นตอนๆ ทีละน้อย เหมาะสมกับวุฒิภาวะของ นักเรียน นักเรียนจะสามารถรับความรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมากๆ” (นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531: 24) ซึ่งการแบ่งเนื้อหาเป็นคาบเรียนทำให้ง่ายต่อการเรียน และทำให้นักเรียนรู้สึกว่าการเรียนไม่ซับซ้อน

1.3 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สามารถนำเสนอแทนสื่อหลายชนิด คือการเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้นักเรียน เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น การใช้ภาพประกอบจะทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น ภาพจะช่วยทำให้ เห็นรูปธรรมมากกว่า ซึ่งง่ายต่อการรับรู้ ได้แก่ ภาพกราฟเส้นโค้งต่างๆ พร้อมกับรูปแบบของการคิดคำนวณ และมีตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติประกอบการคำนวณพร้อมกับการตรวจเฉลยคำตอบซึ่งจะ ได้รับความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และสนใจติดตามตลอดบทเรียน อีกทั้ง นักเรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับบทเรียน ต้องทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในบทเรียน ถ้า ทำไม่ถูกต้องก็มีเฉลยให้นักเรียนดู และยังสามารถย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาเดิมได้อีก ซึ่งสอดคล้องกับ วารินทร์ รัตมีพรหม. (2531). *สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย*. หน้า 192-193. ที่กล่าวว่าการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียน จัดการศึกษา คอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่ม แรงจูงใจให้แก่ นักเรียน สี ดนตรี และภาพลายเส้น จะสร้างความเป็นจริง มีความรวดเร็วในการโต้ตอบต่อนักเรียนแต่ละคน ทำให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้นมีลักษณะเป็นส่วนตัวสำหรับนักเรียนแต่ละคน จึงทำให้นักเรียนเกิดทัศนคติที่ดีและสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอน โดยเฉพาะผู้

ที่เรียนซ้ำ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้การเรียนรู้ในเนื้อหาได้เร็วขึ้น และยังสามารถค้นพบ และหาคำตอบได้ด้วยตนเอง

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทิพสุคนธ์ ศรีแก้ว (2546: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี ประสิทธิภาพเท่ากับ 80.26/81.40 จินดา สวัสดิ์ทวี (2547: บทคัดย่อ) ได้ทำการประเมิน ประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของ นักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชาเอกคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 74/93.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สิทธิวรรณ จันทร์งาม. (2548: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามรูปแบบการ สอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนติลวงหน้า เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 84.34/84.62 กัลยกร อนุฤทธิ์ (2550: บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิง เส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) โดยมี ประสิทธิภาพ 82.01/82.81

จึงสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถ นำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับ สมมุติฐานข้อ 2 อาจจะเป็นเพราะ

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไขและตรวจสอบจาก ผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ ด้านการวัดผลประเมินผล และผ่านการหาประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความเหมาะสมทั้งทางด้านเนื้อหา เวลา และการวัดผล ประเมินผล จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น เนื่องจากการสร้างบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกระบวนการที่ต้องปฏิบัติอย่างต่อเนื่องมาก โดยมีเป้าหมายอยู่ที่การสร้าง คุณภาพหรือประสิทธิภาพเชิงความรู้ เพื่อรับประกันได้ว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีคุณค่าต่อการศึกษา และช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์จากการใช้บทเรียนได้ในระดับใดบ้าง ตลอดจนสามารถ สร้างสรรค์รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาความรู้ให้เหมาะสมกับพฤติกรรมและการตอบสนองของผู้ใช้ บทเรียน (วุฒิชัย ประสานสอย. 2543: 28-31) นั่นคือ ต้องมีการวิเคราะห์หลักสูตร เนื้อหา และ ผู้เรียน กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน กำหนดกิจกรรมการเรียน การสร้างบทเรียน การผลิต เอกสารประกอบบทเรียน การประเมินผลและแก้ไขบทเรียน (พรเทพ เมืองแมน. 2544: 46) การ ประเมินผลและแก้ไขบทเรียน จะกระทำเมื่อต้องการทราบประสิทธิภาพของบทเรียนที่ได้จัดทำขึ้น

ก่อนจะนำไปใช้งาน ไพรซ์ (Price. 1991: 60) กล่าวว่า การประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องมีการกระทำทั้งในรูปแบบของการประเมินระหว่างการสร้างบทเรียน (Formative Evaluation) และการประเมินเพื่อสรุปรวบยอด (Summative Evaluation) เพื่อการเผยแพร่ในวงกว้างหรือการตีพิมพ์เป็นรายงานการสร้างบทเรียนในเชิงการวิจัยและพัฒนา

2.2 การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้นำคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็นสื่อในการเรียนการสอน นำเนื้อหามาจัดลำดับอย่างมีขั้นตอน รวมทั้งนำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบมาบันทึกในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงทำให้บรรยากาศในการเรียนไม่น่าเบื่อ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามความสามารถของแต่ละบุคคล จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ดังที่ ไพร้อัมพล บุญช่วย. (2535). *การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอภาพขึ้นงาน 3 มิติแบบภาพหมุนและแบบภาพคงที่ ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค 1*. หน้า 11-12. กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนที่ประยุกต์ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์ (B.F. Skinner) กับเครื่องช่วยสอนของเพรสซี่ (S.L. Pressey) เข้าด้วยกัน โดยให้ความสำคัญกับทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบตอบสนอง (S-R Theory) ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีลักษณะคล้ายบทเรียนสำเร็จรูป (Programmed Instruction) คือ มีลักษณะเป็นข้อความในกรอบและมีคำถามทำยกรอบผู้เรียนตอบคำถามที่ทำยกรอบโดยการกดแป้นตัวอักษร คอมพิวเตอร์มีหน้าที่ตรวจและวิเคราะห์คำตอบ ผู้เรียนจะเรียนรู้เป็นขั้นๆ จนมีความเข้าใจเนื้อเรื่องดีแล้วจึงเรียนเรื่องต่อไป สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2532). *บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการเรียนการสอน*. หน้า 42-48. ได้ให้ข้อเสนอแนะว่า เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรจัดแบ่งขั้นตอนการสร้างจากกระบวนการเรียนและการสอน 9 ขั้นตอนของกาเย่ (Gagne') เช่น การกระตุ้น เพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งอาจทำได้โดยการสร้างไต่เตลล์ของบทเรียนให้น่าสนใจโดยใช้ภาพและเสียง บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม ใช้คำหรือข้อความเสนอเนื้อหาใหม่ที่สั้น ง่าย ได้ใจความสำคัญ ให้แนวทางการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบสนอง มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองคือการสอนก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน การสรุปประเด็น ข้อเสนอแนะ ซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน เสนอแนะสถานการณ์ที่สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ บอกแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเพื่อการศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์กับความรู้เดิม หรือความรู้ใหม่ที่จะได้ศึกษาต่อไป

2.3 การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นอกเหนือจากการเรียนในชั่วโมงเรียนแล้ว ยังสามารถเข้าไปเรียนซ้ำได้อีกนอกเวลาเรียน โดยจะเรียนที่บ้านหรือที่โรงเรียนอีกครั้งก็ได้ จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ดังที่ วุฒิชัย ประสานสอย. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา*. หน้า 10-13. กล่าวว่า การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์

เป็นการใช้คอมพิวเตอร์สร้างปฏิสัมพันธ์ให้ผู้เรียนติดตามหรือค้นหาความรู้ใหม่ทเรียน และส่งเสริมให้เรียนรู้และประสบผลสำเร็จด้วยวิธีการของตนเองโดยผู้สอนจะออกแบบการสอนและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพัฒนาสื่อตามวัตถุประสงค์ของเนื้อหาวิชา ช่วยให้ผู้เรียนลดความวิตกกังวล เพราะผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนเนื้อหาตามความสนใจและความต้องการได้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นความสนใจจนเกิดพัฒนาการทั้งด้านความรู้ เจตคติ และทักษะ นอกจากนี้ ควรมีส่วนที่เสริมความเข้าใจ ในกรณีที่ผู้เรียนตอบคำถามผิด ไม่ควรขำเนื้อหาโดยไม่ชี้แนะแนวทางที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องเวลาในการเรียน ควรให้อิสระต่อผู้เรียน ไม่ควรจำกัดเวลา เพื่อเปิดโอกาสให้เรียนตามความต้องการของผู้เรียนเอง เนื้อหาบทเรียนควรมีทางเลือกหลากหลาย เช่น ถ้าผู้เรียนรับรู้ได้เร็ว ก็สามารถข้ามเนื้อหาบางช่วงได้ (อิสรา ก้านจักร. 2550: online) และในการเรียนการสอนผ่านเว็บช่วยเอื้ออำนวยให้กับการติดต่อสื่อสารที่รวดเร็ว ไม่จำกัดเวลา สถานที่ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นต้องเข้าห้องเรียนพร้อมๆ กัน ซึ่งตอบสนองความต้องการของผู้เรียนที่ขาดความพร้อมในด้านเวลาและระยะทางในการเรียนได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาในเรื่องบุคลิกลักษณะของผู้ที่เรียนที่ไม่มีความมั่นใจในการตอบคำถาม โดยสามารถใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การदानข่าว กลุ่มข่าว แทนได้ ซึ่งทำให้ผู้เรียนกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นมากขึ้น (น้ามนต์ เรื่องฤทธิ์. 2543: 95)

2.4 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มีการโต้ตอบกันในเครื่องทำให้ไม่น่าเบื่อ และไม่ต้องอายใครเมื่อตอบผิด ครูสามารถอธิบายนักเรียนเป็นรายบุคคลด้วย ทำให้มีโอกาสช่วยส่งเสริมนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ ซึ่งเป็นการแบ่งเบาภาระการทำงานของครู ช่วยในกรณีที่ครูไม่เพียงพอ ทำให้ครูไม่เบื่อต่อการสอน (บุรณะ สมชัย. 2537: 66) นักเรียนจะเรียนไปตามความสามารถของแต่ละบุคคลโดยไม่ต้องเร่งหรือรอผู้อื่น และได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ เป็นการเสริมแรงให้สนุกกับบทเรียน (นิพนธ์ สุขปรกติ. 2528: 11) สอดคล้องกับทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบจงใจกระทำของ สกินเนอร์ ที่กล่าวว่า เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากสิ่งเร้าหนึ่ง จะปล่อยให้ผู้เรียนเลือกแสดงพฤติกรรมเองโดยไม่บังคับ หรือไม่บอกแนวทางในการเรียนรู้ แต่เมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้เองแล้ว เราจึง “เสริมแรง” พฤติกรรมนั้นทันที เพื่อให้ผู้เรียนรู้ว่าพฤติกรรมที่เขาแสดงนั้น เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ถูกต้องหรือแก้ปัญหาที่ถูก และทฤษฎีสัมพันธ์เชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike) ที่กล่าวถึงการเรียนการสอนนั้น จะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนและจะต้องจัดเนื้อหาออกเป็นหน่วยๆ ทีละหน่วย และเริ่มจากหน่วยที่ง่ายไปหายากเสมอ เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจในการที่เขาเรียนในแต่ละหน่วย และเริ่มจากหน่วยที่ง่ายไปหาหน่วยที่ยากเสมอ เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกพึงพอใจในการที่เขาเรียนในแต่ละหน่วย การสร้างแรงจูงใจ นับว่ามีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจเมื่อได้รับสิ่งที่ต้องการหรือรางวัลเป็นการเสริมแรง ธอร์นไดค์เชื่อว่าการเสริมแรงรางวัล หรือความสำเร็จจะส่งเสริมการแสดงพฤติกรรมต่างๆ หรือก่อให้เกิดการเรียนรู้ขึ้น (ประสาท อิศรปริดา. 2538: 220)

ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวิภาวดี วงศ์เลิศ. (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังได้รับการเรียน

ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง “เซต” โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิด อภิปราย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 วนิสา นิรมาณ. (2545: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง “ฟังก์ชันตรีโกณมิติ” ของนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-ภาษาอังกฤษสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทิพสุคนธ์ ศรีแก้ว. (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สิริวรรณ จันทร์งาม. (2548: บทคัดย่อ) ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและพื้นผิว ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนติลวงหน้าสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากที่กล่าวมาจึงเป็นเหตุผลที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ที่สร้างขึ้น ปรากฏว่านักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานข้อ 3 อาจจะเป็นเพราะ

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีส่วนทำให้เกิดบรรยากาศในการเรียน บทเรียนมีการเชื่อมโยงแหล่งความรู้เพิ่มเติม ทำให้นักเรียนสามารถค้นคว้าความรู้จากแหล่งเรียนรู้อื่นๆ ได้อีก นอกจากนี้ลักษณะของตัวอักษร ข้อความ ระยะเวลาในการไหลลดข้อมูล การแก้ปัญหาด้วยตนเอง การเข้าสู่บทเรียน การเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง รูปแบบของการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต นักเรียนสามารถเรียนได้และมีความเป็นอิสระในการเรียน อีกทั้งยังมีเครื่องหมายในการบอกไปยังส่วนต่างๆ ของเนื้อหา มีการสรุปสาระสำคัญ และกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียน การทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบและการติดต่อปฏิสัมพันธ์ที่ใช้ประกอบบทเรียนซึ่งส่งผลทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกพึงพอใจ และมีความรู้สึกที่ดีในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์

3.2 ด้านการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ การติดต่อปฏิสัมพันธ์นักเรียนจะมีความรู้สึกพึงพอใจมากอยู่ในอันดับสุดท้ายแต่ก็ยังมีส่วนทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการอยากเรียน ไม่น่าเบื่อ ทำให้สะดวกต่อการเรียนรู้ มีหัวข้อในการเลือกเรียนเนื้อหาทั้งแบบต่อเนื่องและแบบรายคาบเหมาะสำหรับการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและประหยัดเวลา นักเรียนมีความเป็นอิสระซึ่งจะเห็นได้ว่านักเรียนมีความพึงพอใจในกิจกรรมของบทเรียนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด คือ มีอิสระในการเรียน ไม่เครียด และไม่หนักใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ข่าน (Khan. 1997: 12 – 32) กล่าวว่า สภาพแวดล้อมของการเรียน

โดยใช้ WBI (Web Base Instruction) นั้น ควรจะประกอบด้วยทรัพยากรหลายๆ ด้าน เพื่อตอบสนองในด้านการให้ความร่วมมือช่วยเหลือ และการสร้างกิจกรรมบนเว็บซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบการเรียน และสามารถตอบสนองได้ทั้งผู้เริ่มฝึกหัด และผู้เชี่ยวชาญ ไพรซ์ (Price. 1991: 3-7) ได้กล่าวว่า ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ อันจะทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน (Active Learner) ช่วยให้การเรียนการสอนมีบรรยากาศที่ดี ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามอัตราความสามารถของตนเอง อันเป็นการสนองตอบผู้เรียนแต่ละคนซึ่งมีความแตกต่างกันได้เป็นอย่างดี ความสามารถในการเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทำให้การออกแบบบทเรียนให้สนองตอบผู้เรียนผู้เรียนแต่ละคนได้ และสามารถประเมินผลการเรียนของผู้เรียนได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการดูแลผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่าย และสะดวกในการนำออกไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโรเซลลี (Roselli. 1991: 42-46) ได้ศึกษาถึงการใช้อิเปอร์เทกซ์ (Hypertext) พบว่าการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้รู้สึกอิสระ สามารถค้นคว้าศึกษาความรู้ได้ตามที่ตนเองพึงพอใจ ทำให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง กระบวนการรับรู้ต่างๆ จึงเป็นไปได้ด้วยดี

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความพึงพอใจของผู้เรียนเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนมีความพึงพอใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ย่อมส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบ พยายามเรียนรู้และแสวงหาความรู้ในบทเรียนที่นำเสนอ โดยความพึงพอใจในการเรียนเป็นปัจจัยที่จะนำไปสู่กระบวนการเรียนรู้ที่มีความสุขและมีคุณภาพ

ข้อสังเกตจากการศึกษาค้นคว้า

จากการทดลองสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนการสอนจะเริ่มจากการเข้าสู่ระบบของโปรแกรม โดยเริ่มจากดับเบิลคลิกที่ไอคอนของ Internet Explorer แล้วพิมพ์ข้อความที่กำหนดให้เพื่อเข้าสู่ระบบ ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำได้ แต่ยังมีนักเรียนอีกส่วนหนึ่งที่ยังไม่เข้าใจและเปิดหน้าเว็บไซต์อื่นรออยู่ก่อนแล้วทำให้เกิดปัญหาในการเข้าสู่ระบบดังกล่าว จึงต้องเข้าช่วยเหลือและสามารถเข้าสู่ส่วนของระบบได้ครบทุกคน แต่ทำให้เสียเวลาไปพอสมควรและทำให้นักเรียนที่รอไม่สบายใจ

2. ในส่วนของการลงทะเบียนสมัครสมาชิกนักเรียนส่วนใหญ่ได้กรอกรายละเอียดตามที่ระบุไว้ในคู่มือของการใช้งานบทเรียน แต่ก็ยังมีนักเรียนอีกบางส่วนที่ไม่ได้ปฏิบัติตามคู่มือ เช่น การใช้ User name และ Password รวมทั้งรายละเอียดที่เป็นห้องเรียนและเลขที่ของนักเรียนซึ่งส่งผลให้การเข้าเรียนในครั้งต่อๆ ไปนักเรียนจำ User name และ Password ไม่ได้ อีกทั้งการเช็คชื่อการเข้าเรียนและการบันทึกคะแนนของครูตามใบรายชื่อก็ทำให้ยุ่งยากและเสียเวลา จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนและให้ผู้เรียนใช้ตามที่ครูกำหนดให้

3. ในช่วงคาบแรกๆ ก่อนข้างมีปัญหามาก เนื่องจากผู้สอนใช้ระบบ LAN และผู้วิจัยใช้ Window seven ในการดำเนินการโปรแกรม ปรากฏว่า พบปัญหาด้านการทำแบบทดสอบซึ่งเครื่องนักเรียนดำเนินการด้วย Window XP จึงไม่สามารถมองเห็นภาพที่ต้องใช้ในแบบทดสอบ ผู้วิจัยจึงต้องลง Window XP และสร้างบทเรียนใหม่ จนสามารถนำมาดำเนินการได้เป็นที่เรียบร้อย

4. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของแต่ละบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นไปด้วยความเรียบร้อย นักเรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งมีความตั้งใจ จดบันทึกความรู้ต่างๆ ลงในใบงานสรุปด้วยความขะมักเขม้น รวมทั้งมีความสุขสนุกสนานเพลิดเพลินเมื่อหมดเวลาเรียนถึงกับจะยังไม่ออกจากห้องเรียนเนื่องจากในแต่ละบทเรียนมีแบบฝึกหัด ลำดับขั้นตอนในการคิด รวมทั้งมีการเฉลยไว้ให้ตรวจสอบอีกด้วย

5. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้นักเรียนตื่นตัวเสมอ ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนมีการบันทึกเวลาเรียนและคะแนนจากการทำแบบทดสอบ อีกทั้งแบบฝึกหัดได้จัดรูปแบบของการคิด ฝึกทักษะในการคิดคำนวณอย่างเป็นระบบ นักเรียนสามารถค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเอง

6. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อมีผลย้อนกลับและการให้การเสริมแรงกับนักเรียนในขณะที่เรียน จะทำให้ผู้เรียนได้ทราบถึงข้อผิดพลาดของตนเอง ดังนั้นผู้เรียนสามารถนำข้อผิดพลาดเหล่านั้นไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาตนเองให้ดียิ่งขึ้นได้ ส่งผลให้บทเรียนสามารถส่งเสริมความคิดและกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

7. ในส่วนของการทำแบบฝึกหัดในบทเรียนครูได้ให้นักเรียนคิดและเติมคำตอบลงในช่องว่าง แล้วบันทึกแผ่นงานลงในที่บันทึกงานของนักเรียนเพื่อนำส่งครู ทั้งนี้เพื่อครูจะได้ตรวจเอกสารฝึกหัดระหว่างเรียนด้วยตนเอง เพื่อได้ทราบข้อบกพร่องต่างๆ ของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งจะทำให้ครูสามารถแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของผู้เรียนแต่ละคนได้ถูกต้อง

8. การทดลองสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้นักเรียนมีปัญหาอยู่มาก คือ ด้านตารางเรียนและเวลาเรียนของผู้เรียนมีจำกัด นั่นคือ ในช่วงที่ทดลองสอนด้วยบทเรียนนี้ นักเรียนมีเวลาเรียนเพียง 1 สัปดาห์ ห้องเรียนละ 4 คาบ เนื่องจากเป็นช่วงที่ใกล้ถึงวันแข่งกีฬาของโรงเรียนและปิดปีเก่าปีใหม่ ทำให้ต้องปรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้นักเรียนสามารถเรียนได้ครบทุกหน่วยการเรียน และบางครั้งห้องคอมพิวเตอร์ไม่ว่างจึงจำเป็นต้องให้ผู้เรียนทำบทเรียนในเอกสารและจัดสอนชดเชยเพิ่มเติมหลังปีใหม่ไปแล้ว ดังนั้นการบันทึกการเข้าเรียนและการทดสอบของนักเรียนจึงขาดหายไปและไม่ต่อเนื่อง แต่ผู้วิจัยก็ได้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจนครบและเสร็จสิ้นเรียบร้อย

9. ในการทำแบบทดสอบประจำบทเรียนหรือแบบทดสอบหลังเรียนก่อนข้างจะพบปัญหามาก คือ เมื่อนักเรียนเลือกข้อคำตอบแล้วต้องคลิกส่งคำตอบ ปรากฏว่านักเรียนส่วนใหญ่จะกดส่งคำตอบซ้ำ นั่นคือเมื่อกดปุ่มส่งคำตอบหลายครั้งมีผลทำให้นักเรียนไม่ได้ทำข้อสอบข้อต่อๆ มา ทำให้ระบบจะไม่บันทึกคะแนนให้และถือว่าทำข้อสอบข้อนั้นผิด และมีนักเรียนไม่เชื่อในคำตอบของครูผู้สอนนั่นคือ ถ้าคิดข้อสอบข้อใดแล้วยังคิดไม่ออกและไม่เลือกคำตอบแล้วกดส่งคำตอบเพื่อจะ

ข้ามข้อสอบข้อนั้นไป คิดว่าจะสามารถกลับมาทำได้อีกทำให้ระบบของแบบทดสอบรวมและจะไม่ส่งข้อสอบออกมาให้ทำอีก ทำให้นักเรียนคนนั้นได้คะแนนต่ำแทนที่จะได้คะแนนสูง และยังส่งผลทำให้ระบบรวมทั้งหมดได้ ทำให้เสียเวลาในการรีเซ็ตเครื่องใหม่และหรือหมดเวลาในชั่วโมงเรียนนั้นไป

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์และการศึกษาค้นคว้าในครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ก่อนการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละครั้ง ครูผู้สอนควรมีการชี้แจงขั้นตอนการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้เรียนเข้าใจก่อน เพราะถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ อาจส่งผลให้การเรียนไม่ประสบผลสำเร็จได้

1.2 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ครูผู้สอนควรเตรียมเนื้อหา ภาพ เสียงเพลงประกอบให้พร้อม เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการสร้างบทเรียนและควรมีความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมที่จะใช้สร้างบทเรียนเป็นอย่างดี จะส่งผลให้บทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพ ส่งผลต่อผู้เรียนอย่างแท้จริง

1.3 ในขณะที่ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง อาจจะมีผู้เรียนบางคนที่ไม่เข้าใจเนื้อหาในบางส่วนหรือเข้าใจเนื้อหาบางส่วนผิดไป หรือไม่เข้าใจลำดับขั้นตอนการศึกษาเนื้อหาในบทเรียน ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรที่จะดูแลให้คำแนะนำ ให้คำอธิบาย ให้กำลังใจแก่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด

1.4 ครูผู้สอนควรตรวจสอบความรู้เบื้องต้นทางด้านคอมพิวเตอร์ของผู้เรียน ก่อนที่จะให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการศึกษาบทเรียน เพราะหากผู้เรียนไม่มีความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์มาก่อน อาจทำให้การเรียนนั้นล่าช้าและทำให้ผลที่ได้ไม่ตรงกับความมุ่งหมายที่กำหนดไว้

1.5 ครูผู้สอนควรมีบทบาทในการเสริมสร้างลักษณะนิสัยของผู้เรียน อบรมและสั่งสอนผู้เรียนในด้านคุณธรรมและจริยธรรมไปพร้อมๆ กับการศึกษาเนื้อหาบทเรียนด้วย เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์สูงสุดจากการเรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์ไม่สามารถอบรมสั่งสอนผู้เรียนในด้านคุณธรรมและจริยธรรมได้

1.6 การใช้ระบบปฏิบัติการของโปรแกรมควรใช้ระบบเดียวกันกับเครื่องที่โรงเรียนใช้หรือควรใช้ให้เหมาะกับ Window เวอร์ชันเดียวกัน ทั้งนี้จะได้ไม่เกิดปัญหาและการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนจะได้เป็นไปด้วยความราบรื่น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ในเนื้อหาอื่นๆ โดยใช้รูปแบบที่มีภาพจำลองประกอบหรือใช้เกมทางการศึกษาหรือรูปแบบอื่นๆ อีก

2.2 ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับการนำวิธีการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แล้วนำมาจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียน เช่น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

2.3 ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อส่งเสริมคุณลักษณะของนักเรียนในด้านต่างๆ เช่น ความรับผิดชอบ ทักษะการคิดและความคงทนในการเรียนรู้ คุณธรรม และจริยธรรมของผู้เรียน หรือเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่างๆ เช่น การแก้ปัญหา การเชื่อมโยง และการสื่อสาร เป็นต้น

2.4 ควรมีการพัฒนาและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ เพื่อจะได้มีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคณิตศาสตร์ที่ดีและหลากหลายสนองต่อความต้องการของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเรียนไม่เบื่อหน่ายกับการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- . (2547). *แนวปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้หลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2549). *กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์: หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ก้อสิทธิ์ ดีวงศ์. (2548). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กัลยกร อนุฤทธิ์. (2550). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กาญจนา ภาสุพันธ์. (2531). *ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสภาพแวดล้อมภายในวิทยาลัยอาชีวศึกษา สังกัดกรมอาชีวศึกษา เขตการศึกษา 8*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การบริหารการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2539). *อธิบายศัพท์ คอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต มัลติมีเดีย*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิติมา ปรีดีดีลิก. (2529). *ทฤษฎีการบริหารองค์การ*. กรุงเทพฯ: ธนะการพิมพ์.
- ขนิษฐา ชานนท์. (2532). *เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- จันทร์ทิพย์ แก้วท่า. (2541). การศึกษาเปรียบเทียบผลของการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อวิธีการตรวจและเฉลยแบบฝึกหัดวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินดา สวัสดิ์ทวี. (2547). การประเมินประสิทธิภาพของบทเรียน เรื่อง อนุพันธ์และการประยุกต์ที่นำเสนอบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยทักษิณ. ถ่ายเอกสาร.
- จำปี ทิมทอง. (2542). สภาพ ปัญหา และความต้องการการใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอนของครูในโรงเรียนมัธยมศึกษาที่เข้าร่วมโครงการเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อโรงเรียนไทย. ปรินูญานินพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จำปี นิลอรุณ. (2548). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบปฏิบัติการ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉลองชัย สุรวัฒนสมบุรณ์. (2528). การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชวาล แพรัตกุล. (2520). เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2522). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ชาวเลิศ เลิศขโลพาร. (2531, มิถุนายน). ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. เอกสารประกอบการฝึกอบรม สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. อัดสำเนา.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2541). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ: วงกลมโปรดักชัน.
- (2544, มกราคม-มิถุนายน: 87-94). การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพการเรียนการสอน. วารสารศึกษาศาสตร์สาร ปีที่ 28 ฉบับที่ 1.
- ทวีศิลป์ สารแสน. (2543). ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของสภาพแวดล้อมทางการเรียนในห้องเรียนด้านครูผู้สอนกับความพึงพอใจของนักเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา. ปรินูญานินพนธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ทรงสมร คชเลิศ. (2543). ความพึงพอใจในการเรียนกลุ่มวิชาการเลขานุการของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยพณิชยการธนบุรีและวิทยาลัยพาณิชยการเซตุน. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทักษิณา สวานานนท์. (2535). พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2530). คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : องค์การคำครุสภา.
- ทัศนีย์ ชื่นบาน. (2539, เมษายน-มิถุนายน). “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน”, พัฒนาเทคนิคศึกษา. 18(8): 29-31.
- ทิพสุคนธ์ ศรีแก้ว. (2546). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่องความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ธัญลักษณ์ ดงกะเรียน. (2544). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ไฮเปอร์เท็กซ์วิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศพื้นฐานระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- นิพนธ์ สุขปรึดี. (2526). เทคนิคทางการศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน.
- (2528). การวิจัยเพื่อพัฒนาต้นแบบชุดการเรียนคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- (2531, มิถุนายน-กรกฎาคม). “คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน”, ส.ค.พ.ท. คอมพิวเตอร์. 15(78): 24-28.
- น้ามนต์ เรืองฤทธิ์. (2543, มิถุนายน-ตุลาคม) “WBI: Web Based Instruction การเรียนการสอนผ่านเว็บ”, เทคโนโลยี-ทับแก้วภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543. ฉ.3.
- บุญนิตา เวชยา. (2546). ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดแบบวิธีการจัดการเรียน 2 แบบที่มีผลต่อการเรียนรู้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบไฮเปอร์มีเดียผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาตรีปี 1. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- บุญเรือง เนียมหอม. (2540). การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตระดับอุดมศึกษา. ปรินญาณิพนธ์ คด. (เทคโนโลยีและสื่อการศึกษา). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- บุญโฮม ปิโยติโก. (2549). *การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการสร้างและเชื่อมโยงเว็บเพจแบบเฟรม*. โครงการศึกษาระดับพิเศษ วท.ม. (เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์). กรุงเทพฯ: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร.
- บุรณะ สมชัย. (2537, กันยายน). “การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครู-อาจารย์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน”, *การวิจัยทางการศึกษา*. 24(2): 66-74.
- . (2538). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เม็ดทรายพรินต์ติ้ง.
- . (2542). *การสร้าง CAI-Multimedia ด้วย Authorware 4.0*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด-ยูเคชั่น.
- ปชา ทับทิมหอม. (2543). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกรณีศึกษา: บทเรียนเรื่อง Environment Risk Assessment*. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการจัดระบบสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- ประคอง กรรณสุด. (2538). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประชิด อินทะกนก. (2541). *การเปรียบเทียบการเรียนการสอนด้วยอินเทอร์เน็ตที่บอกกับไม่บอกทิศทางการสืบค้นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- ประนอม แสงจันทร์. (2529). *ความพึงพอใจในการศึกษาวิชาชีพพยาบาลในสถานศึกษา สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การอุดมศึกษา). สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา. ถ่ายเอกสาร.
- ประวิทย์ สุดแก้ว. (2538, กรกฎาคม-กันยายน). “ห้องเรียนในปี ค.ศ. 2000”, *วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. 23(3): 112-118.
- ประสาธ อิศรปริดา. (2538). *จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอน*. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.
- ผดุง อารยะวิญญู. (2527). *ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอช-เอน การพิมพ์.
- พรเทพ เมืองแมน. (2544). *การออกแบบและพัฒนา CAI Multimedia ด้วย Authorware*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2535). *การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พีรพล ศิริวงศ์. (2542). *คณิตศาสตร์พื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์ดี จำกัด.

- ไพศาล หวังพานิช. (2523). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ไพโรอำพล บุญช่วย. (2535). *การทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอภาพชิ้นงาน 3 มิติ แบบภาพหมุนและแบบภาพคงที่ในการสอนวิชาเขียนแบบเทคนิค 1*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ภาวนา เห็นแก้ว. (2545). *ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเว็บ เรื่อง เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ภาสกร เรืองทอง. (2550). *WBI (Web-Base Instruction)*. บทความเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต. จาก <http://www.thaiwbi.com>.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2544). “*สื่อการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต WBI/WBT (Web based Instruction/ Web based Training)*”, เอกสารงานสัมมนาเปิดโลกใหม่การศึกษา กับ schoolnet@1509: ตอนสัญจร 13 เขตการศึกษา.
- . (2545). *การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มานิชย์ ไชยสวัสดิ์. (2540, กรกฎาคม-ธันวาคม). *แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการสอน*. วารสาร มจร.วิชาการ. 1(1): 25-28.
- ยีน ภูววรรณ. (2536 กรกฎาคม-ธันวาคม). “*เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สมัยใหม่จะช่วยการศึกษา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างไร*” วารสาร สสวท. 83: 3-10.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2524). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: บริษัทการพิมพ์.
- . (2530). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร. (2550). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. บทความเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต. จาก <http://www.edu.nu.ac.th>.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- . (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ลิวรรณ คุงุมิใจสกุล. (2532). *ความพึงพอใจของบุคลากรฝ่ายบริการที่มีต่อการจัดสวัสดิการ ภายในมหาวิทยาลัยรามคำแหง*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- วนิสานิรมาณ. (2545). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง “ฟังก์ชันตรีโกณมิติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- วารสาร ศึกษาศาสตร์. (2542, พฤศจิกายน-2543, เมษายน). "การเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไป กับเว็ลล์ไวด์เว็บ", ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม. ฉ.4.
- (2543, เมษายน). "การเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงไปกับเว็ลล์ไวด์เว็บ", ศึกษาศาสตร์ อุตสาหกรรม. ฉ.4.
- วารางคณา หอมจันทร์. (2542). ผลของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบเปิดและแบบ ปิด และระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินุฎยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วารินทร์ รัตมีพรหม. (2531). สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: ชวนพิมพ์.
- วิชุดา รัตนเพียร. (2542, มีนาคม: 29-35). การเรียนการสอนผ่านเว็บ: ทางเลือกใหม่ของ เทคโนโลยีการศึกษาไทย. วารสารครุศาสตร์. ปีที่ 27 ฉบับที่ 3.
- วิภาวี วงศ์เลิศ. (2544). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง "เซต" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิดอภิปราย. ปรินุฎยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วุฒิชัย ประสานสอย. (2543). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี. เจ. พรินติ้ง.
- สมบูรณ์ พรธนาภพและชัยโรจน์ ชัยอินคำ. (2518). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: บรรณกิจ.
- สมพงศ์ เกษมสิน. (2533). การบริหารงานบุคคลแผนใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สมพงษ์ อุดมโชคทรัพย์. (2540). ความพึงพอใจในการเรียนวิชาอาชีพธุรกิจของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. ปรินุฎยานิพนธ์ กศ.ม. (ธุรกิจศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมพร สุขะ. (2545). การพัฒนารูปแบบของเว็บเพจเพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต. ปรินุฎยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก. (2541). การพัฒนานวัตกรรมการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ มัลติมีเดียสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น. ปรินุฎยานิพนธ์ กศ.ด. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สรรรัชต์ ห่อไพศาล. (2544). "นวัตกรรมและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาใน สหัฐวรรษใหม่กรณี การจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web-based instruction: WBI)", http://ftp.spu.ac.th/hum111/main1_files/body_files/wbi.html.

- สิริวรรณ จันทร์งาม. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการสอน โดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนมิตีล่วงหน้า (ADVANCE ORGANIZER MODEL) เรื่องปริมาตร และพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2532). บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการเรียนการสอน .โครงการเอกสาร และตำราทางวิชาการ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุขวิทย์ ปู่ทอง. (2541). การนำเสนอการสอนอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา. ปรินญาณีพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุดารัตน์ มุสิกชาติ. (2549). การพัฒนาเว็บการเรียนการสอน เรื่อง การค้นหาสารสนเทศ. ปรินญาณีพนธ์ ศศ.ม. (บรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุนีย์ ธีรดากร. (2526). จิตวิทยาพัฒนาการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูพระนคร.
- สุภาณี เส็งศรี. (2550). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. บทความเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต.
จาก <http://www.geocities.com/sonsagol/index.html> - 9k.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2533). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสกสรร สายสีเสด. (2545). การพัฒนารูปแบบระบบการเรียนการสอนโดยใช้อินเทอร์เน็ต สำหรับสถาบันราชภัฏ. ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- เศรษฐชัย ชัยสนิท. (2549). การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการท่องเที่ยวและการโรงแรม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์วังอักษร.
- องอาจ ฤทธิ์ทองพิทักษ์. (2539). พฤติกรรมการสื่อสารผ่านระบบเว็ลด์ไวด์เว็บของนักศึกษาใน เขตกรุงเทพมหานคร. ปรินญาณีพนธ์ นม. (นิเทศศาสตร์). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิชาติ พุทธเจริญ. (2544). “การนำอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอน”, เอกสารงาน สัมมนาเปิดโลกใหม่การศึกษา กับ Schoolnet@1509.: สอนสัญจร 13 เขตการศึกษา.
- อัจฉรา สุขารมณและอรพินทร์ ชูชม. (2530). การศึกษาเปรียบเทียบนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนต่ำกว่าระดับความสามารถกับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปกติ. รายงาน การวิจัยฉบับที่ 39. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อิสรา ก้านจักร. (2550). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. บทความเผยแพร่ทางอินเทอร์เน็ต.
จาก <http://www.eclassnet.kku.ac.th>.

- อุบลลักษณ์ ไชยชนะ. (2543). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจในการเรียนกับความสอดคล้องในการเลือกคณะของนักศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. ปริญญาโท กศ.ม. (จิตวิทยาการแนะแนว). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- Alessi, M. & Trollip, S. (1991). *Computer – Based Instruction, Methods and Development*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Ann E. Barron, Karen S. Livers. (1996). *The internet and instruction activity and ideas*.
- Bell, Frederick H. (1981). *Teaching and Learning Mathematics (In Secondary Schools)*. United States of America: Wm. C. Brown Company Publishes.
- Blair, Katherine Nora. (2000). Evaluation of Web-based instruction in interior design education: A pilot study. *Dissertation Abstracts International*.
- Bloom, Benjamin S. (1976). *Human Characteristics and School Learning*. New York: McGraw Hill.
- Brown, F. Eugene, JR. (1993, December). The Design and Development of a Computer Assisted Tutorial Covering the Precalculus Concepts Involved in Sketching Function,” *Dissertation Abstracts International*. 54(06): 2080-A.
- Carol Clark powell. (1998). *A student’s guide to the internet*. Viacom Company: USA.
- Carroll, John B. (1963, May: 723 – 730). “A Model of School Learning”, *Teacher College Record*.
- Chamber, J.A. & Sprecher, J.W. (1983). *Computer – Assisted Instruction*. New Jersey : Prentice Hall.
- Chang, Yung-Sheng. (2003, 11st February). *Learner Intentions to Adopts Web-based Instruction in a Selected Public Technological in instruction of Higher Education in Taiwan (China)*. (online). Available: <http://www.lib.umi.com/dissertation/fullcit/3100579>. Retrieved. 2004.
- Covington, Myrna A. (1998, December). Beyond High School: Factors that Influence Student Job Satisfaction (School to work). *Dissertation Abstracts International*. 56(6): 1990-A.
- Dick, W. & Carey, L. (1985). *The Systematic Design of Instruction*. 2nd. Ed. Glenview, IL: Scott, Foresman.
- Fan, Chung-Teh. (1952). *Item Analysis Table*. Princeton, New Jersey: Education Testing Service.

- Field, H.S. ; & Gild., W. (1980). "Student Satisfaction with graduate education: Dimensionality And assessment in a school of business," *Educational Research Quarterly*. 5 (Summer).
- Franke, Robert James. (1989, June). An Evaluation of a computer-Assisted Instruction Program in Seventh-Grade Mathematics: Implication for Curriculum Planning. *Dissertation Abstracts International*. 48(12): 3066-A.
- Gagne, R. et al. (1988). *Principle of Instructional Design*. New York: The Dryden Press.
- Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd en. New York: Mcgraw-Hill Book.
- Hall, K. A. (1982). "Computer – Based Education," in Encyclopedia of Educational Research. 5th. Ed. Vol. 01. 353-367. New York: Free Press.
- Hannafin, M.J. & Peck, K.L. (1988). *The Design, Development and Evaluation of Instructional Software*. New York: Macmillan.
- Higgins, Kyle.; et al. (1996). Hypertext Support for Remedial Students and Students With Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*. 29: 45.
- Holdren, Iori Smellooger. (2002). *Effect of Computer-mediated Learning Instruct on Community College Intermediate algebra Student's Attitudes and Achievement*. Retrieved July 22, 2006, form <http://www.lib.umi/dissertations/fullcit/3071038>.
- Kemp, J.E. (1994). *Planning and Producing Instructional Media*. 5th. Ed. New York: Harper & Row Publisher.
- Khan, B.H. (Ed.). (1997). *Web- based instruction*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technologies Publications.
- Kulubacak, Gulson. (2000). *Online Learning: A Study of Students' Attitudes Towards We- based instruction (WBI)*. (Online). Available: <http://lib.umi.com/dissertations/fullcit/9973125>. Retrieved February 26, 2004.
- Laanpere, M. (1997). *Defining Web-Based Instruction. [On-Line]*. Available from: <http://viru.tpu.ee/WBCD/defin.htm>.
- Leidig, Paul Marvin. (1992). *The Relationship Between Cognitive Style and Mental Maps in Hypertext Assisted Learning*. Dissertation Virginia: Graduate School Virginia Commonwealth University. Photocopied.
- Lin, Chia-Jung. (1999). "The Effects of Self-Efficacy and Task Values on Student' Commitment and Achievement in Web-Base Instruction for Taiwan higher Education (Motivation)." *Dissertation Abstracts International*. 60-06A.

- M.-A. Story, B. Phillips and M. Wang. (2002). *Evaluating the usability of Web-based learning tools*. Departments of Computer Science and Psychology
University of Victoria, British Columbia, Canada.
- Morse, Nancy C. (1955). *Satisfactions in the White Collar Job*. Michigan: University of Michigan.
- Peter Kent. (1994). *10 Minute guide to the internet*. Marie Butler-Knight.
- Prentis, John. (1977). *Running Press Glossary of Computer Terms*. New Jersey: Kaiman and Company, Inc.
- Prescott, Daniel A. (1961, February). "Basic Techniques of Studying Children, form A Report of The Conference on Child Study," *Education Bulletin*. 18. Bangkok: Faculty of Education, Chulalongkorn University.
- Price, R.V. (1991). *Computer – Aided Instruction: A Guide for Authors*. Pacific Grove, California: Brooks/Cole Publishing.
- Read, R.B. (1986, October). "The Effects of Computer-Assisted Instruction on Achievement and Attitudes of Underachievers in High School Biology," *Dissertation Abstracts International*. 47(4): 1270-A.
- Roblyer, M. & Hall, K. (1985). *Systematic Instructional Design of Computer Courseware : A Workshop Handbook*. Tallahassee, FL: Florida A&M University.
- Romszowski, A.J. (1986). *Developing Auto – Instructional Materials*. New York: London Nicols Publishing.
- Roselli, T. (1991, December). "Control of User Disorientation in Hypertext Systems,:" *Education Technology*. 31(12): 42-46.
- Sippl, Charles J. (1991). *Macmillan Dictionary of Data communications*. 2nd ed., London: Macmillan Press.
- Spencer, Donal D. (1992). *Webster's New World Dictionary of Computer Terms*. 4th ed., New York: Prentice Hall.
- Suh, Soon-Shik. (2000). "Factors affecting faculty members' use of Web-based instruction in higher Education". *Dissertation Abstracts International*. 61-07A.
- Tucker, B. (1997). *Handbook of Technology Based Training*. Vermont: Gover Publishing.
- Turner, Larry Glen. (1985, August). "An Evaluation of the Effects of Paired Learning in a Mathematics Computer-Assisted-Instruction Program (Cooperative, Team, Attitude," *Dissertation Abstracts International*. 46O12): 3641-A.
- Wallerstein, Harvey. (1971). *Dictionary of Psychology*. Maryland: Penguin Book Inc.

- Whitehead, Alfred N. (1967). *The Aimes of Education and Other Essay*. New York: The Free Press.
- Williams, Stacey Ann. (1998, October). Factors Influencing Job Satisfaction and Motivation: A Comparative Study of Male and Female Health Care Managers. *Master's Abstracts International*. 36(05): 6322-A.
- Wilson, James W. (1971). *Evaluation of learning in Secondary School Mathematics in Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. McGrawHill Book Company.
- Wu, Kuang-Ming. (1998). *The Development and Assessment of a Prototype Descriptive Statistics Course Segment on the World Wide Web*. Dissertation, Ed.D. (Education Curriculum and Instruction). Pittsburgh: Graduate School, University of Pittsburgh. Photocopied.
- Zinn, K.L. (1976). "Computer-Assisted Instruction (CAI)," *Encyclopedia of Computer Science*. 268-270.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
2. ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
3. ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา
4. ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “การแจกแจงปกติ”
5. ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ในแต่ละชุด
6. ค่าผลต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
7. ค่าดัชนีเชิงความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
8. ค่าอำนาจจำแนก (t -test) ของแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
9. คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
10. ค่า t -test ของความพึงพอใจของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

ตาราง 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

ข้อ	IOC	ข้อ	IOC	ข้อ	IOC	ข้อ	IOC	ข้อ	IOC
1	1.00	6	1.00	11	1.00	16	1.00	21	1.00
2	1.00	7	1.00	12	1.00	17	0.33	22	1.00
3	1.00	8	1.00	13	1.00	18	1.00	23	1.00
4	1.00	9	1.00	14	1.00	19	1.00	24	1.00
5	0.33	10	1.00	15	1.00	20	1.00	25	1.00

ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง (IOC) จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มีค่าอยู่ระหว่าง 0.33 – 1.00

ตาราง 7 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ข้อ	ระดับความคิดเห็น	ข้อ	ระดับความคิดเห็น	ข้อ	ระดับความคิดเห็น	ข้อ	ระดับความคิดเห็น
1.1	4.00	1.6	3.67	2.2	4.00	2.7	4.00
1.2	4.00	1.7	4.00	2.3	4.00	2.8	4.00
1.3	4.00	1.8	3.67	2.4	3.67		
1.4	3.67	1.9	3.67	2.5	3.67		
1.5	3.67	2.1	4.00	2.6	3.67		

ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีระดับความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 3.67 – 4.00 มีค่าเฉลี่ย 3.84 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มีคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี

ตาราง 8 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

ข้อ	ระดับความคิดเห็น	ข้อ	ระดับความคิดเห็น	ข้อ	ระดับความคิดเห็น	ข้อ	ระดับความคิดเห็น
1.1	4.33	2.1	4.67	3.1	5.00	3.6	5.00
1.2	4.00	2.2	5.00	3.2	4.67	3.7	5.00
1.3	4.00	2.3	4.33	3.3	5.00		
1.4	4.33	2.4	4.00	3.4	5.00		
1.5	4.67	2.5	5.00	3.5	4.67		

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” จากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษามีระดับความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 4.00 – 5.00 มีค่าเฉลี่ย 4.63 ซึ่งแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ตาราง 9 ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง “การแจกแจงปกติ”

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.66	0.64	11	0.71	0.26
2	0.77	0.76	12	0.62	0.36
3	0.55	0.91	13	0.68	0.72
4	0.63	0.59	14	0.38	0.87
5	0.55	0.91	15	0.30	0.82
6	0.42	0.34	16	0.23	0.76
7	0.56	0.46	17	0.57	0.82
8	0.33	0.84	18	0.33	0.84
9	0.53	0.85	19	0.60	0.71
10	0.33	0.84	20	0.25	0.78

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

ตัวอย่าง การหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบข้อที่ 1
โดยใช้เทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ของจุง เตห์ ฟาน (Chung-The Fan)
(ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538: 209 - 210)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้น
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } p &= \frac{66}{100} \\ &= 0.66 \end{aligned}$$

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ
 R_U แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง
 R_L แทน จำนวนผู้ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน
 N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } r &= \frac{49 - 17}{\frac{100}{2}} \\ &= 0.64 \end{aligned}$$

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ โดย
คำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอริ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศและอังคณา สาย
ยศ. 2539: 215)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum p_i q_i}{\sigma^2} \right]$$

เมื่อ r_{it} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทน จำนวนแบบทดสอบ
 p_i แทน สัดส่วนของผู้ที่ถูกต้องในข้อที่ i
 q_i แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อนั้นผิด
 σ^2 แทน ค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

$$\begin{aligned}
 \text{จะได้ } r_{it} &= \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{4.49}{17.04} \right] \\
 &= 1.05 \times (1 - 0.17) \\
 &= 1.05 \times 0.83 \\
 &= 0.87
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับเท่ากับ 0.87

ตาราง 10 คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายบทเรียนชุดที่ 1 เรื่อง “คำมาตรฐาน”

คน ที่	คะแนน		คน ที่	คะแนน		คน ที่	คะแนน		คน ที่	คะแนน	
	ฝึกหัด (35)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (35)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (35)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (35)	ทดสอบ (10)
1	35	10	26	32	8	51	34	9	76	35	10
2	33	7	27	31	6	52	33	7	77	33	9
3	32	7	28	32	7	53	33	7	78	32	8
4	33	9	29	33	9	54	32	8	79	33	8
5	33	8	30	35	10	55	33	9	80	33	9
6	34	9	31	33	8	56	32	8	81	31	9
7	34	8	32	34	8	57	32	8	82	32	10
8	33	7	33	34	9	58	32	9	83	32	8
9	33	6	34	34	9	59	33	8	84	33	9
10	33	8	35	35	9	60	33	8	85	33	9
11	34	7	36	35	10	61	33	9	86	33	9
12	32	7	37	33	8	62	32	8	87	33	8
13	32	7	38	34	10	63	32	8	88	33	9
14	33	7	39	33	9	64	32	9	89	34	10
15	34	7	40	33	8	65	33	8	90	33	8
16	33	6	41	33	8	66	33	8	91	32	9
17	35	10	42	33	9	67	34	8	92	32	8
18	35	10	43	35	10	68	33	9	93	34	10
19	35	9	44	31	8	69	34	10	94	34	10
20	35	9	45	32	8	70	34	8	95	33	8
21	33	9	46	32	8	71	34	9	96	33	9
22	33	7	47	32	7	72	33	9	97	33	8
23	33	8	48	33	7	73	34	6	98	34	8
24	35	10	49	33	7	74	35	10	99	34	9
25	32	8	50	34	10	75	35	10	100	33	8
									รวม	3317	840

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 1

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\sum x}{N} \times 100 \\
 &= \frac{3317}{100} \times 100 \\
 &= \frac{3317}{35} \\
 &= 94.77
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\sum F}{N} \times 100 \\
 &= \frac{840}{100} \times 100 \\
 &= \frac{840}{10} \\
 &= 84.00
 \end{aligned}$$

$$E_1/E_2 = 94.77/84.00$$

ดังนั้น จะได้ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 1 เท่ากับ 94.77/84.00

ตาราง 11 คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายบทเรียนชุดที่ 2 เรื่อง “การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ”

คน ที่	คะแนน		คน ที่	คะแนน		คน ที่	คะแนน		คน ที่	คะแนน	
	ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (10)	ทดสอบ (10)
1	8	7	26	8	9	51	9	9	76	10	9
2	8	6	27	6	7	52	7	6	77	8	8
3	7	8	28	8	7	53	7	6	78	8	9
4	8	9	29	9	9	54	8	8	79	8	8
5	8	7	30	10	10	55	8	6	80	9	10
6	9	8	31	10	9	56	7	10	81	8	9
7	9	8	32	9	8	57	8	8	82	8	9
8	10	10	33	9	8	58	8	9	83	8	8
9	8	6	34	9	10	59	8	8	84	8	9
10	10	10	35	9	8	60	10	10	85	8	8
11	9	9	36	9	7	61	8	6	86	8	7
12	8	9	37	8	9	62	7	10	87	8	7
13	7	6	38	9	8	63	8	8	88	8	8
14	8	7	39	8	9	64	8	9	89	9	10
15	9	9	40	8	9	65	8	8	90	10	10
16	8	8	41	8	9	66	10	10	91	7	9
17	10	10	42	8	9	67	9	9	92	7	8
18	10	10	43	10	10	68	8	9	93	9	9
19	10	10	44	8	8	69	9	8	94	9	7
20	10	8	45	10	10	70	10	10	95	8	8
21	8	10	46	10	10	71	9	8	96	8	9
22	8	9	47	7	8	72	8	9	97	10	10
23	8	9	48	8	6	73	10	10	98	9	8
24	10	7	49	8	6	74	10	7	99	9	9
25	7	6	50	9	10	75	10	10	100	8	7
									รวม	854	843

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 2

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\sum x}{N} \times 100 \\
 &= \frac{854}{100} \times 100 \\
 &= \frac{854}{10} \\
 &= 85.40
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\sum F}{N} \times 100 \\
 &= \frac{843}{100} \times 100 \\
 &= \frac{843}{10} \\
 &= 84.30
 \end{aligned}$$

$$E_1/E_2 = 85.40/84.30$$

ดังนั้น จะได้ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 2 เท่ากับ 85.40/84.30

ตาราง 12 คะแนนแบบฝึกหัดและแบบทดสอบท้ายบทเรียนชุดที่ 3 เรื่อง “พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ”

คน ที่	คะแนน		คน ที่	คะแนน		คน ที่	คะแนน		คน ที่	คะแนน	
	ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)		ฝึกหัด (15)	ทดสอบ (10)
1	15	9	26	14	8	51	15	10	76	15	10
2	13	6	27	14	10	52	13	8	77	14	10
3	12	5	28	12	8	53	13	7	78	15	10
4	14	9	29	13	9	54	15	10	79	13	8
5	14	8	30	14	10	55	13	7	80	15	10
6	15	10	31	13	9	56	12	10	81	15	10
7	15	10	32	14	9	57	13	8	82	15	10
8	14	9	33	14	10	58	13	9	83	12	9
9	13	9	34	14	10	59	13	7	84	13	9
10	14	10	35	15	10	60	15	9	85	14	10
11	15	10	36	15	8	61	15	10	86	14	10
12	15	10	37	13	8	62	15	9	87	13	7
13	13	9	38	14	7	63	14	8	88	14	10
14	13	8	39	15	10	64	14	9	89	14	10
15	15	10	40	15	10	65	14	8	90	13	4
16	13	7	41	15	10	66	14	9	91	15	10
17	15	9	42	15	10	67	14	9	92	12	9
18	15	9	43	14	9	68	15	6	93	14	10
19	15	9	44	12	8	69	15	10	94	14	9
20	15	9	45	12	8	70	15	10	95	15	10
21	14	9	46	12	8	71	13	8	96	15	10
22	14	9	47	12	7	72	14	8	97	15	10
23	14	10	48	13	6	73	15	10	98	14	9
24	15	9	49	13	6	74	15	10	99	14	8
25	13	7	50	15	9	75	13	8	100	13	9
									รวม	1395	884

การคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 3

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\sum x}{N} \times 100 \\
 &= \frac{1395}{100} \times 100 \\
 &= \frac{1395}{15} \\
 &= 93.00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\sum F}{N} \times 100 \\
 &= \frac{884}{100} \times 100 \\
 &= \frac{884}{10} \\
 &= 88.40
 \end{aligned}$$

$$E_1/E_2 = 93.00/88.40$$

ดังนั้น จะได้ประสิทธิภาพของบทเรียนชุดที่ 3 เท่ากับ 93.00/88.40

ตาราง 13 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
 ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียน
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คนที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
1	6	16	10	100	31	9	19	10	100
2	5	15	10	100	32	3	17	14	196
3	4	12	8	64	33	5	20	15	225
4	2	15	13	169	34	4	18	14	196
5	7	19	12	144	35	3	15	12	144
6	5	20	15	225	36	2	19	17	289
7	9	19	10	100	37	9	20	11	121
8	6	19	13	169	38	5	19	14	196
9	8	13	5	25	39	8	20	12	144
10	3	19	16	256	40	5	18	13	169
11	5	15	10	100	41	5	18	13	169
12	7	17	10	100	42	2	17	15	225
13	6	17	11	121	43	15	20	5	25
14	4	12	8	64	44	5	19	14	196
15	0	14	14	196	45	2	18	16	256
16	4	11	7	49	46	2	18	16	256
17	12	20	8	64	47	1	18	17	289
18	2	19	17	289	48	2	18	16	256
19	8	20	12	144	49	1	12	11	121
20	3	18	15	225	50	4	17	13	169
21	10	20	10	100	51	2	18	16	256
22	3	19	16	256	52	3	12	9	81
23	5	17	12	144	53	1	17	16	256
24	7	9	2	4	54	8	14	6	36
25	16	19	3	9	55	3	18	15	225
26	6	18	12	144	56	3	18	15	225
27	7	16	9	81	57	5	18	13	169
28	13	16	3	9	58	4	19	15	225
29	8	17	9	81	59	4	17	13	169
30	5	20	15	225	60	10	20	10	100

ตาราง 13 (ต่อ)

คนที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)	ผลต่าง		คนที่	ก่อนเรียน (20 คะแนน)	หลังเรียน (20 คะแนน)	ผลต่าง	
			D	D ²				D	D ²
61	7	20	13	169	84	9	17	8	64
62	0	19	19	361	85	8	19	11	121
63	0	18	18	324	86	4	19	15	225
64	4	19	15	225	87	5	17	12	144
65	2	17	15	225	88	10	19	9	81
66	5	18	13	169	89	4	19	15	225
67	2	16	14	196	90	7	19	12	144
68	7	20	13	169	91	6	17	11	121
69	4	20	16	256	92	11	20	9	81
70	4	20	16	256	93	4	20	16	256
71	3	16	13	169	94	6	16	10	100
72	0	18	18	324	95	2	20	18	324
73	5	18	13	169	96	6	19	13	169
74	7	18	11	121	97	5	19	14	196
75	10	16	6	36	98	7	19	12	144
76	14	16	2	4	99	7	19	12	144
77	11	14	3	9	100	9	18	9	81
78	6	18	12	144	101	3	20	17	289
79	3	17	14	196	102	6	16	10	100
80	6	19	13	169	103	5	17	12	144
81	6	16	10	100	104	8	16	8	64
82	4	16	12	144	105	6	16	10	100
83	4	19	15	225	รวม	573	1841	1268	16718

การคำนวณค่า t-test Dependent

$$\sum D = 1,268, \sum D^2 = 16,718, N = 105$$

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

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{1,268}{\sqrt{\frac{105(16,718) - (1,268)^2}{105-1}}} ; df = 105-1 \\
 &= \frac{1,268}{\sqrt{\frac{1,755,390 - 1,607,824}{104}}} \\
 &= \frac{1,268}{\sqrt{\frac{147,566}{104}}} \\
 &= \frac{1,268}{\sqrt{1,418.9038}} \\
 &= \frac{1,268}{37.6683} \\
 t &= 33.66
 \end{aligned}$$

$$t_{(.01, 104)} = 2.33^{**}$$

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจ

ข้อ	IOC	ข้อ	IOC	ข้อ	IOC	ข้อ	IOC	ข้อ	IOC	ข้อ	IOC	ข้อ	IOC
1	1.00	6	1.00	11	1.00	16	1.00	21	1.00	26	1.00	31	1.00
2	1.00	7	1.00	12	1.00	17	1.00	22	1.00	27	1.00	32	1.00
3	1.00	8	1.00	13	1.00	18	1.00	23	1.00	28	1.00	33	1.00
4	1.00	9	1.00	14	1.00	19	1.00	24	1.00	29	1.00		
5	1.00	10	1.00	15	1.00	20	1.00	25	1.00	30	1.00		

ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงโครงสร้าง (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจเท่ากับ 1.00

ตาราง 15 ค่าอำนาจจำแนก (t-test) ของแบบวัดความพึงพอใจ

ข้อ	t-test	ข้อ	t-test	ข้อ	t-test	ข้อ	t-test	ข้อ	t-test	ข้อ	t-test	ข้อ	t-test
1	4.58	6	4.30	11	4.19	16	3.38	21	4.31	26	2.40	31	3.44
2	2.76	7	4.54	12	2.40	17	4.17	22	5.42	27	4.33	32	3.62
3	3.32	8	2.41	13	4.59	18	3.27	23	5.28	28	3.80	33	3.80
4	4.45	9	2.92	14	2.77	19	3.99	24	4.23	29	4.40		
5	2.76	10	3.10	15	3.48	20	4.03	25	2.93	30	9.93		

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนทั้งหมด เท่ากับ 0.96

การหาอำนาจจำแนกของคำถามที่เป็นแบบสอบถามมาตราการจัดอันดับ จะแบ่งกลุ่มนักศึกษาที่ได้น้ำหนักคะแนนสูงออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มสูง และกลุ่มที่ได้น้ำหนักคะแนนต่ำออกมาร้อยละ 25 เป็นกลุ่มต่ำ แล้วคำนวณหาค่าคะแนนเฉลี่ย และคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกลุ่มแล้วแทนค่าในสูตร ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 185-186)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	\bar{X}_H	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง
	\bar{X}_L	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ
	S_H^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มสูง
	S_L^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของกลุ่มต่ำ
	n_H	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูง
	n_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

ในที่นี้ขอยกตัวอย่างการคำนวณในข้อ 1 (รูปภาพและกราฟิกที่ใช้ประกอบในบทเรียนทำให้บทเรียนน่าสนใจ) ซึ่งได้ค่าอำนาจจำแนก 4.58 ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{จาก} \quad t &= \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}} \\
 &= \frac{3.72 - 2.72}{\sqrt{\frac{0.87}{25} + \frac{0.32}{25}}} \\
 \text{จะได้} \quad &= \frac{1}{\sqrt{0.0476}} \\
 &= \frac{1}{0.2182} \\
 &= 4.58
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ได้ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 4.58

ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” วิเคราะห์โดยใช้วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ซึ่งเป็นการหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรครอนบัก (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 125-126) ดังนี้

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
 S_i^2 แทน ความแปรปรวนของแต่ละข้อ
 S_t^2 แทน ความแปรปรวนทั้งฉบับ
 n แทน จำนวนข้อ

$$\begin{aligned}
 \text{จาก} \quad \alpha &= \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right) \\
 \text{จะได้} \quad \alpha &= \frac{33}{33-1} \left(1 - \frac{14.26}{203.31} \right) \\
 &= 1.03125 \times 0.9299 \\
 &= 0.96
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจทั้งฉบับ เท่ากับ 0.96

ตาราง 16 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

คนที่	ความพึงพอใจ	คนที่	ความพึงพอใจ	คนที่	ความพึงพอใจ	คนที่	ความพึงพอใจ
1	3.97	26	4.42	51	3.45	76	3.52
2	3.73	27	3.88	52	3.67	77	4.00
3	4.36	28	4.27	53	3.00	78	3.39
4	4.06	29	4.52	54	4.21	79	4.18
5	4.15	30	4.27	55	4.36	80	3.45
6	3.42	31	4.39	56	3.97	81	4.03
7	3.64	32	5.00	57	4.06	82	4.12
8	4.00	33	3.79	58	2.58	83	4.15
9	3.45	34	3.88	59	3.58	84	4.52
10	3.55	35	3.97	60	3.76	85	4.06
11	4.33	36	3.48	61	2.48	86	3.88
12	4.67	37	3.82	62	4.24	87	3.97
13	3.76	38	4.33	63	4.00	88	4.33
14	3.67	39	3.82	64	3.09	89	4.42
15	3.55	40	4.94	65	3.73	90	3.76
16	4.30	41	3.12	66	3.21	91	4.03
17	3.70	42	2.91	67	4.15	92	4.58
18	3.45	43	4.21	68	4.45	93	4.42
19	3.64	44	3.67	69	4.06	94	3.91
20	4.24	45	3.58	70	3.82	95	4.24
21	3.64	46	3.55	71	4.03	96	4.36
22	3.73	47	3.85	72	3.97	97	3.76
23	4.42	48	4.09	73	4.00	98	3.91
24	3.67	49	4.00	74	4.27	99	4.24
25	4.21	50	3.42	75	4.03	100	4.24

คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” อยู่ระหว่าง 2.48 – 5.00 เฉลี่ย 3.92 แสดงว่า นักเรียนมีความพึงพอใจ หลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” อยู่ใน ระดับดีมาก

การคำนวณค่า t-test One Sample คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

$$\text{เมื่อ } \bar{X} = 3.92, S = 0.73, \mu_0 = 3.50, N = 100$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{N}}}, df = n - 1 \\ t &= \frac{3.92 - 3.50}{\frac{0.73}{\sqrt{100}}} \\ &= \frac{0.42}{0.73} \\ &= \frac{0.42}{0.073} \\ t &= 5.75 \end{aligned}$$

$$t_{(.01, 99)} = 2.33^{**}$$

ดังนั้น นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังจากเรียนด้วย
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

1. คู่มือการใช้บทเรียนสำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin)
2. คู่มือการใช้บทเรียนสำหรับครูผู้สอน
3. คู่มือการใช้บทเรียนสำหรับนักเรียน

คู่มือการใช้งาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สำหรับผู้ดูแลระบบ (Admin)

การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ประกอบด้วยเนื้อหาบทเรียน บทเรียนที่ 1 ค่ามาตรฐาน บทเรียนที่ 2 การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ บทเรียนที่ 3 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระบบการจัดการบทเรียน (LMS) ระบบคลังข้อสอบ ระบบการประเมินผลและติดตามผู้เรียน รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกในการติดต่อสื่อสารกัน ทั้งระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอน ซึ่งวิธีการใช้ระบบมีดังต่อไปนี้

1. ความสามารถของระบบ

1.1 ความสามารถในการจัดการหน้าเว็บไซต์

1.1.1 เนื้อหาข่าวสาร หน้าเว็บไซต์ โดยแบ่งเป็น ข่าวหลัก, ข่าวย่อย, กระดานข่าว และอื่นๆ ในแต่ละระบบจะมีระบบการจัดการสำหรับ Admin ทั้งหมด โดยใช้ Text Editor ช่วยในการจัดการเหมือน Ms Word

1.1.2 กระดานข่าว สามารถลบ หรือยกเลิกเนื้อหาที่ไม่เหมาะสมได้ทันที

1.2 ความสามารถด้าน E-learning

1.2.1 สามารถเพิ่มรายวิชาหรือสร้างแบบทดสอบไว้ล่วงหน้า ได้ไม่จำกัดรายวิชา และยังสามารถกำหนดให้เปิดสอน หรือเผยแพร่วิชาใดก่อนก็ได้

1.2.2 ในแต่ละวิชายังสามารถแยกบทเรียน หรือหัวข้อได้ถึง 5 ระดับ เช่น แยกเป็นบทเรียน โดยแต่ละบทเรียน สามารถสร้างแบบทดสอบประจำบทเรียน ในบทเรียนแยกเป็นเรื่องต่างๆ ได้อีก และในแต่ละเรื่อง ก็สามารถแยกเป็นหัวข้อได้อีกเป็นต้น

1.2.3 แบบทดสอบ ระบบจะวิเคราะห์ในการสร้างแบบทดสอบก่อน หรือหลังเรียนได้ทันทีที่เข้าเรียน โดยการสุ่มแต่ละข้อขึ้นแบบไม่ซ้ำกัน

1.2.4 การเรียน และการทำแบบทดสอบทุกครั้ง จะมีการเก็บสถิติ ที่สามารถดูได้ทั้งนักเรียน และผู้สอน

1.2.5 การสร้างเนื้อหาในรายวิชาผู้สอน ผู้สอนสามารถใส่เนื้อหาวิชาด้วยโปรแกรมใดก็ได้ เช่น MsWord, MsExcel, MsPowerpoint, Flash หรือ ไฟล์เสียง .AVI, .Mpeg หรืออื่นๆได้โดยการสั่งให้ระบบ Upload ไฟล์นั้นขึ้นไปได้ทันทีที่ต้องการ หรือจะทำการใส่เนื้อหาลงรายวิชานั้นๆ ได้ทันที

1.3 ความสามารถด้านการจัดการระบบ

1.3.1 Admin หรือผู้บริหารระบบมีหน้าที่ต่างๆ ได้แก่

1.3.1.1 การจัดการเนื้อหาวิชาเรียน โดยการสร้างรายวิชา วัตถุประสงค์ในรายวิชานั้นๆ ก่อนเปิดสอน

1.3.1.2 ผู้สอน ซึ่งมีการลงทะเบียนผู้สอนไว้ก่อน และทำการเชื่อมผู้สอนกับรายวิชาที่ต้องการในระบบการจัดการ โดยผู้สอน 1 คนสามารถสอนได้ไม่จำกัดรายวิชา และผู้สอนจึงเข้าระบบของตนเอง เพื่อจัดการในรายวิชานั้นๆ ต่อไป

2. ส่วนประกอบของโปรแกรม แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

2.1 สำหรับผู้ดูแลระบบ (Administrator) ถ้าจะเปรียบเทียบกับ Admin ก็คือเป็นผู้บริหารโรงเรียน สามารถจัดการกับระบบทั้งหมดได้ เช่น เพิ่มครูผู้สอน เพิ่มรายวิชาที่จะเปิดสอน เพิ่มบทความข่าวต่าง ๆ ที่ต้องการจะประชาสัมพันธ์

2.2 สำหรับครูผู้สอน ผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้เพิ่มรายชื่อครูผู้สอน เพิ่มรายวิชาที่จะเปิดสอนให้ก่อน ครูผู้สอนจึงจะใช้งานในส่วนงานของครูผู้สอนได้ สิทธิของครูผู้สอนที่ทำได้มีดังนี้ เพิ่มรายละเอียดของวิชาที่ Admin ได้เพิ่มไว้แล้ว สร้างแบบทดสอบในแต่ละหัวข้อ

2.3 สำหรับนักเรียน การใช้งานได้ต้องลงทะเบียนก่อน จากนั้นให้ทำการ Login ที่หน้าแรก

3. การติดตั้งและใช้งานโปรแกรม

หลังจากได้ไฟล์โปรแกรมและไฟล์ฐานข้อมูลมาแล้วให้นำไฟล์โปรแกรมไปเก็บไว้ในที่ห้อง C:\AppServ\www\ จากนั้นทำการ Dump ไฟล์ sql ลงในฐานข้อมูล MYSQL ตามขั้นตอนดังนี้

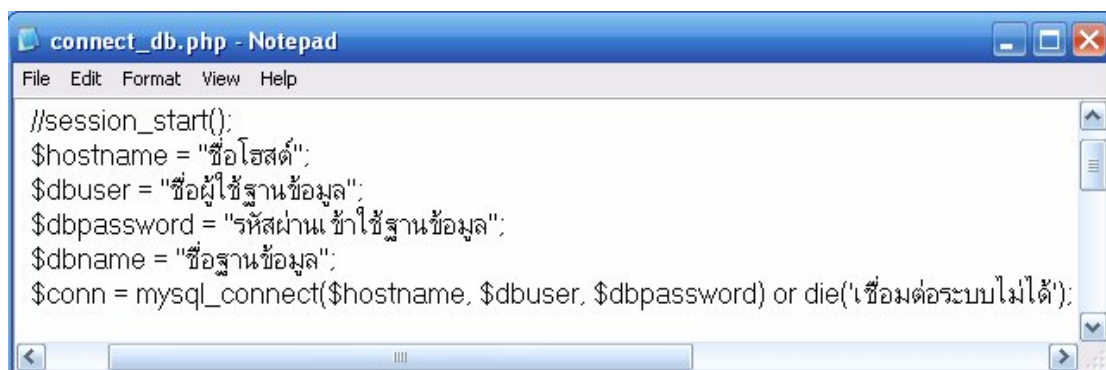
3.1 พิมพ์ localhost/phpmyadmin ที่ช่อง Address ของโปรแกรม IE แล้วกดปุ่ม Enter

3.2 พิมพ์คำว่า Student ลงในช่องสร้างฐานข้อมูลใหม่ จากนั้นทำการคลิกที่ปุ่ม สร้าง

3.3 รอสักครู่โปรแกรมจะสร้างฐานข้อมูล Student ให้ จากนั้นนำเมาส์ไปคลิกที่คำสั่ง SQL

3.4 คลิกปุ่ม แล้วเลือกไฟล์ setup.sql จากโฟลเดอร์ ฐานข้อมูล\setup.sql เสร็จแล้วจะกลับมายังหน้าเดิมให้คลิกที่ปุ่ม รอสักครู่โปรแกรมจะ Dump ไฟล์ setup.sql ลงในฐานข้อมูล Student ถ้าทำถูกต้องจะได้ตารางทั้งหมด 14 ตาราง

3.5 การนำไปใช้งานจริง ให้เข้าไปแก้ไขไฟล์ติดต่อฐานข้อมูลหลักคือไฟล์ connect_db.php



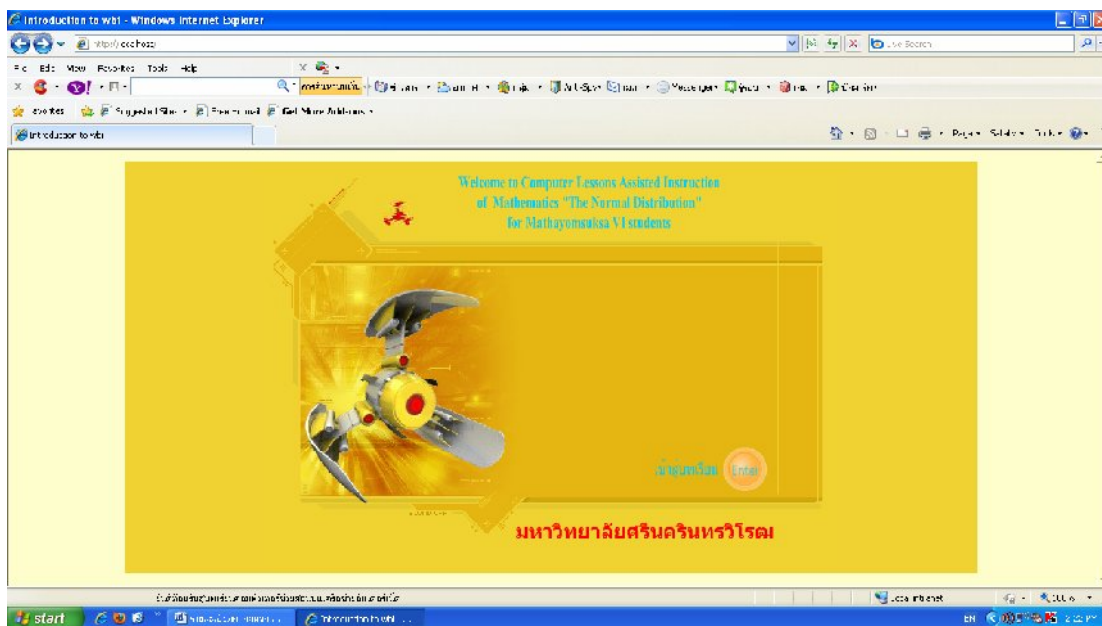
```

connect_db.php - Notepad
File Edit Format View Help
//session_start();
$hostname = "ชื่อโฮสต์";
$dbuser = "ชื่อผู้ใช้งานข้อมูล";
$dbpassword = "รหัสผ่านเข้าใช้งานข้อมูล";
$dbname = "ชื่อฐานข้อมูล";
$conn = mysql_connect($hostname, $dbuser, $dbpassword) or die('เชื่อมต่อระบบไม่ได้');

```

ภาพที่ 9 แสดงการแก้ไขไฟล์สำหรับติดต่อฐานข้อมูล MySQL

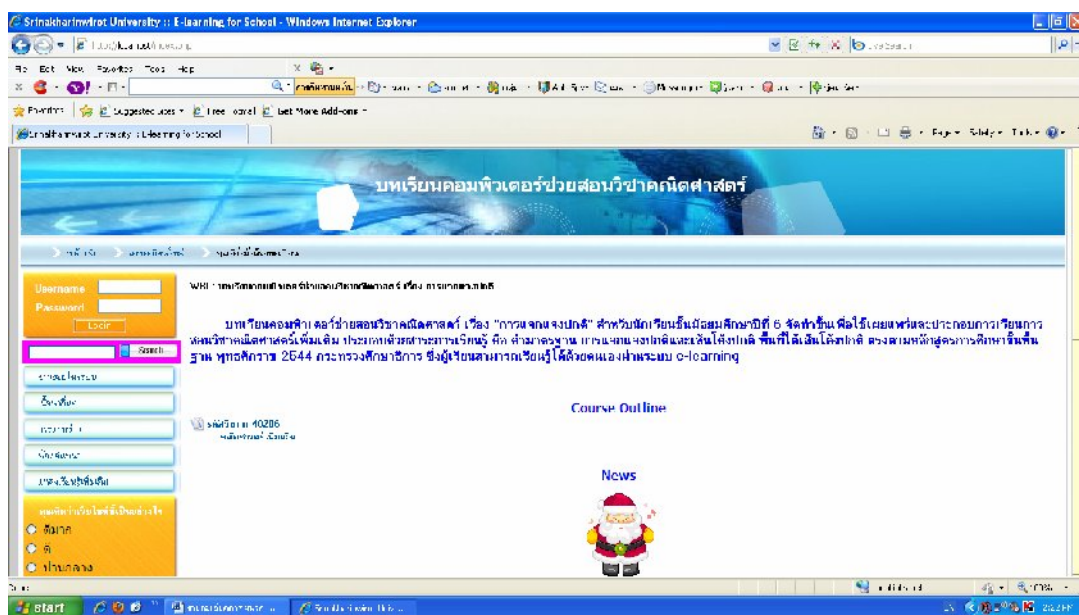
3.6 ทดลองแสดงผล ที่ช่อง Address ของโปรแกรม IE พิมพ์ localhost กดปุ่ม Enter จะเข้าสู่หน้าแรกของบทเรียน WBI แล้วให้คลิกที่ปุ่ม Enter ก็จะเข้าสู่หน้าหลักของโปรแกรม



ภาพที่ 10 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรม WBI

4. การจัดการระบบสำหรับ Admin

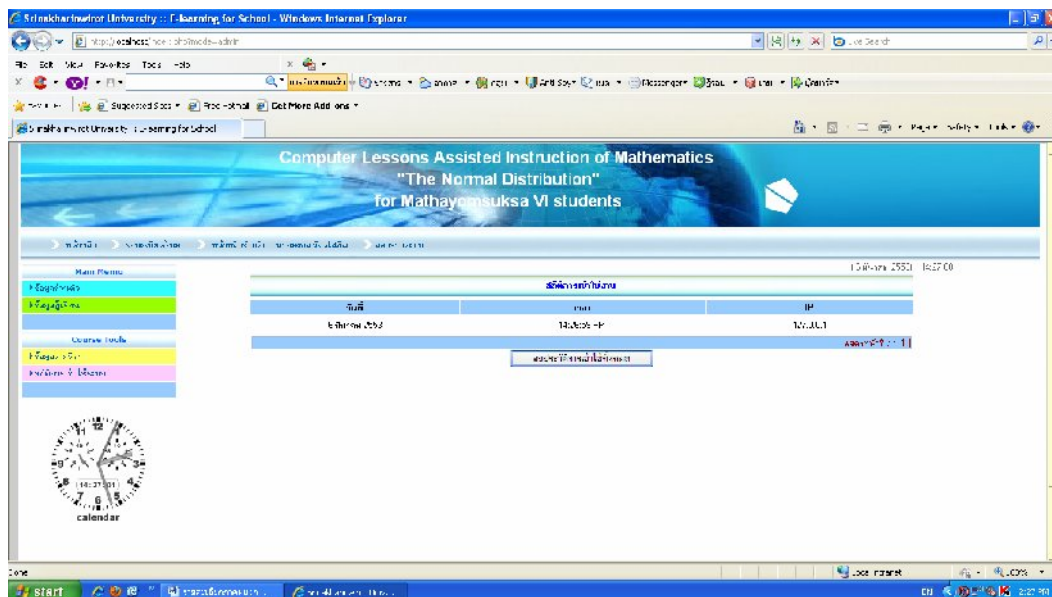
ขั้นแรกให้ผู้ดูแลระบบทำการ Login เข้าสู่ระบบ ให้ป้อนค่า Username และ Password เป็น admin จากนั้นคลิกที่ปุ่ม **Login** รอสักครู่โปรแกรมจะแสดงหน้าจอหลักของ Admin ซึ่งมีเมนูหลักของ Admin ดังภาพ



ภาพที่ 11 แสดงหน้าจอหลักสำหรับจัดการระบบของ Admin

5. สำหรับครูผู้สอนเข้าไปสร้างบทเรียนและแบบทดสอบ

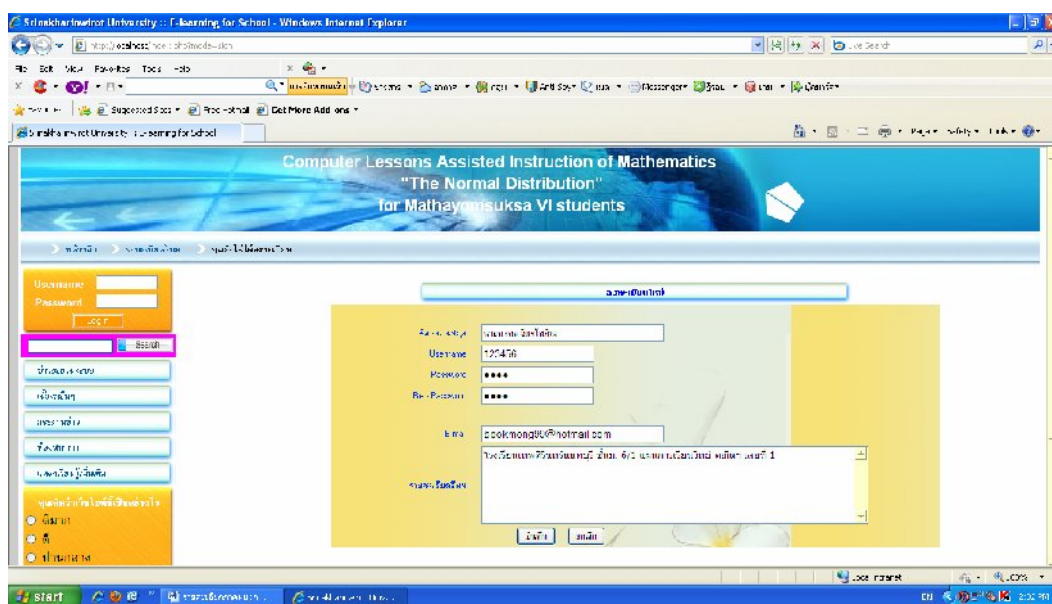
ขั้นแรกให้ครูผู้สอนทำการ Login เข้าสู่หน้าหลักของครูผู้สอนโดยใช้ Username และ Password ที่ได้ Admin กำหนดไว้ให้ในระบบในที่นี้ Username คือ J2YNC และ PASSWORD คือ RU06H



ภาพที่ 12 แสดงหน้าจอหลักสำหรับจัดการบทเรียนของครูผู้สอน

6. การเข้าเรียนและทำแบบทดสอบสำหรับนักเรียน

6.1 ขั้นแรกให้ผู้เรียนทำการลงทะเบียนเรียนที่หน้าแรกของบทเรียนออนไลน์ ให้ผู้เรียนคลิกคำสั่ง ลงทะเบียนใหม่ จากนั้นจะพบกรอบให้ป้อนรายละเอียดดังภาพ



ภาพที่ 13 แสดงหน้าจอสำหรับลงทะเบียนใหม่

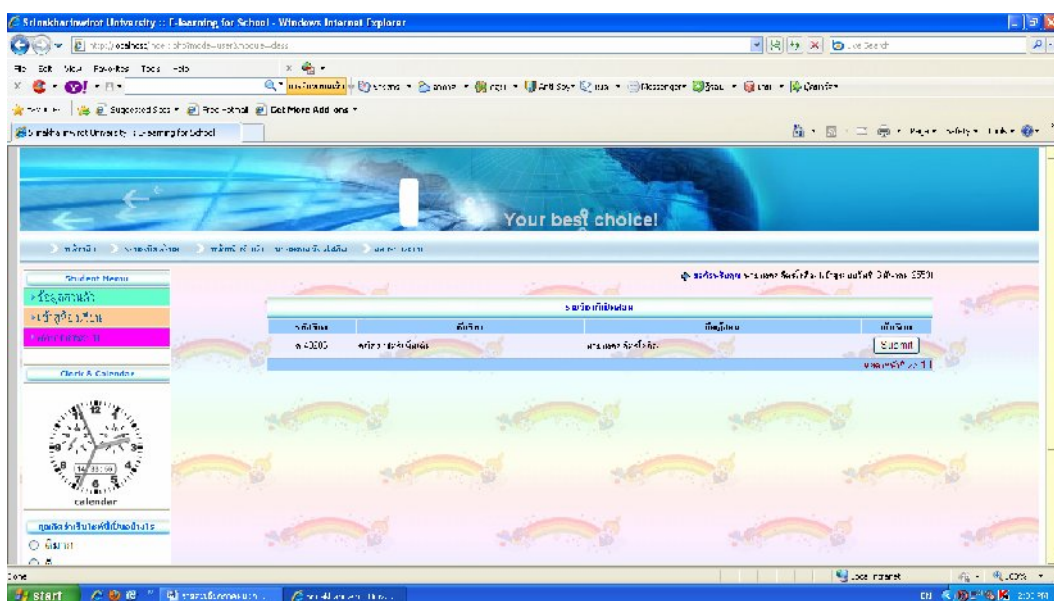
6.2 ป้อนรายละเอียดเสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม บันทึก โปรแกรมจะแสดงหน้าหลักของผู้เรียน



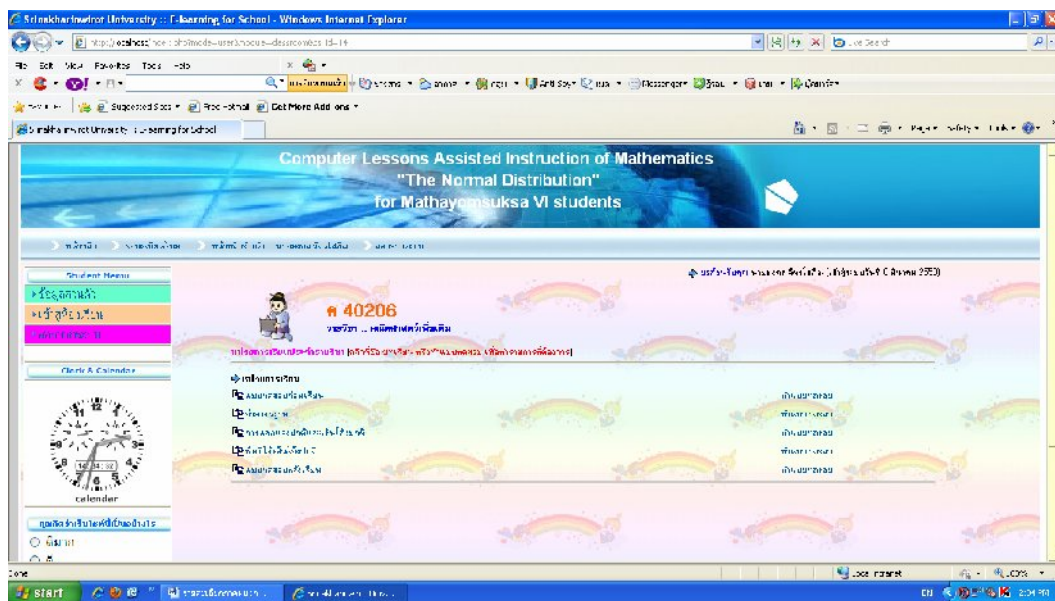
ภาพที่ 14 แสดงหน้าจอหลักสำหรับนักเรียน

6.3 คลิกคำสั่ง เข้าสู่ห้องเรียน จากเมนูหลักด้านซ้ายมือเพื่อเข้าสู่ห้องเรียน

6.4 โปรแกรมจะแสดงรายวิชาที่เปิดสอนทั้งหมด จากนั้นให้เลือกรายวิชาที่ต้องการจะเรียน แล้วคลิกที่ปุ่ม โปรแกรมจะแสดงรายละเอียดของบทเรียนและแบบทดสอบต่างๆ

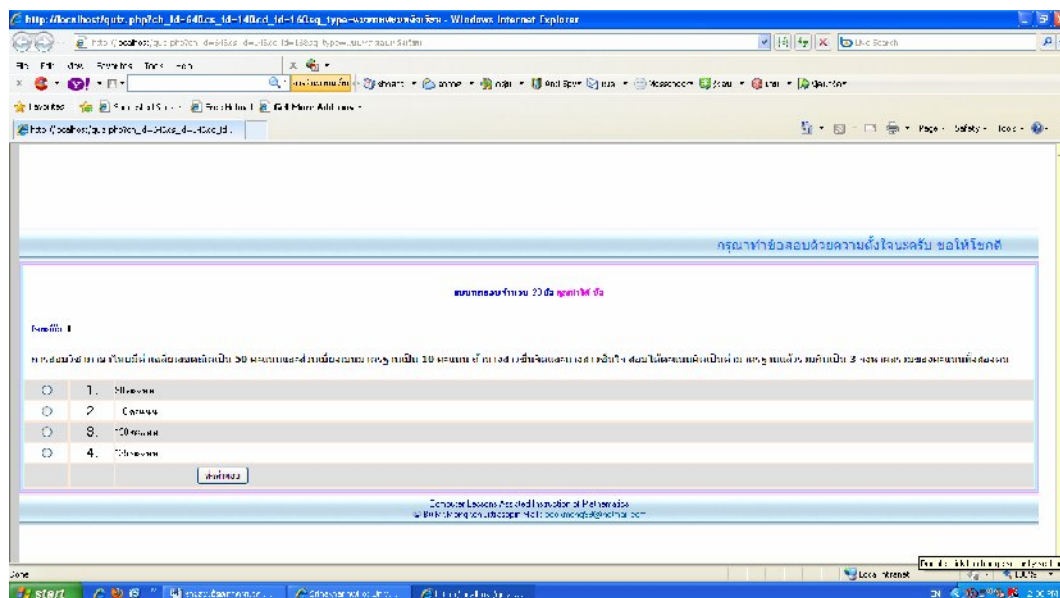


ภาพที่ 15 แสดงหน้าจอรายวิชาที่เปิดสอน



ภาพที่ 16 แสดงหน้าจอรายวิชาที่เปิดสอนและแบบทดสอบ

6.5 การทำแบบทดสอบประจำบทเรียน หลังจากเรียนจนเข้าใจแล้วให้คลิกคำสั่ง ทำแบบทดสอบ จะอยู่ทางด้านขวาสุดของแต่ละหัวข้อจากนั้นโปรแกรมจะแสดงแบบทดสอบให้นักเรียนทำดังภาพ



ภาพที่ 17 แสดงหน้าจอเนื้อหาวิชาและแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบประจำบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน

คู่มือการใช้งาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับผู้ดูแลระบบ (Administrator)

ผู้ดูแลระบบ (Administrator) หรือ Admin

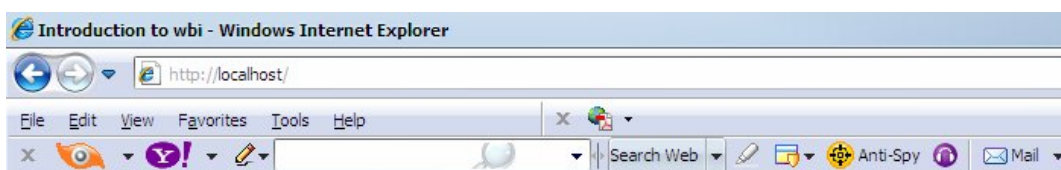
ผู้ดูแลระบบ (Administrator) หรือ Admin คือผู้ที่จัดการกับระบบทั้งหมดได้ เช่น เพิ่มครูผู้สอน เพิ่มรายวิชาที่จะเปิดสอน เพิ่มบทความ ข่าวต่าง ๆ ที่ต้องการจะประชาสัมพันธ์ โดยมีขั้นตอนในการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้งาน ดังนี้

(1) ขั้นตอนการดูแลระบบทั่วไป

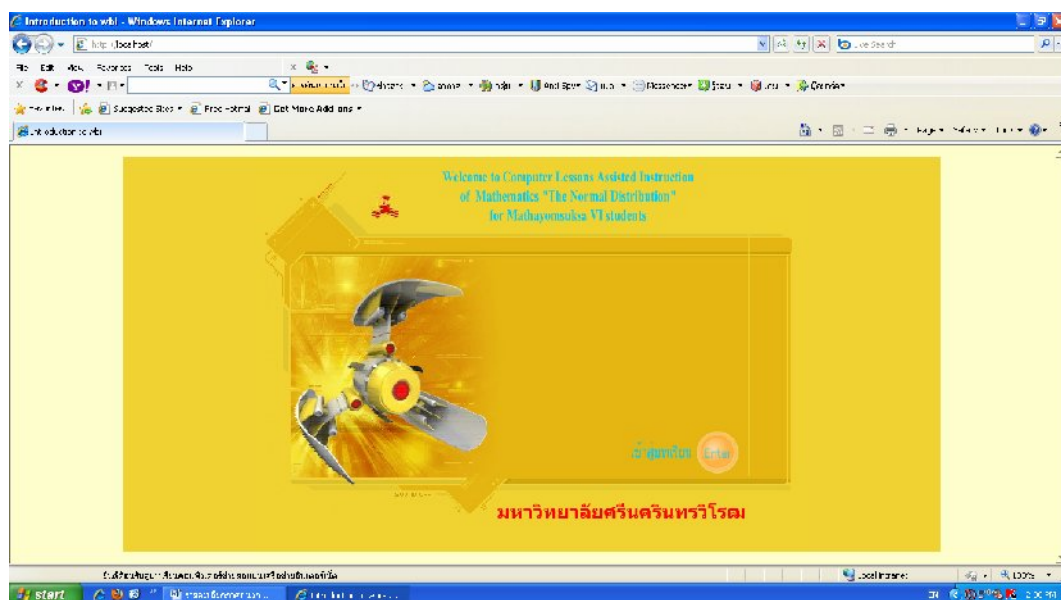
1. เริ่มจากเปิดเครื่อง

2. ดับเบิ้ลคลิกที่ พิมพ์คำว่า Localhost ในช่องการเข้าสู่ระบบเครือข่าย แล้ว

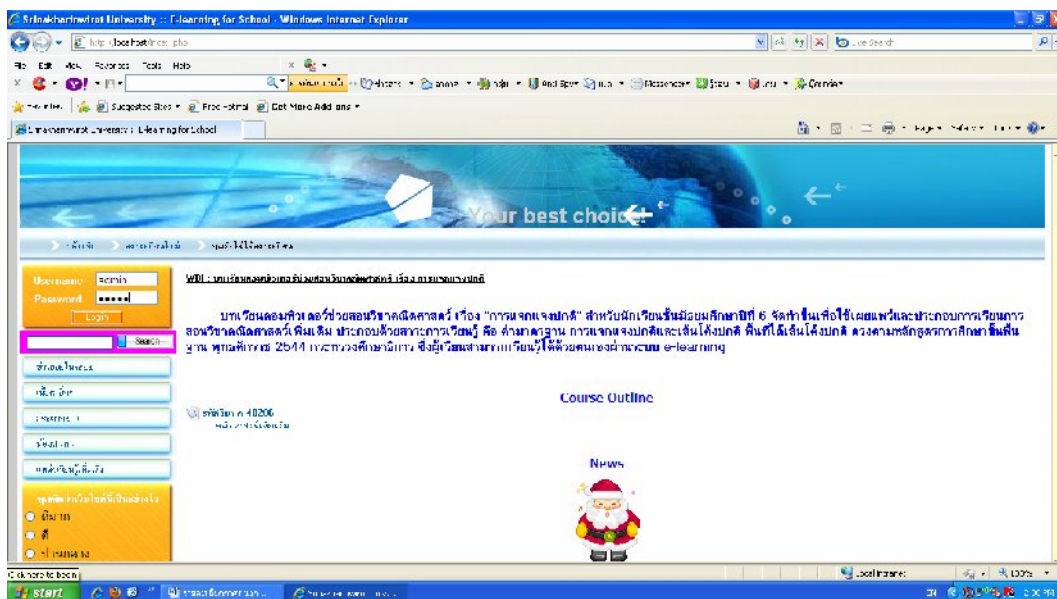
Enter ดังตัวอย่าง



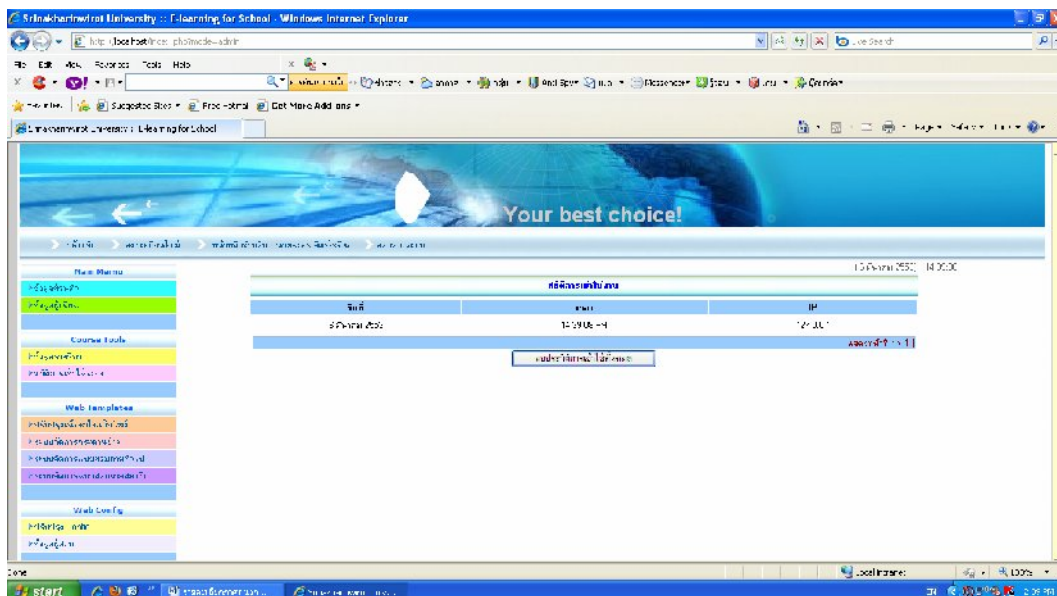
3. หน้าจอจะขึ้น Title แล้วคลิกที่ Enter ดังตัวอย่าง



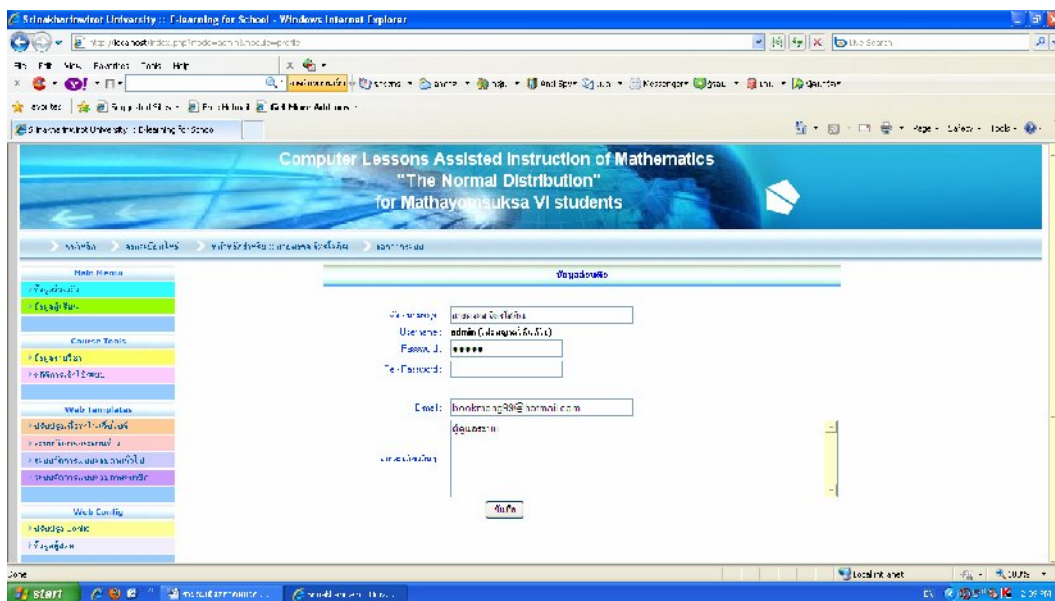
4. ที่หน้าจอนี้เข้าสู่ระบบของ Admin โดยใส่ Username ว่า Admin และ Password ว่า Admin แล้ว Enter หรือ login เพื่อเข้าสู่ระบบ ดังตัวอย่าง



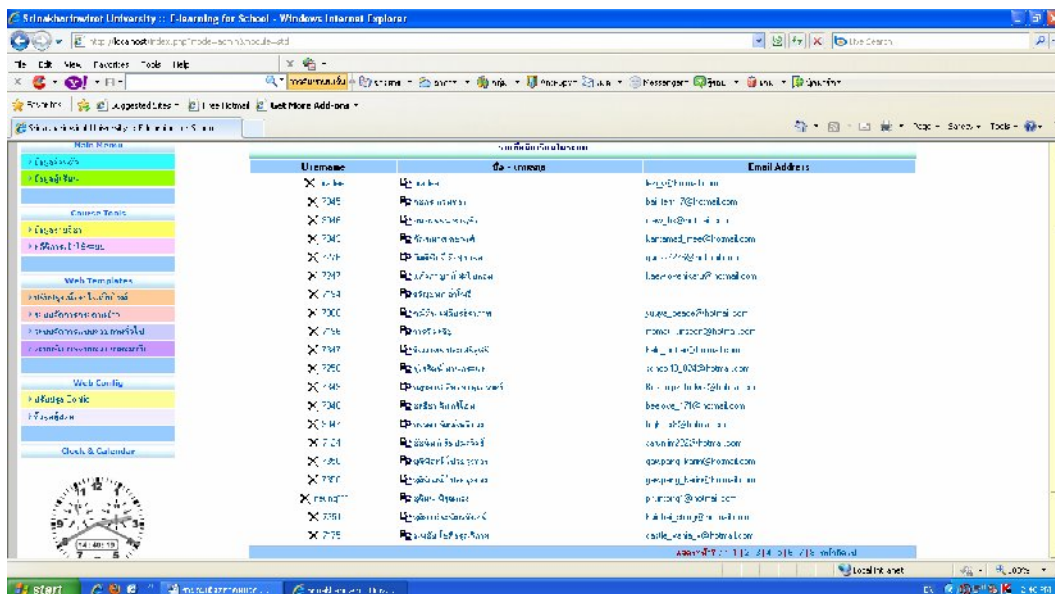
5. Admin จะเข้าสู่ระบบของโปรแกรมและมีส่วนต่างๆ ที่ Admin สามารถดำเนินการได้
ดังภาพ



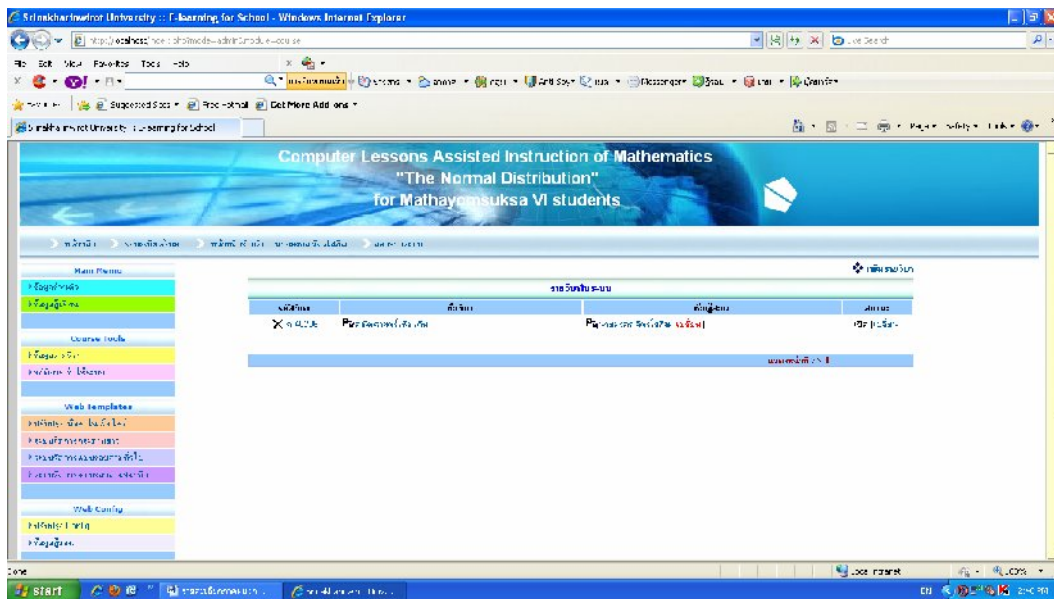
เมื่อ Admin เข้าสู่ระบบของโปรแกรมได้แล้ว Admin จะต้องดำเนินการต่างๆ ต่อไปนี้
5.1 เกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของ Admin ซึ่งเป็นรายละเอียดที่ Admin จะต้องบันทึกไว้ใน
ระบบ ดังนี้



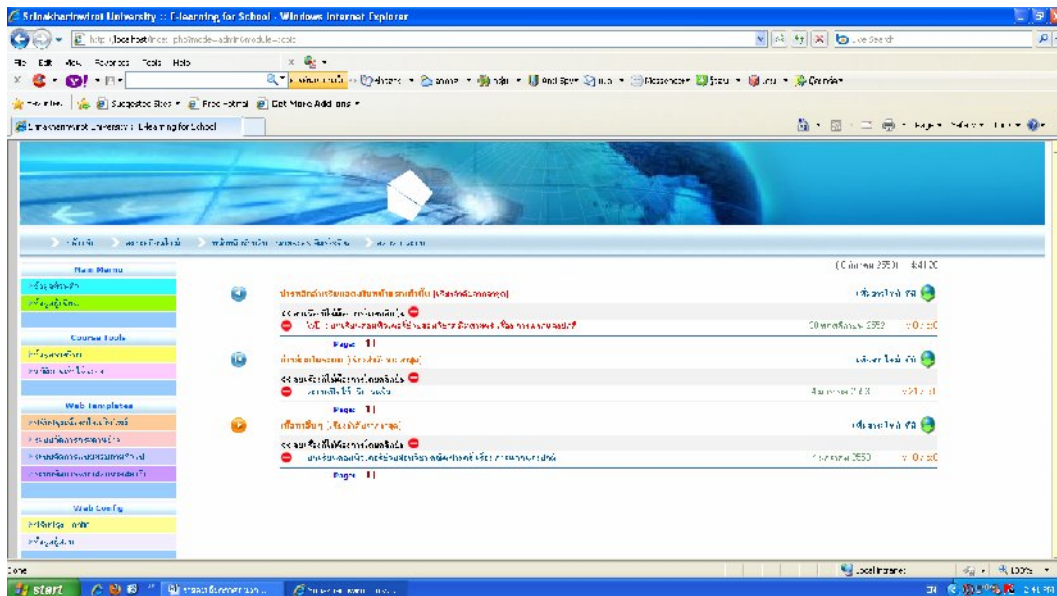
5.2 จัดการกับระบบข้อมูลผู้เรียนโดยสามารถเพิ่มหรือลบ หรือไม่อนุญาตให้ผู้เรียนที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าใช้ระบบได้



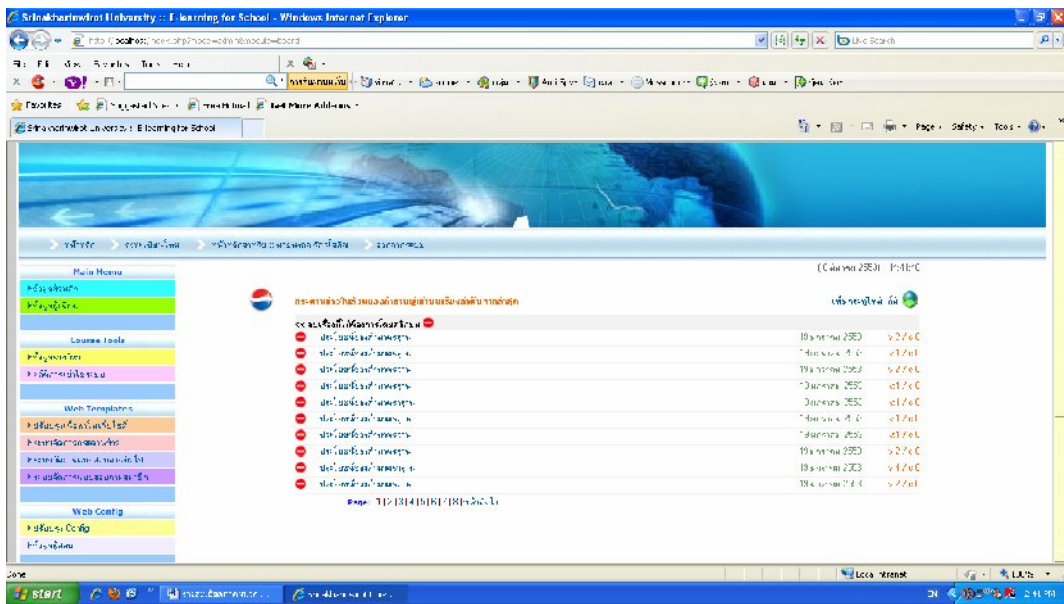
5.3 ดำเนินการเกี่ยวกับข้อมูลรายวิชา นั่นคือ เพิ่มหรือลดรายวิชาที่ต้องการเข้าใช้ระบบหรือออกจากระบบบทเรียน



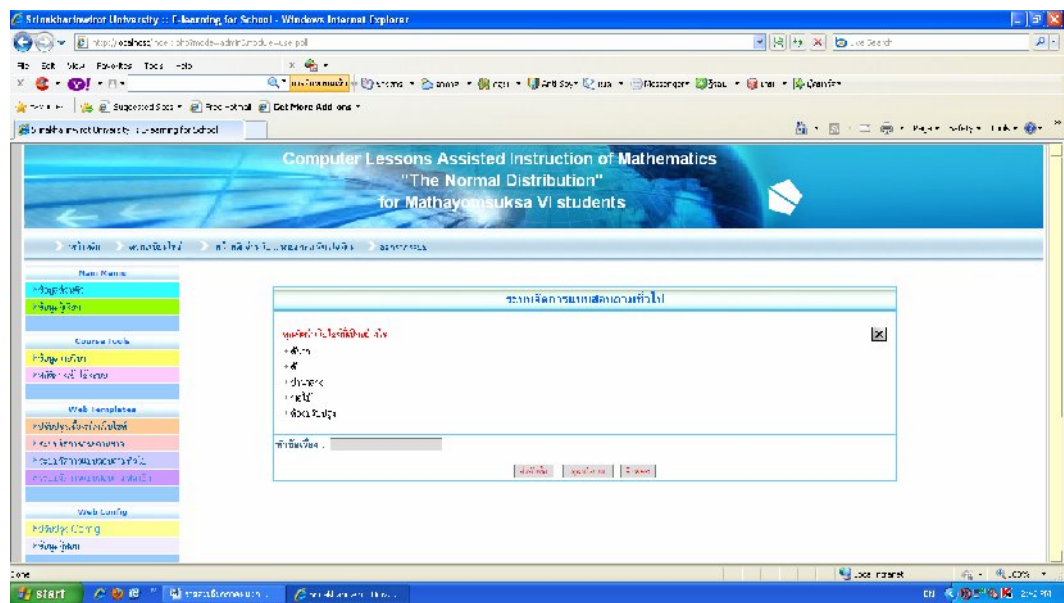
5.4 ปรับปรุงเนื้อหาในเว็บไซต์ นั่นคือเป็นผู้ปรับปรุงแก้ไขเนื้อหาในเว็บไซต์ที่ครูผู้สอนต้องการปรับปรุงให้เหมาะสมหรือลบออกจากระบบ



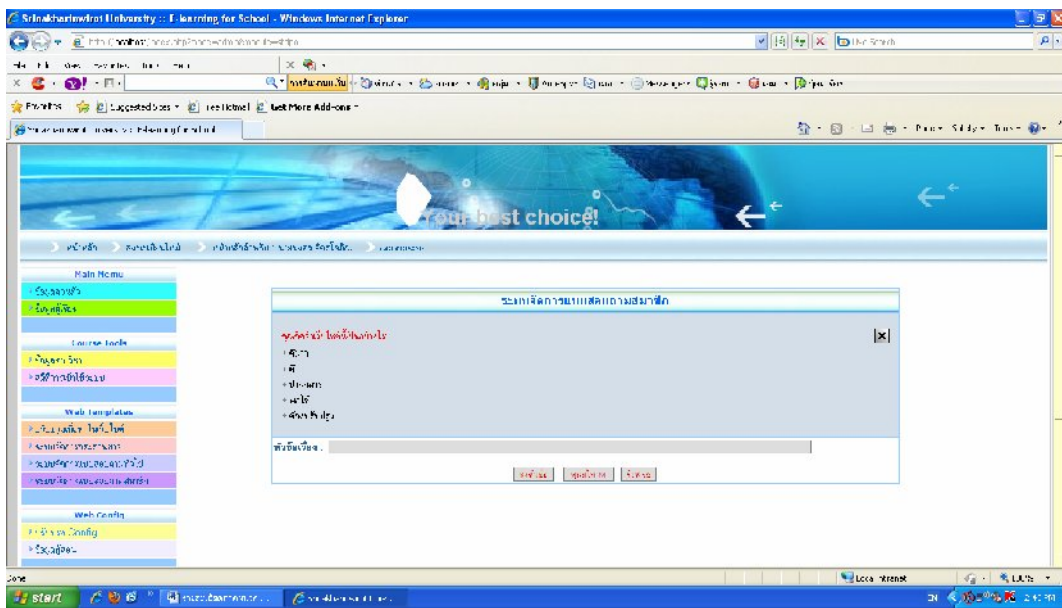
5.5 ดูแลระบบจัดการกระดาษข่าวในส่วนหน้าเว็บของบทเรียน โดยเพิ่มหรือลบหรือแจ้งข่าวสารที่น่าสนใจของครูผู้สอนหรือเหตุการณ์ต่างๆ ได้ทุกกรณี



5.6 ดูแลระบบจัดการแบบสอบถามทั่วไป



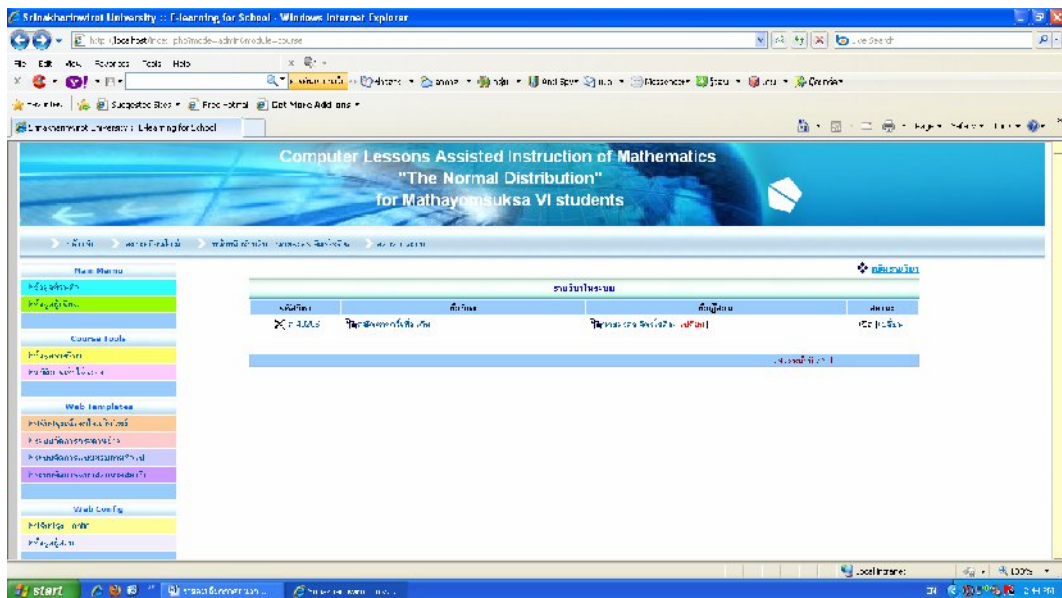
5.7 ดูแลระบบจัดการแบบสอบถามสมาชิกทั้งในระบบและนอกระบบ



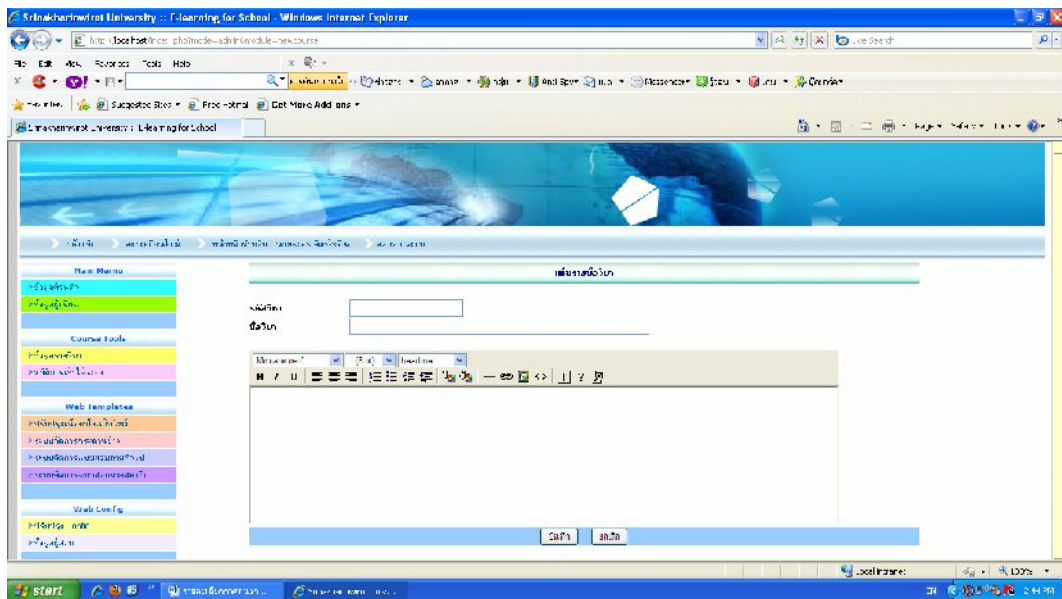
(2) ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบข้อมูลรายวิชา

ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบข้อมูลรายวิชาเป็นการเพิ่มรายวิชาที่ครูผู้สอนต้องการใช้ระบบการเรียนการสอนหรือยกเลิกบทเรียนที่อยู่ในระบบอยู่แล้ว ซึ่งมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

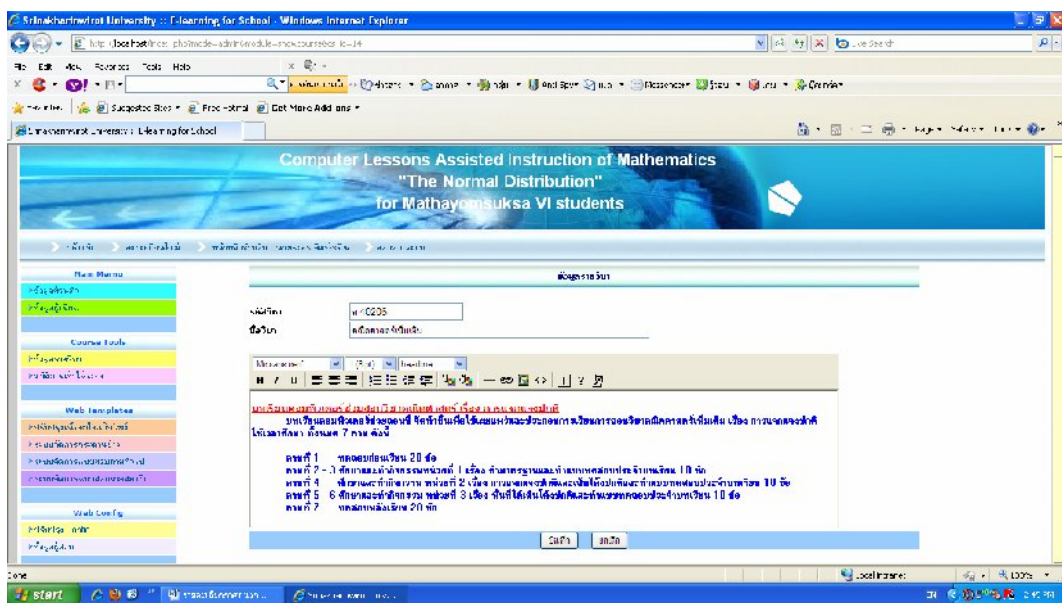
1. คลิกที่เมนูข้อมูลรายวิชา คลิกที่เพิ่มรายวิชา



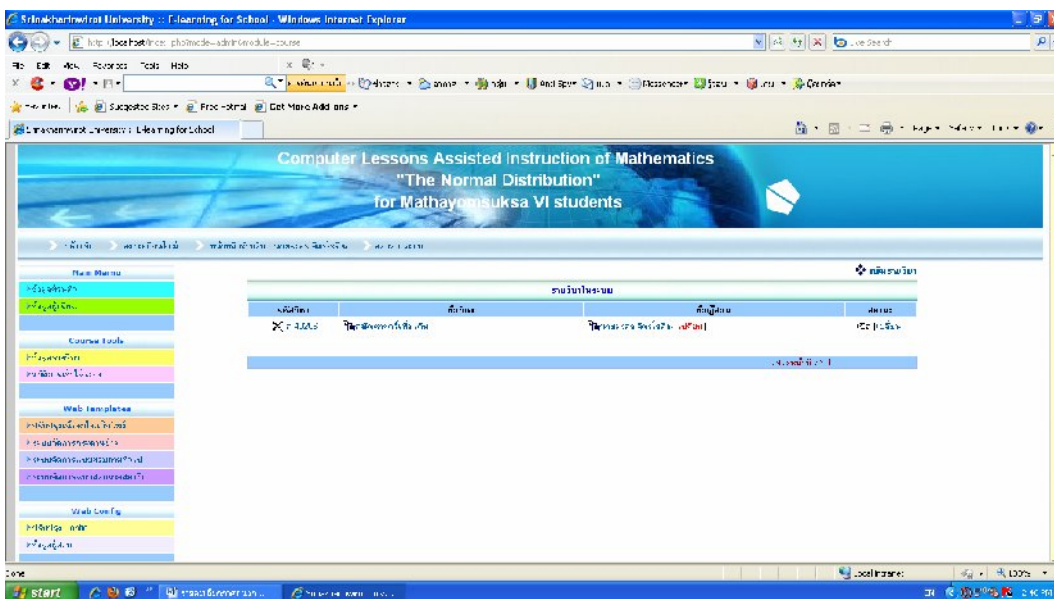
หน้าจอจะปรากฏส่วนต่างๆ เพื่อให้กรอกรายละเอียด



ดำเนินการกรอกรายละเอียดต่างๆ ให้ครบถ้วน ดังตัวอย่าง

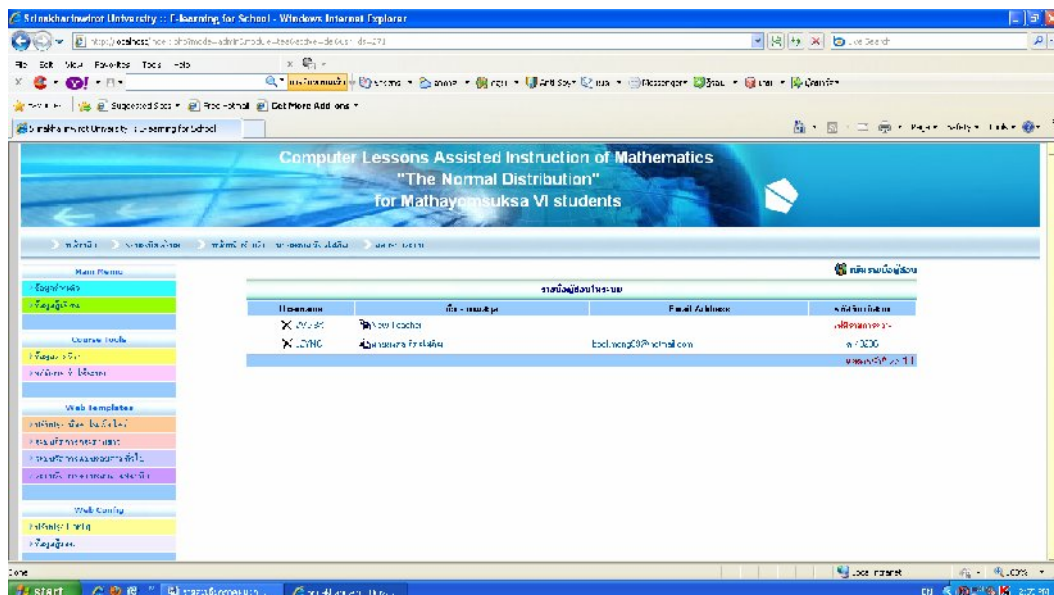


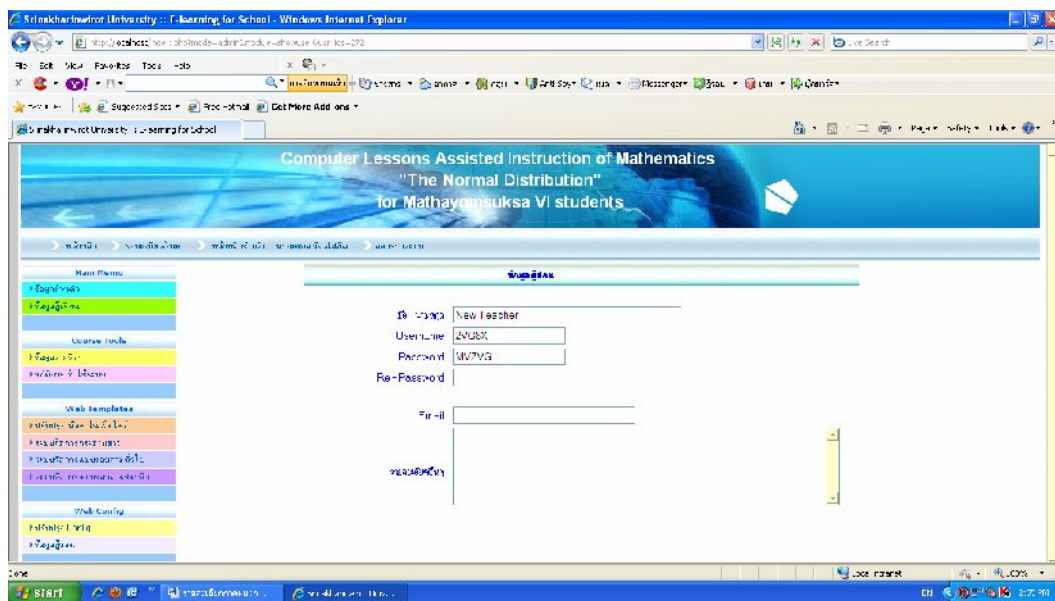
หลังจากกรอกรายละเอียดต่างๆ ครบถ้วนแล้ว กดบันทึกที่จะปรากฏหน้าจอตั้งภาพ



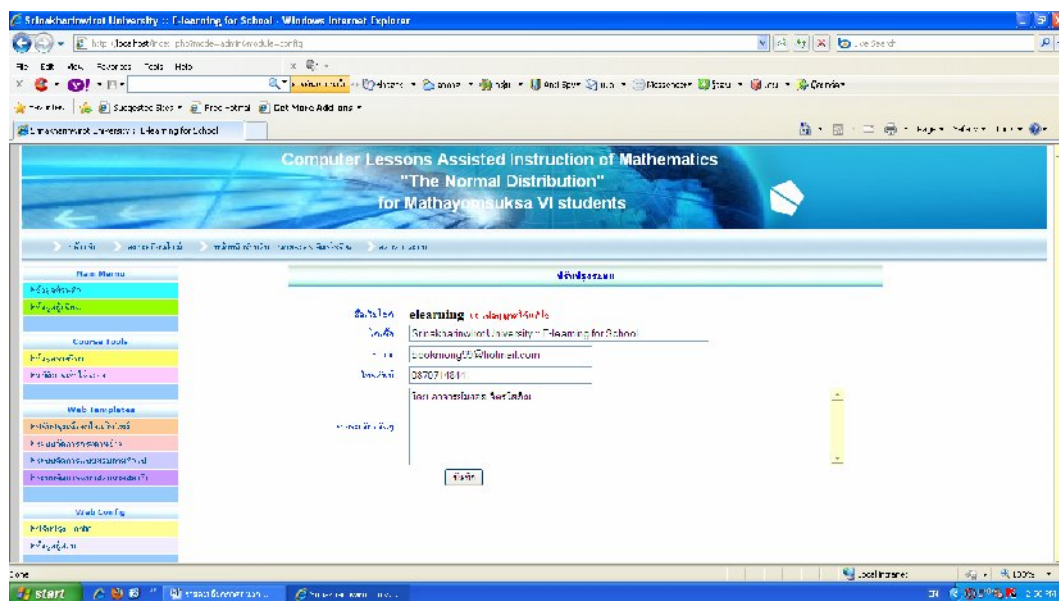
ที่เมนูชื่อผู้สอน ยังไม่มีผู้สอน (ขั้นตอนนี้ให้ครูผู้สอนนำ Password และ Username ไปสมัครสมาชิกก่อน) และที่เมนูสถานะ จะเห็นว่าสถานะยังปิดอยู่ ให้คลิกที่เปลี่ยน สถานะจะเปลี่ยนจากปิดเป็นเปิด

2. คลิกที่เมนูข้อมูลผู้สอน คลิกเพิ่มรายชื่อผู้สอน ระบบจะกำหนด Username และ Password ของครูผู้สอนให้ ดังตัวอย่าง





3. Admin นำ Username และ Password ที่ได้เข้าสู่ระบบแล้วดำเนินการปรับปรุง Config นั่นคือ ในส่วนหน้าต่างของเนื้อหาโดยใส่รายละเอียดของวิชา และบทเรียนลงไป แล้วกด บันทึก ดังตัวอย่าง



4. ที่ระบบข้อมูลรายวิชา แล้วคลิกเข้าสู่ระบบ ตรงส่วนของชื่อผู้สอน ให้คลิกที่ชื่อผู้สอน คำว่า “ลงทะเบียนเดี๋ยวนี” และที่สถานะคำว่า “ปิด” เครื่องจะเปลี่ยนเป็น “เปิด” จากนั้นให้กด Submit เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการจัดการระบบลงทะเบียนในโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว ดังภาพ

Computer Lessons Assisted Instruction of Mathematics
"The Normal Distribution"
for Mathayomsuksa VI students

Plan/Planing

- วางแผนการสอน
- วางแผนการเรียน

Course Goals

- จุดประสงค์การเรียนรู้
- จุดประสงค์การเรียนรู้

Work Formulation

- การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Work Control

- การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาที่เรียน	เนื้อหา	ผู้สอน	วันที่สอน	คะแนน
คณิตศาสตร์	การแจกแจงปกติ	นายสมชาย ใจดี	15/11/2555	85.00

จากนั้นครูผู้สอนจะดำเนินการสร้างข้อมูลรายวิชา จัดสาระการเรียนรู้ หรือกิจกรรมการเรียนรู้การสอนลงในระบบเป็นอันดับต่อไป

คู่มือการใช้งาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สำหรับครูผู้สอน

คู่มือการใช้งาน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับครูผู้สอน

สำหรับครูผู้สอน ผู้ดูแลระบบจะเป็นผู้เพิ่มรายชื่อครูผู้สอน เพิ่มรายวิชาที่จะเปิดสอนให้ก่อน ครูผู้สอนจึงจะใช้งานในส่วนของคุณครูผู้สอนได้สิทธิ์ และสิทธิ์ของครูผู้สอนที่ทำได้มีดังนี้ คือ เพิ่มรายละเอียดของวิชาที่ Admin ได้เพิ่มไว้แล้ว สร้างแบบทดสอบในแต่ละหัวข้อซึ่งมีวิธีการดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

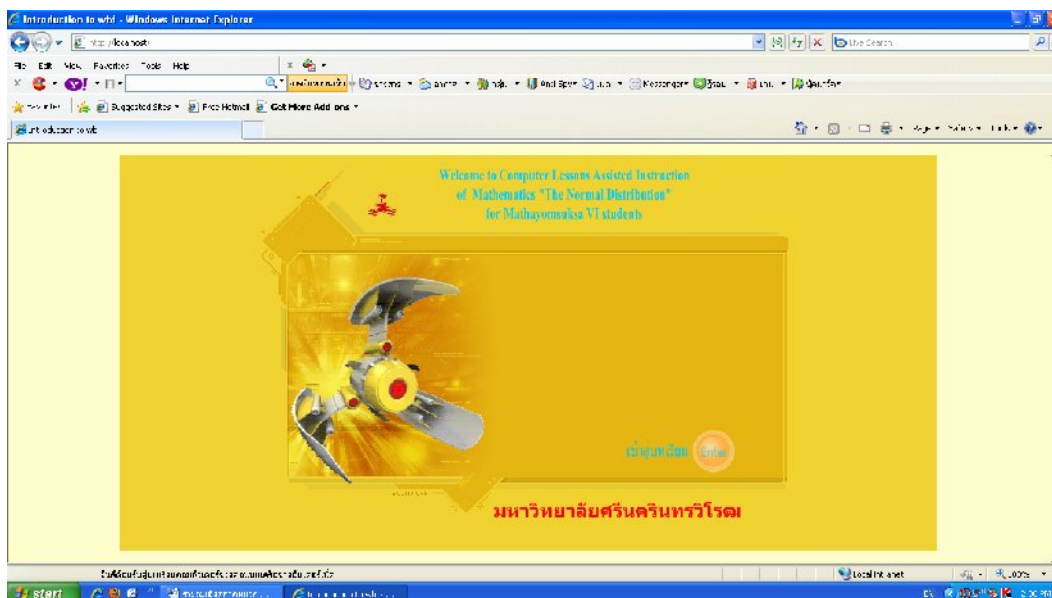
(1) ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบ

3. เริ่มจากเปิดเครื่อง

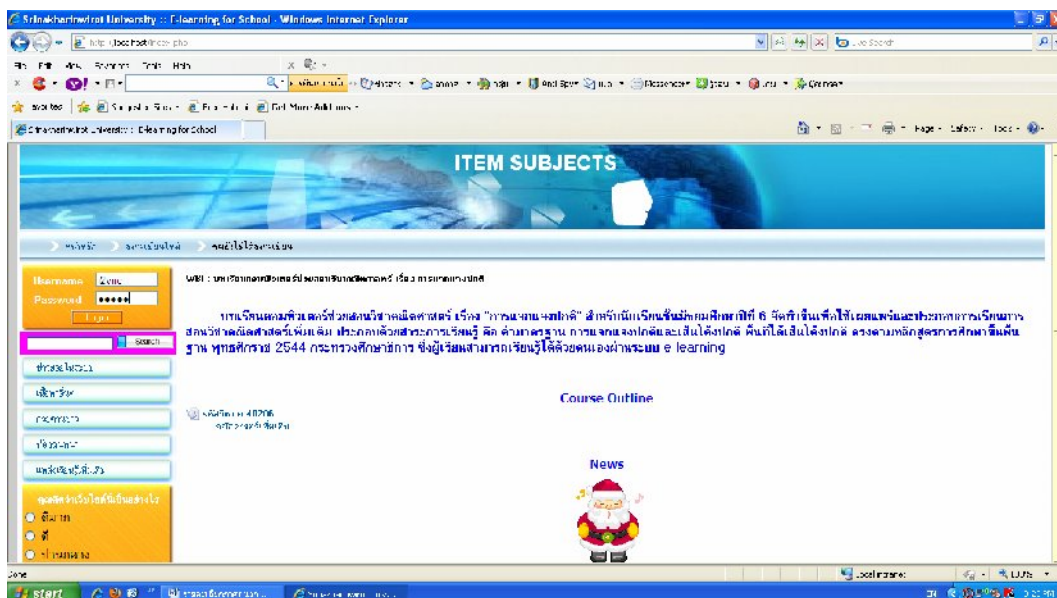
4. ดับเบิลคลิกที่  พิมพ์คำว่า localhost ในช่องการเข้าสู่ระบบเครือข่าย แล้ว Enter ดังตัวอย่าง



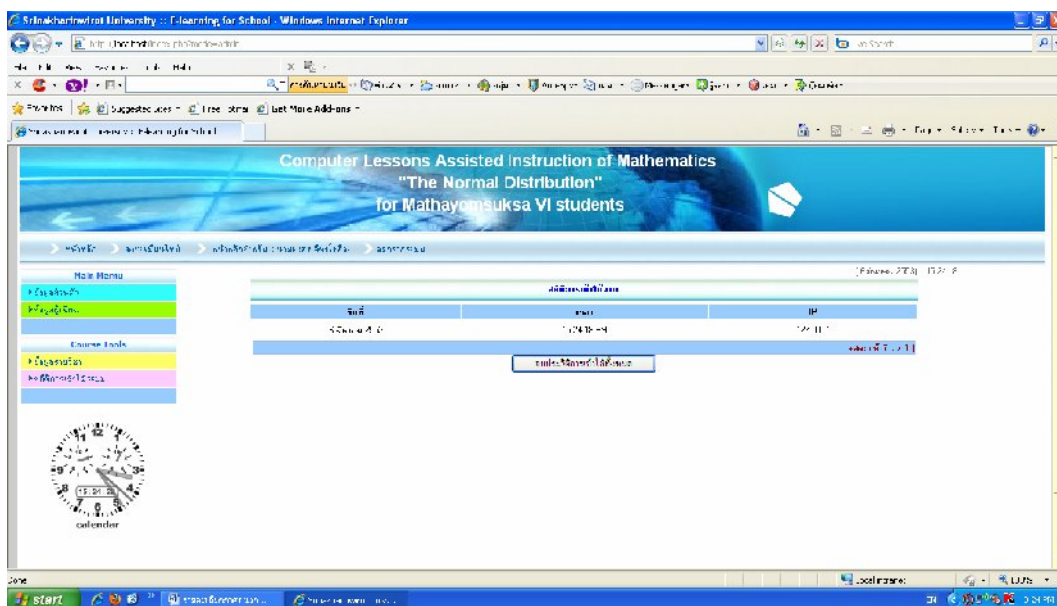
6. หน้าจอจะขึ้น Title แล้วคลิกที่ Enter ดังตัวอย่าง



7. ที่หน้าจอนี้เข้าสู่ระบบของครูผู้สอนโดยใส่ Username และ Password ตามที่ Admin ได้ดำเนินการให้ แล้ว Enter หรือ login เพื่อเข้าสู่ระบบ ดังตัวอย่าง

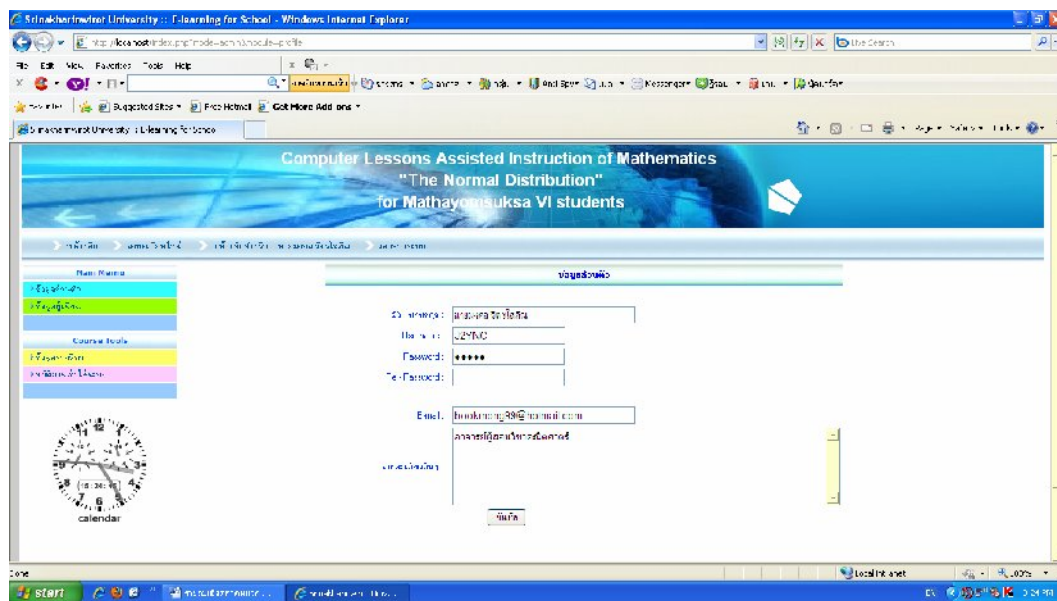


8. จะเข้าสู่ระบบของโปรแกรมและมีส่วนต่างๆ ที่สามารถดำเนินการได้ ดังภาพ แสดงสถิติการใช้งาน

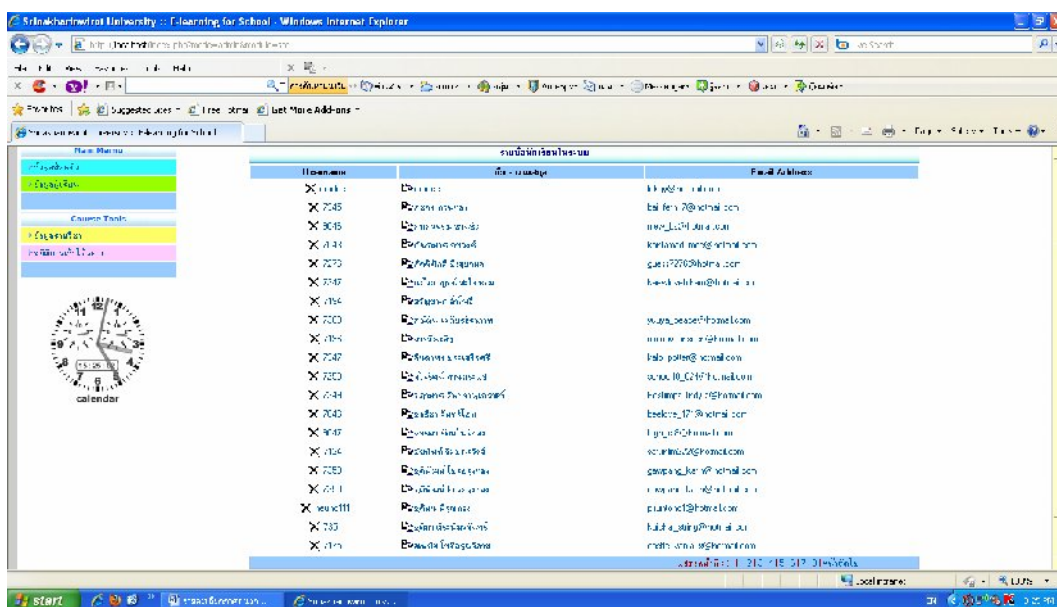


เมื่อเข้าสู่ระบบของโปรแกรมได้แล้ว ครูจะสามารถดำเนินการต่างๆ ได้ดังนี้

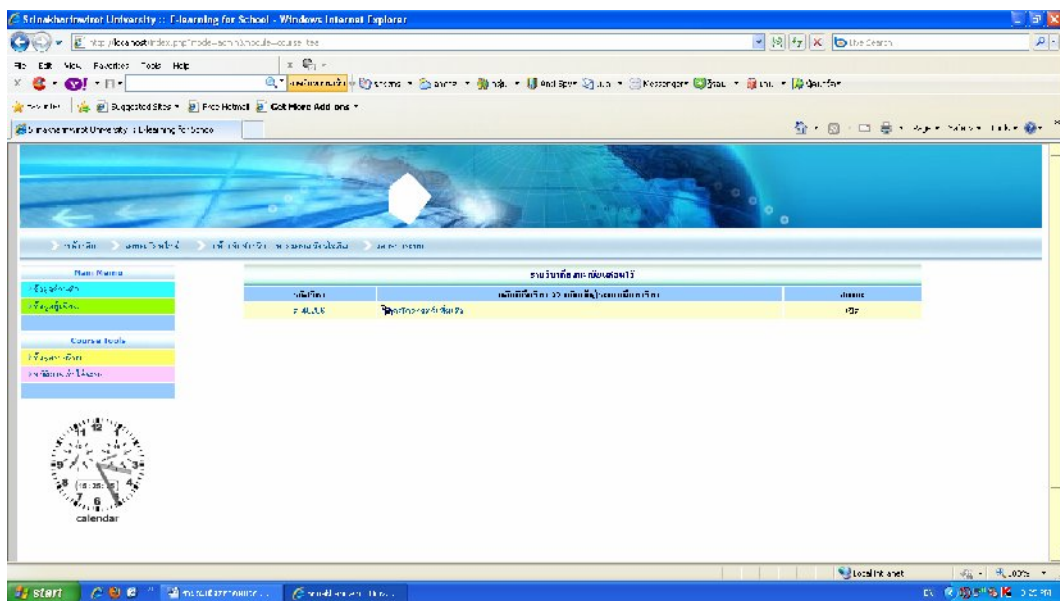
8.1 แก้ไขข้อมูลส่วนตัวให้เรียบร้อยแล้วกดบันทึก ดังตัวอย่าง



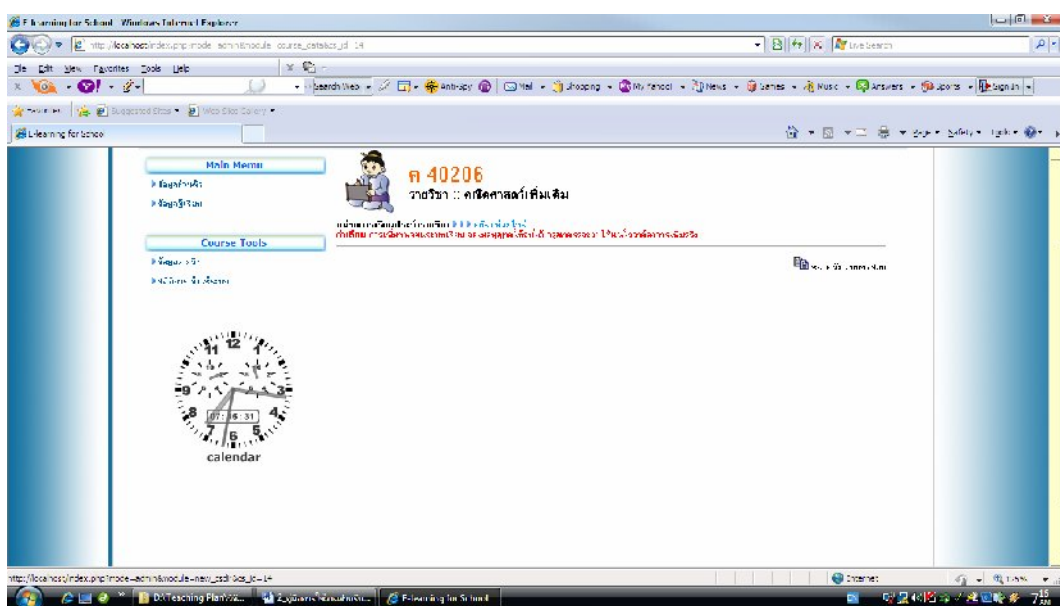
8.2 จัดการกับระบบข้อมูลผู้เรียนโดยสามารถเพิ่มหรือลบ หรือไม่อนุญาตให้ผู้เรียนที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าใช้ระบบได้



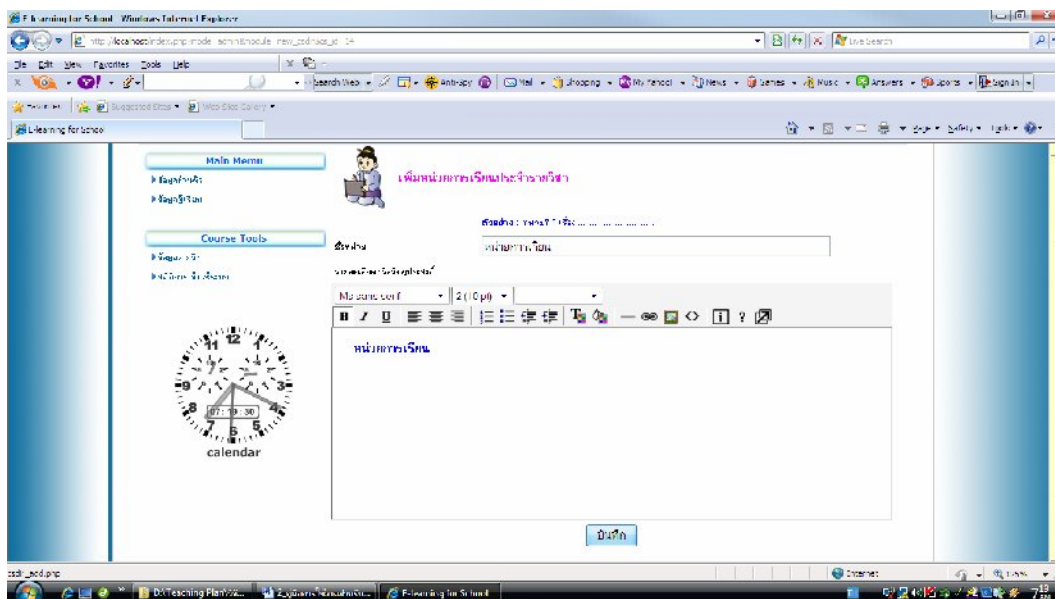
8.3 คลิกที่ข้อมูลรายวิชา เพื่อเพิ่มเนื้อหาวิชาที่ต้องการเข้าใช้ในระบบ



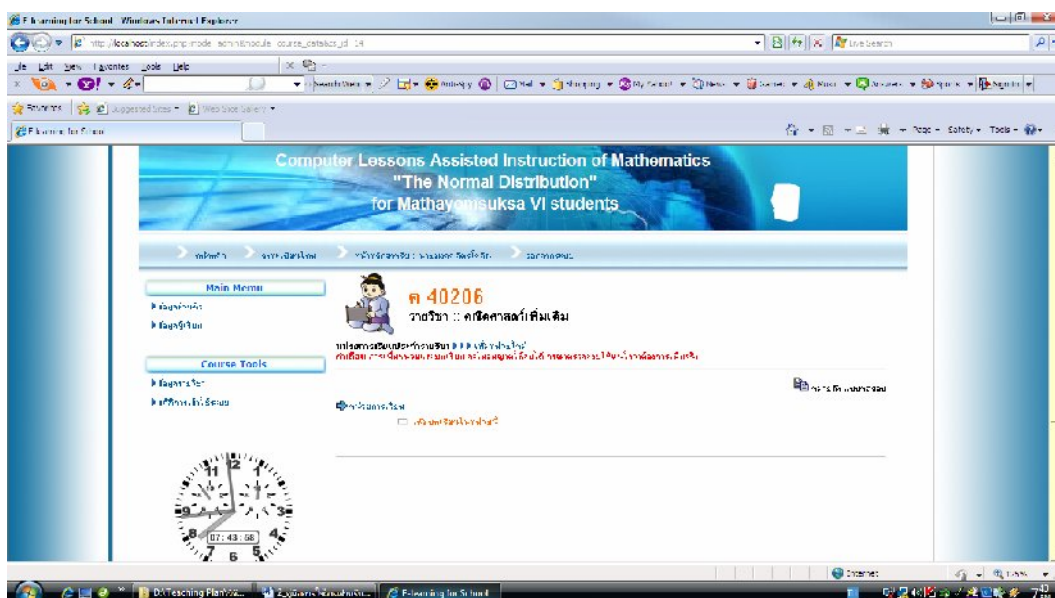
8.4 คลิกที่ชื่อวิชา เพื่อเข้าสู่ระบบเนื้อหาวิชา



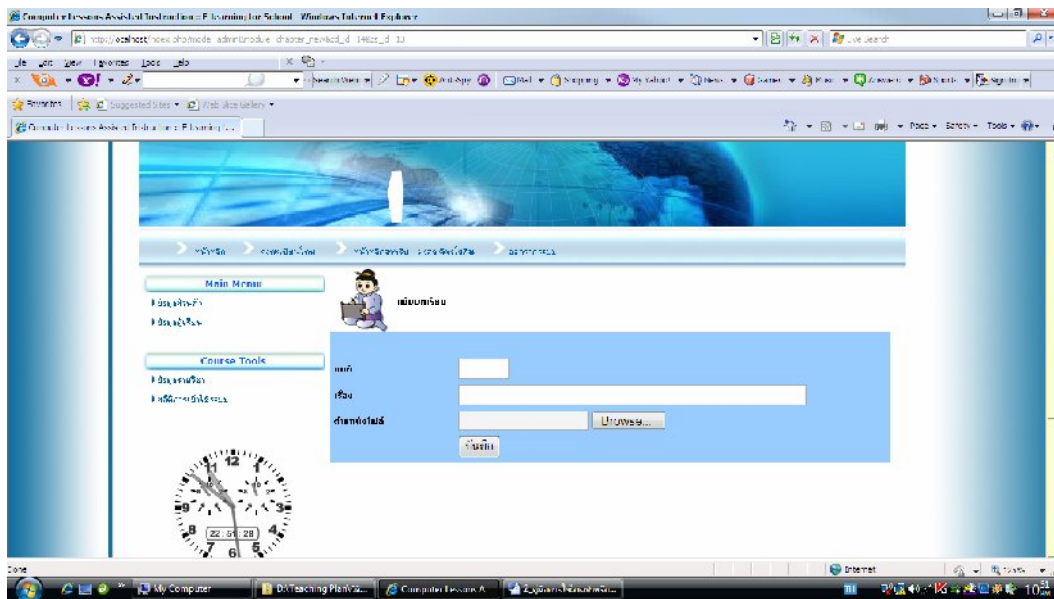
8.5 คลิกที่เพิ่มหน่วยใหม่ เพื่อเข้าสู่ระบบการจัดการเนื้อหาวิชา โดยเริ่มจาก



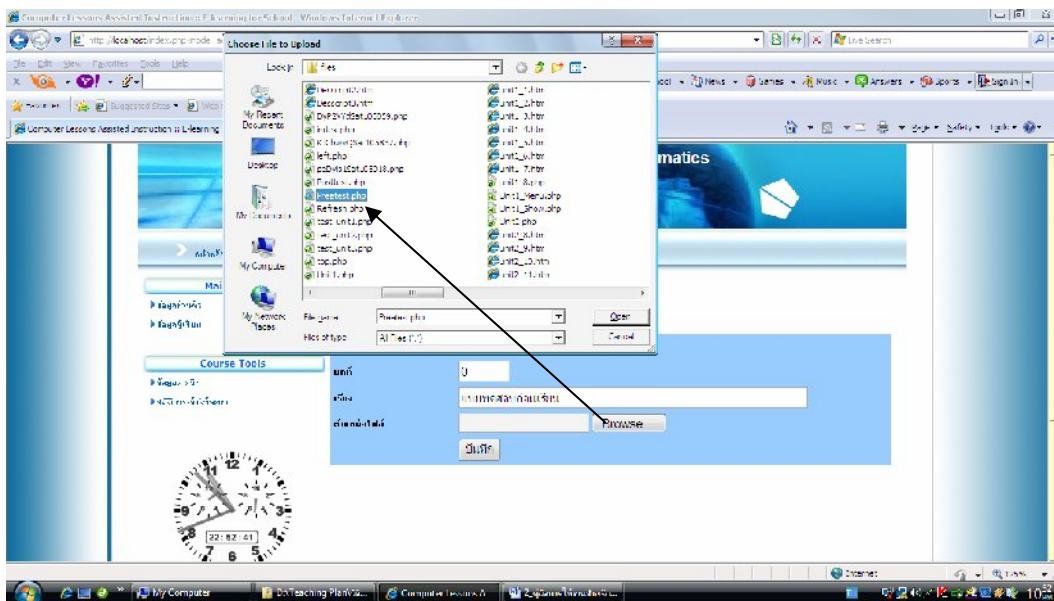
หลังจากบันทึกแล้ว โปรแกรมจะปรากฏหน้าจอให้เพิ่มเนื้อหาวิชาเข้าไป โดยให้คลิกที่ “เพิ่มบทเรียนในหน่วยนี้” ให้เริ่มใส่เนื้อหาที่ต้องการตามลำดับดังนี้ คือ แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน และแบบทดสอบประจำหน่วย หน่วยที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ แบบทดสอบประจำหน่วย หน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติและแบบทดสอบประจำหน่วย และแบบทดสอบหลังเรียน ดังภาพแสดงขั้นตอนดังนี้



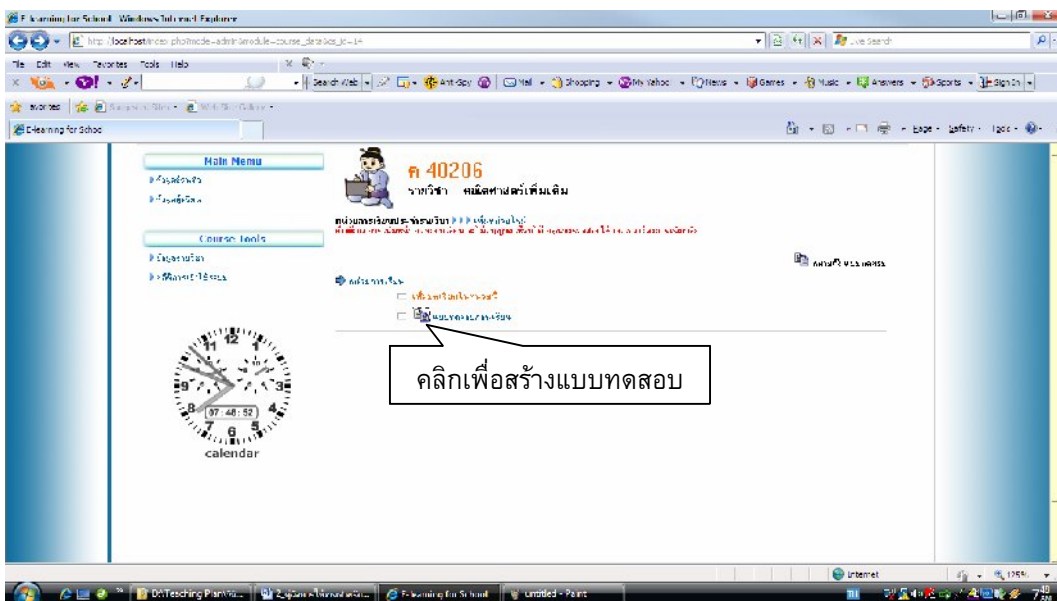
หลังจากคลิกที่ “เพิ่มบทเรียนในหน่วยนี้” จะปรากฏหน้าจอ ดังภาพ




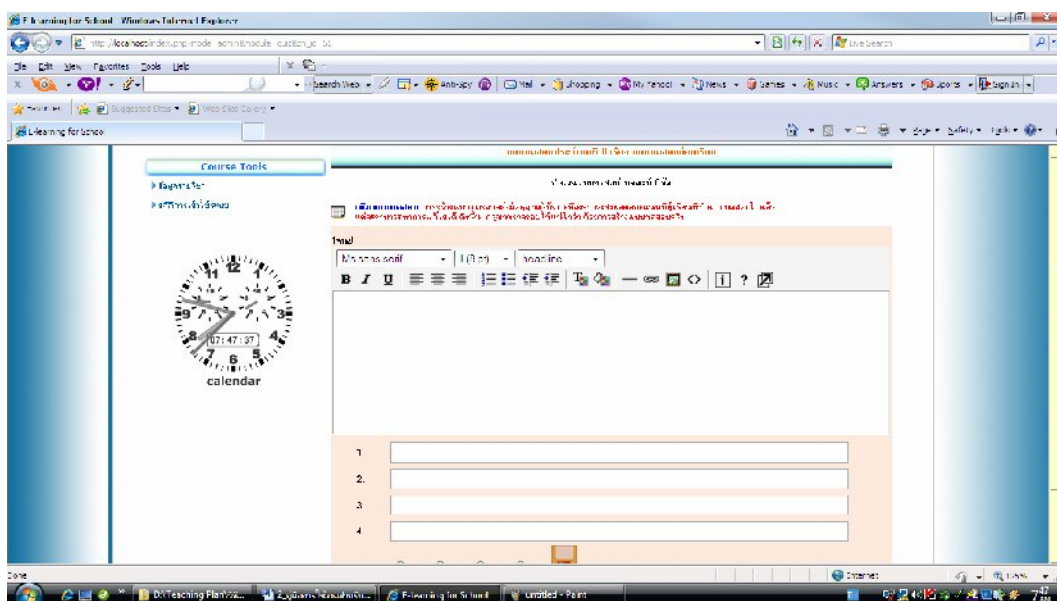
พิมพ์รายละเอียด คือ บทที่ 0 เรื่อง แบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้น Browse ไปหาตำแหน่งไฟล์แบบทดสอบก่อนเรียนที่เก็บไว้ คลิกที่ไฟล์แบบทดสอบ คลิกที่ open แล้วกดบันทึก ดังตัวอย่าง



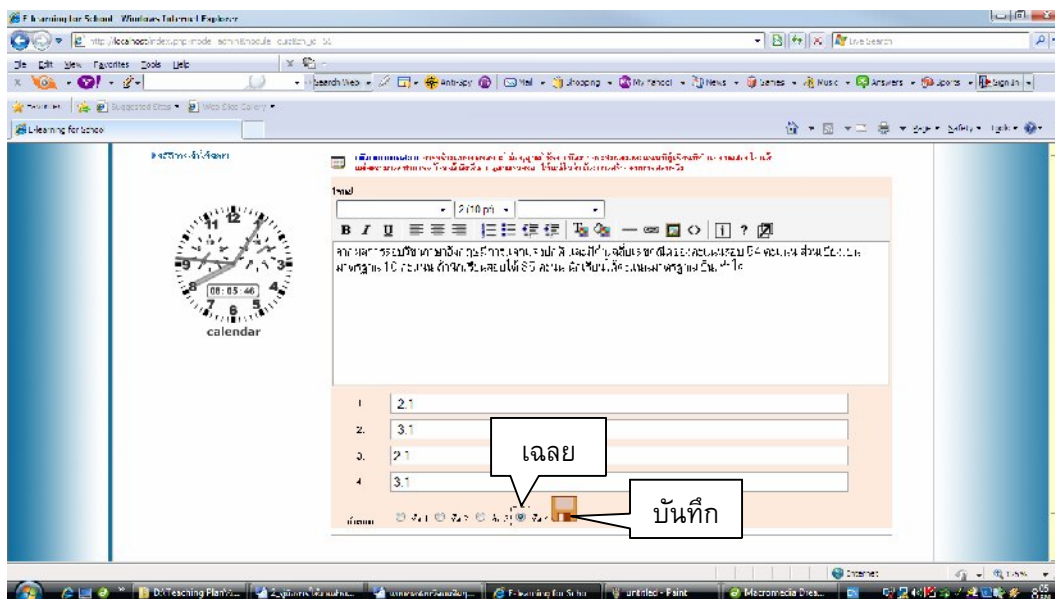
จะปรากฏส่วนที่ให้สร้างแบบทดสอบ ดังภาพ



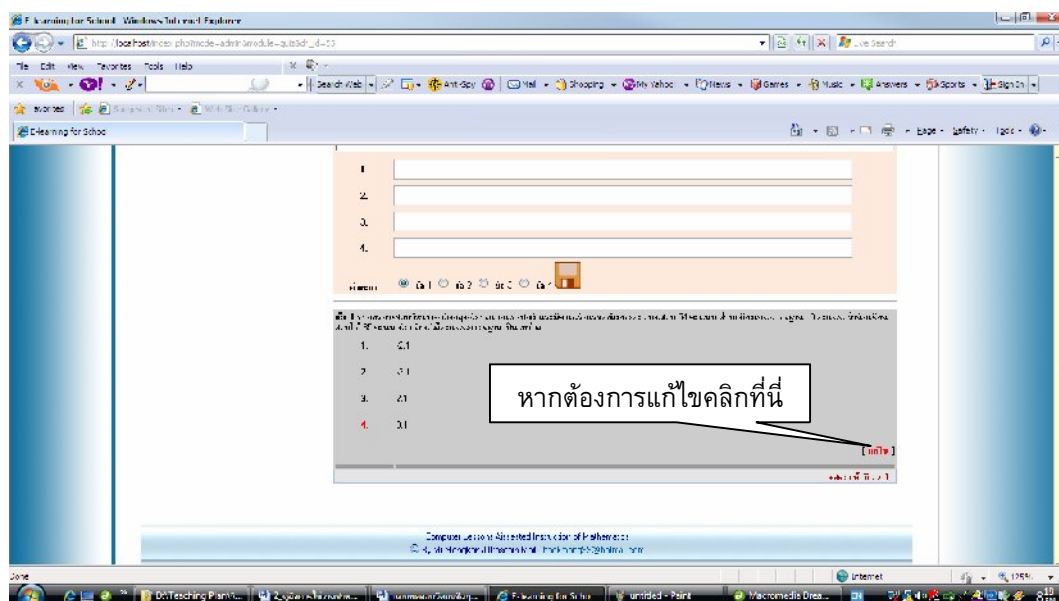
คลิกที่  จะปรากฏหน้าต่างให้สร้างแบบทดสอบ ดังภาพ



ในการทำแบบทดสอบนั้นระบบจะไม่อนุญาตให้ลบ เนื่องจากส่งผลต่อคะแนนที่นักเรียน
 ได้ทำแบบทดสอบไปแล้ว แต่จะสามารถทำการแก้ไขได้ ดังนั้น ผู้สร้างต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่า
 ต้องการสร้างแบบทดสอบจริง

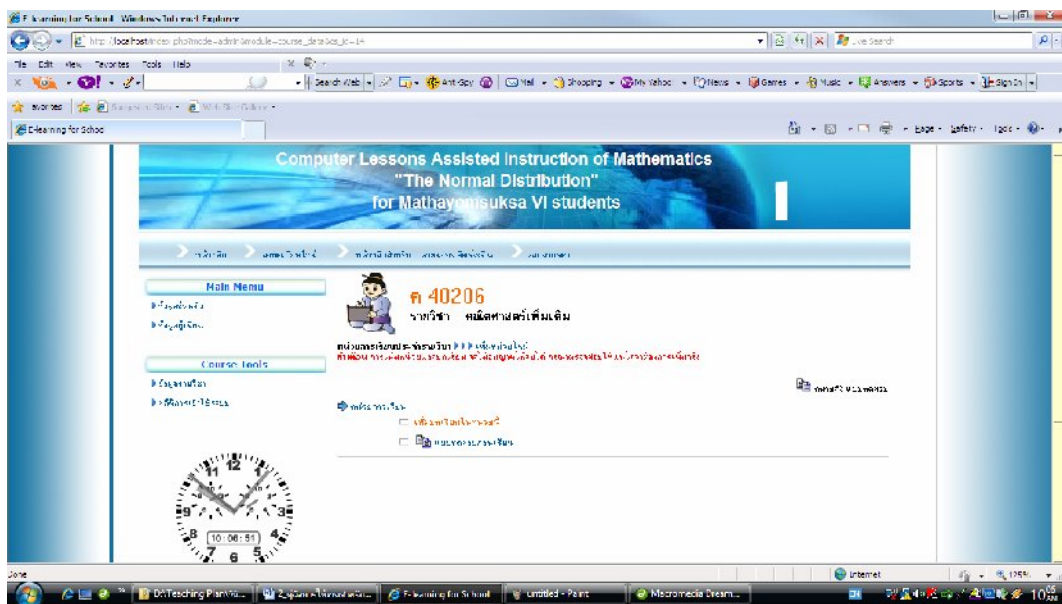


การสร้างแบบทดสอบให้สร้างมากก็ข้อก็ได้ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้สอนหรือผู้สร้าง ในการสร้างแต่ละข้อไม่ต้องใส่เลขลำดับข้อสอบแต่ละข้อ เพราะในระบบจะทำการจัดเรียงข้อเอง นั่นคือจะทำการสุ่มข้อสอบให้ผู้สอบแต่ละคนที่เข้าใช้ระบบได้สอบเอง เมื่อพิมพ์คำถามและตัวเลือกตัว ลวงเรียบร้อยแล้ว ให้เฉลย แล้วทำการบันทึก จากนั้นระบบจะบันทึกข้อสอบและเปิดหน้าต่างให้ สร้างแบบทดสอบข้อต่อไปจนครบ ในที่นี้ผู้วิจัยได้สร้างไว้จำนวน 20 ข้อ เท่านั้น

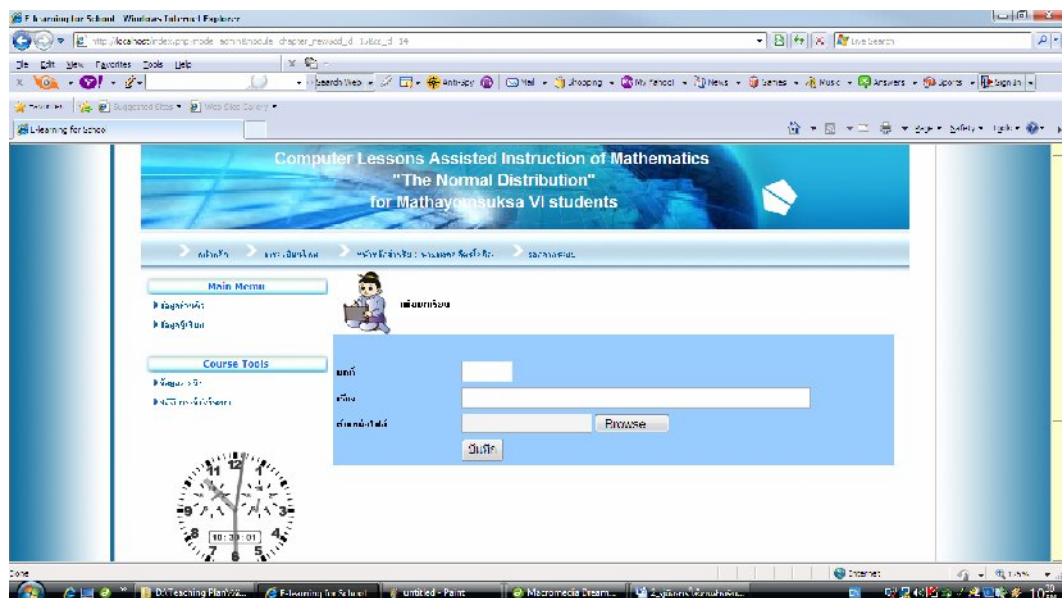


8.6 การสร้างบทเรียนในแต่ละหน่วย มีขั้นตอนดังนี้

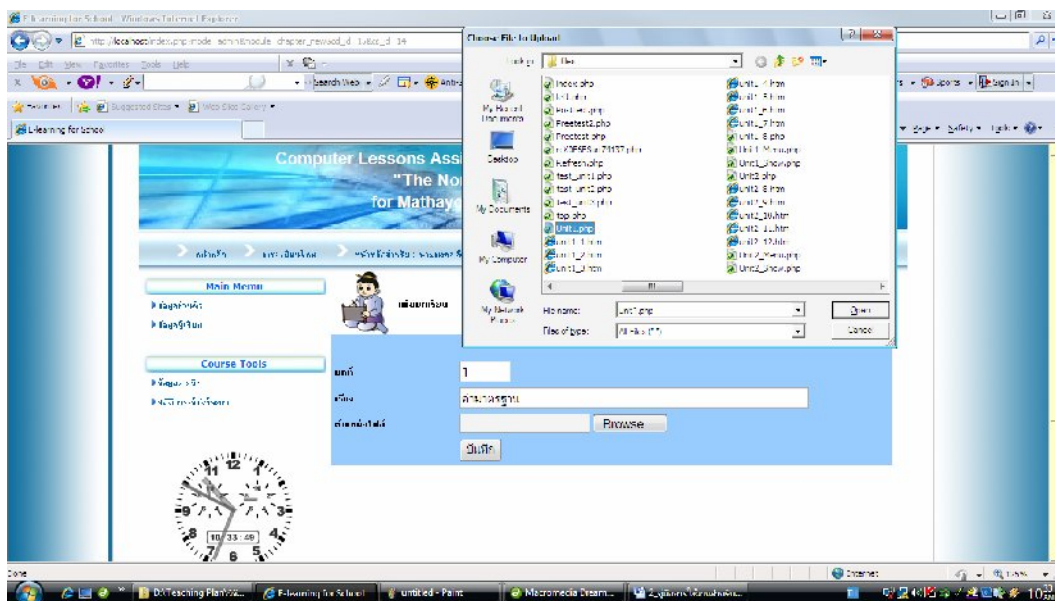
8.6.1 การสร้างบทเรียนหน่วยที่ 1 เรื่อง คำมาตรฐาน เริ่มจากคลิกที่เพิ่มหน่วย ใหม่ เพื่อเข้าสู่ระบบการจัดการเนื้อหาวิชา จะปรากฏหน้าจอดังนี้



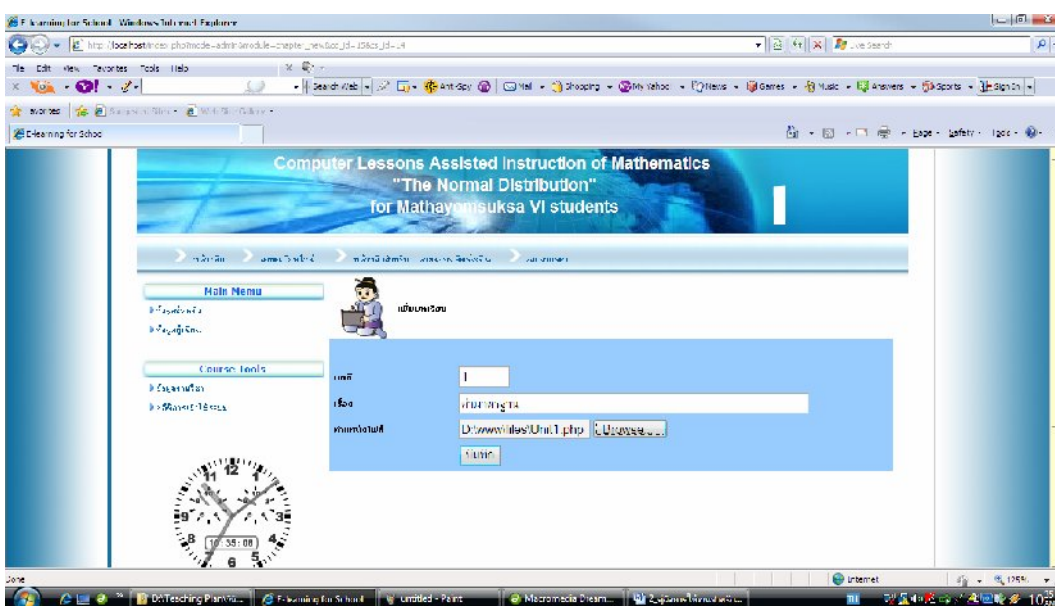
คลิกที่ “เพิ่มบทเรียนในหน่วยนี้” เพื่อนำบทเรียนหน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน เข้าสู่ระบบดังกล่าว



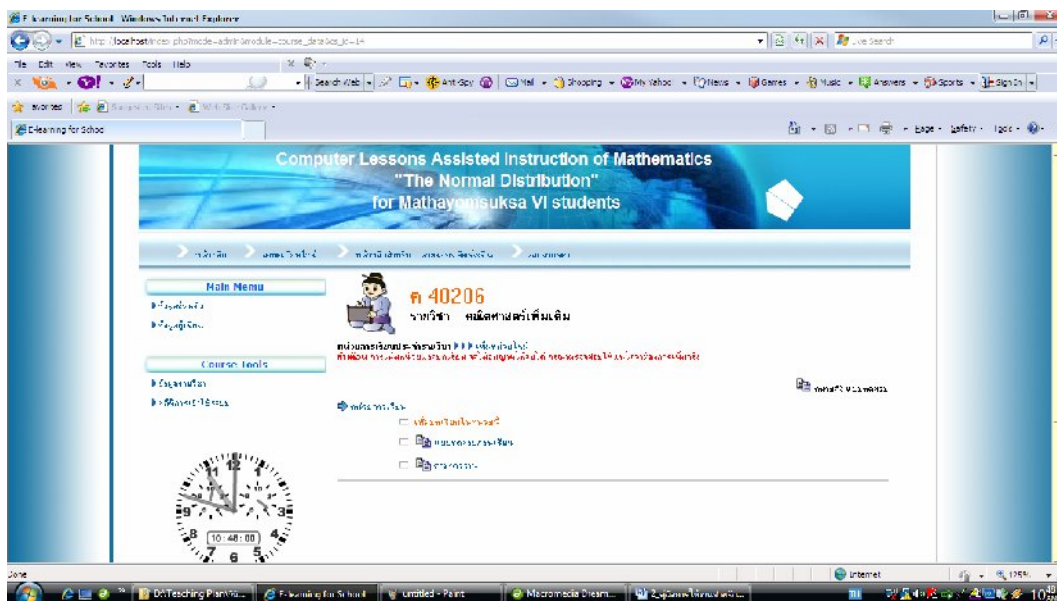
ในช่องบทที่ ให้พิมพ์เลข 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน คลิก Browse ตำแหน่งไฟล์ของบทเรียนดังกล่าวตัวอย่าง




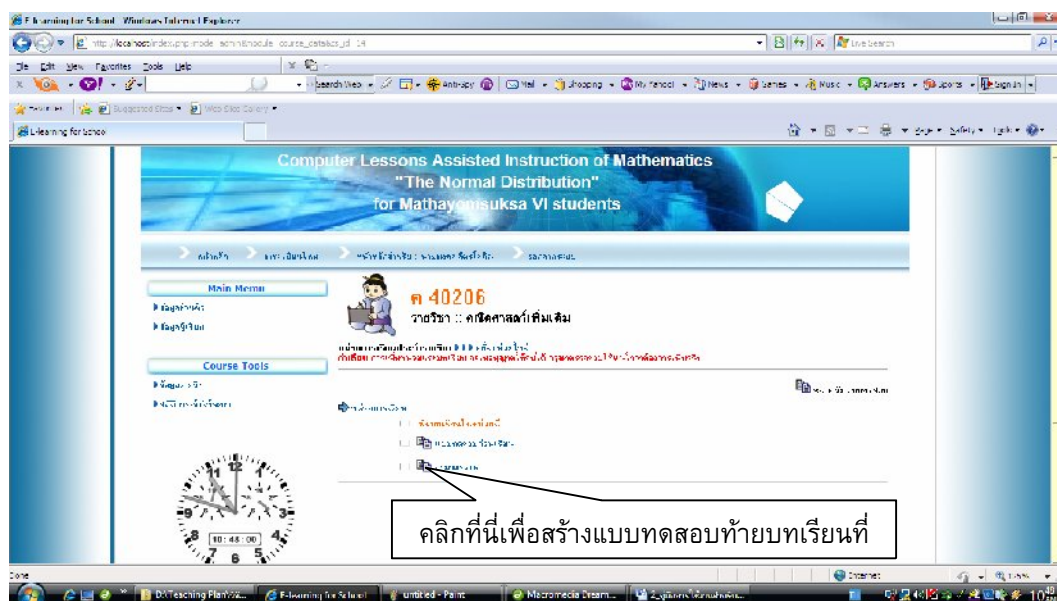
แล้วคลิก Open แล้ว คลิกบันทึก ดังตัวอย่าง

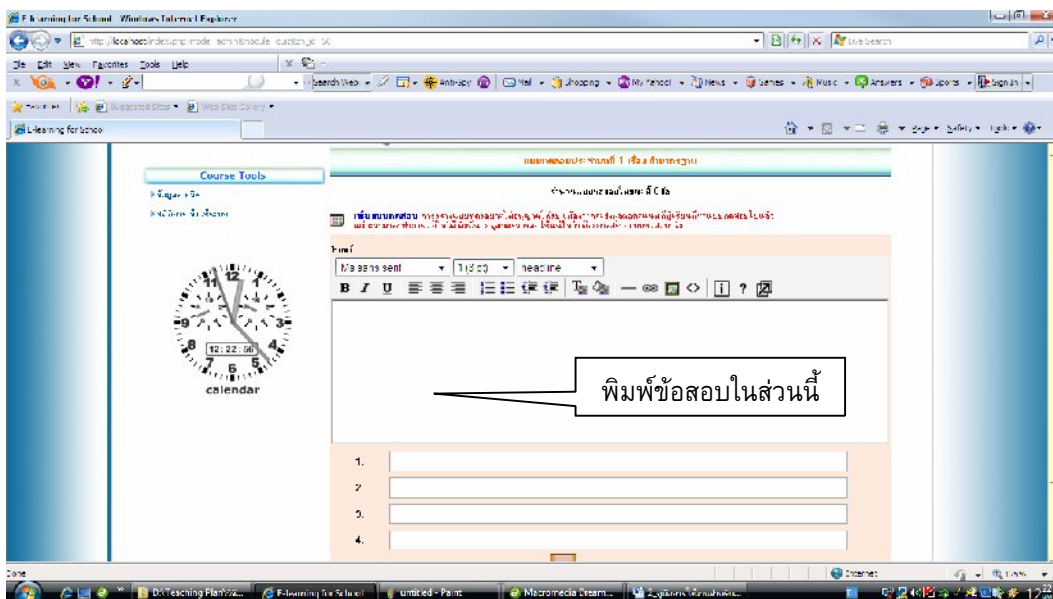


ขั้นตอนนี้ให้กดบันทึก จะปรากฏดังภาพ

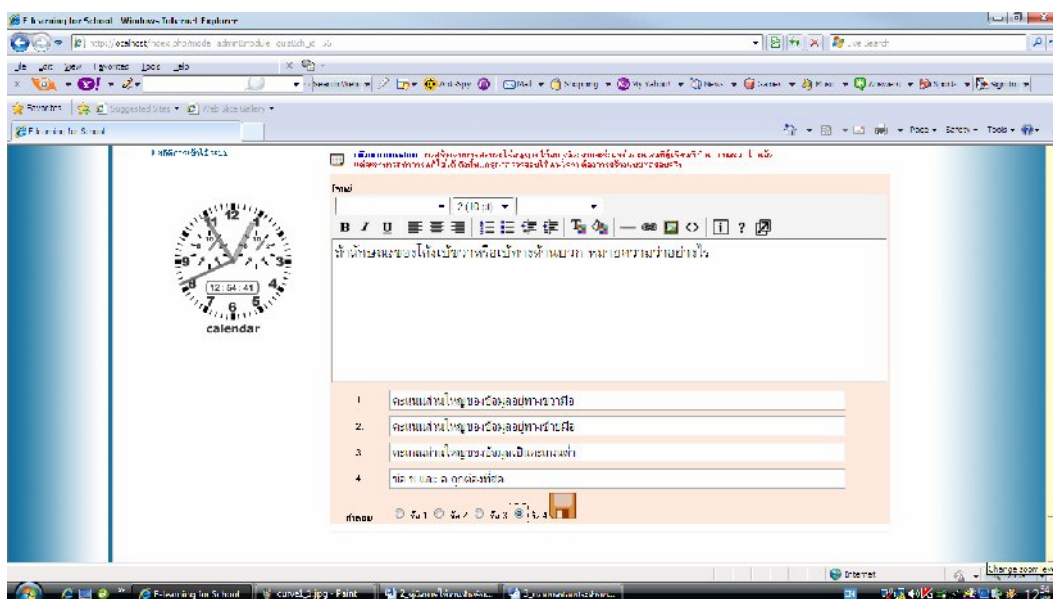


8.6.2 การสร้างแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน เริ่มจากคลิกที่  เพื่อเข้าสู่ระบบการสร้างแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน จำนวน 10 ข้อ โดยมีขั้นตอนปฏิบัติ ดังนี้

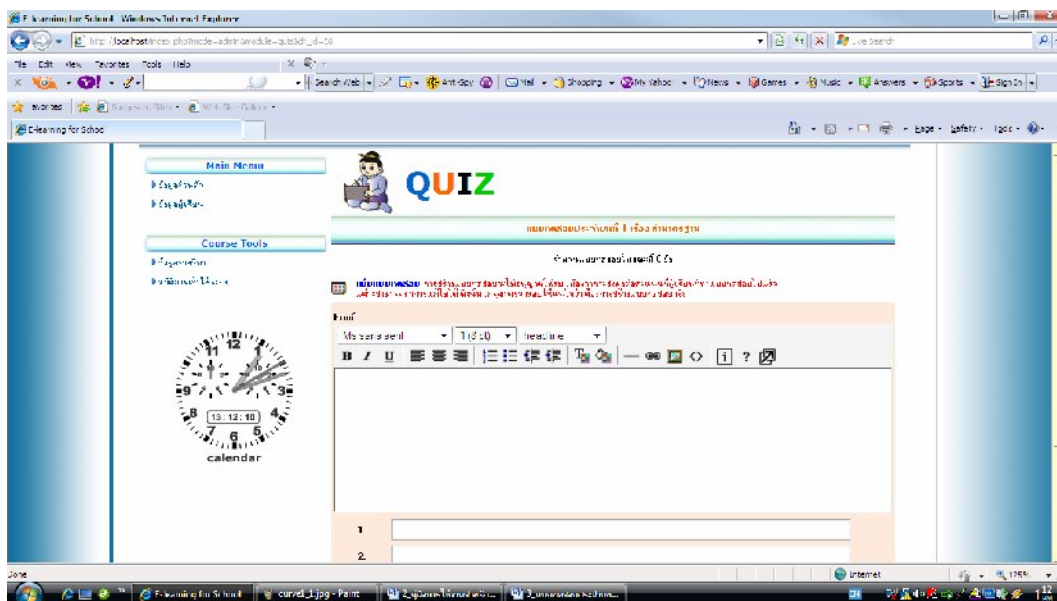




การสร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียนนี้ ปฏิบัติเช่นเดียวกับการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนดังที่ได้เสนอแนะไปแล้ว ดังนี้

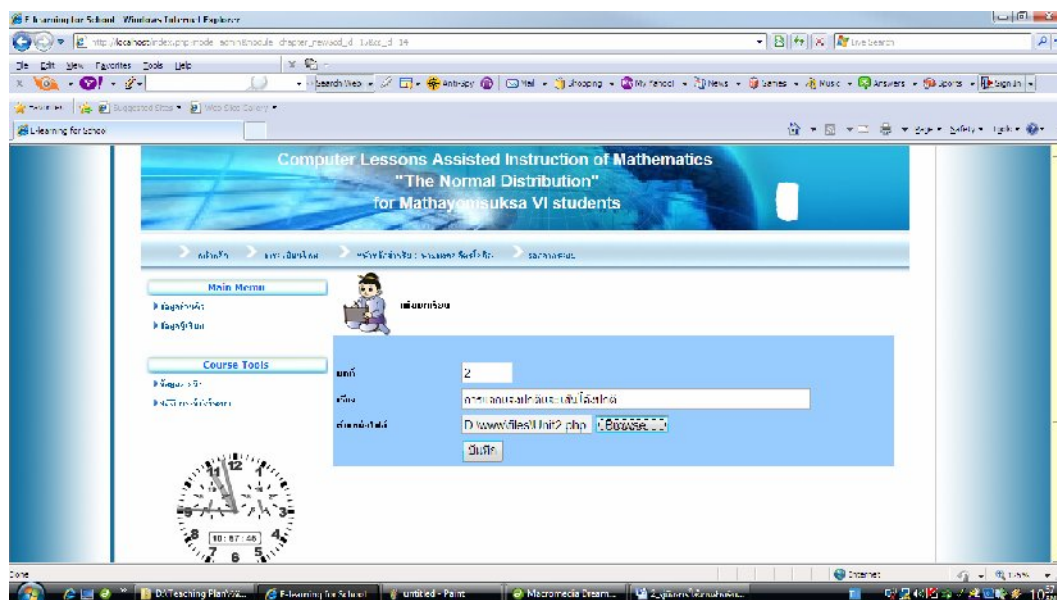


พิมพ์คำถาม ตัวเลือก ตัวลวง พร้อมเฉลย ลงในระบบ แล้วบันทึก จากนั้นก็ทำในข้อที่ 2, 3, 4, ..., 10 ตามลำดับ อาจมีมากหรือน้อยกว่านี้ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของบทเรียนหรือผู้สร้างบทเรียน ดังภาพ

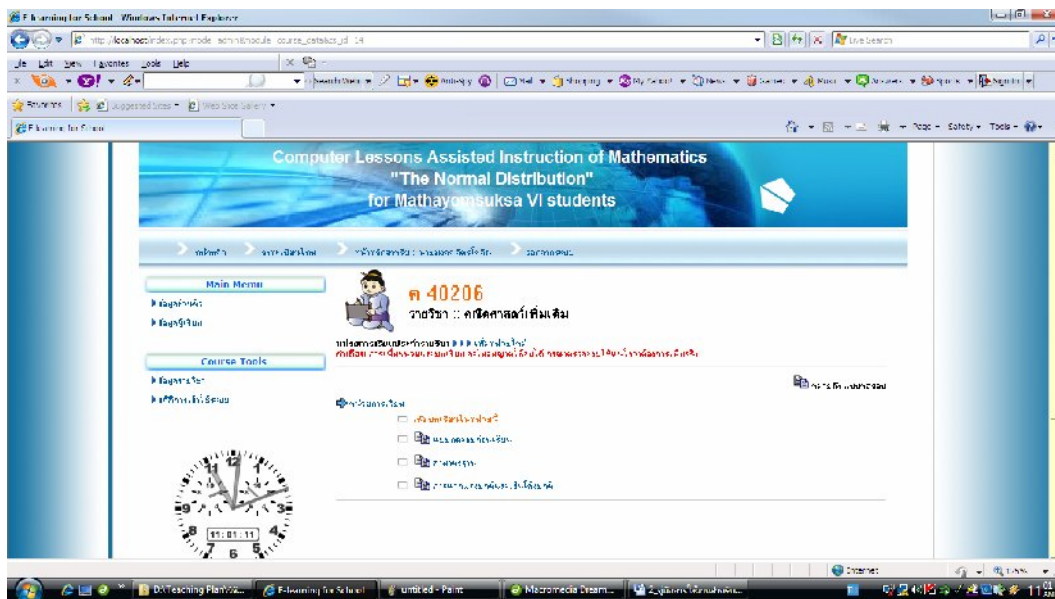


เมื่อพิมพ์ครบทุกข้อแล้วก็ป้อนอันเสร็จสิ้นการนำบทเรียนหน่วยที่ 1 เข้าสู่ระบบแล้ว

5.6.3 คลิกที่ “เพิ่มบทเรียนในหน่วยนี้” เพื่อนำบทเรียนหน่วยที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ เข้าสู่ระบบ ในช่องบทที่ ให้พิมพ์เลข 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ คลิก Browse ตำแหน่งไฟล์ของบทเรียน จากนั้นคลิก Open จะปรากฏดังภาพตัวอย่าง



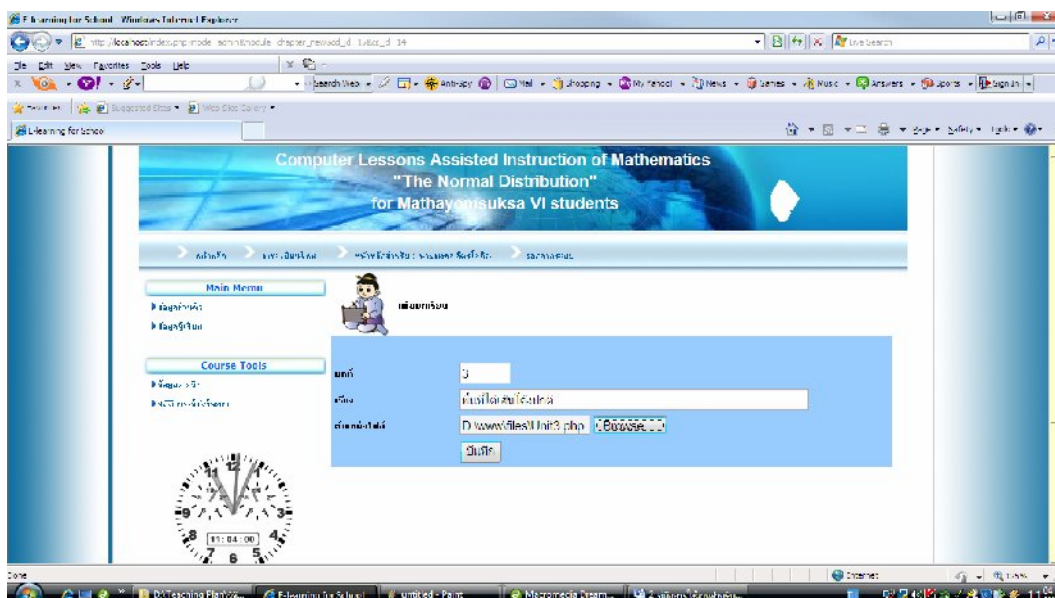
จากนั้นให้กดบันทึก จะได้

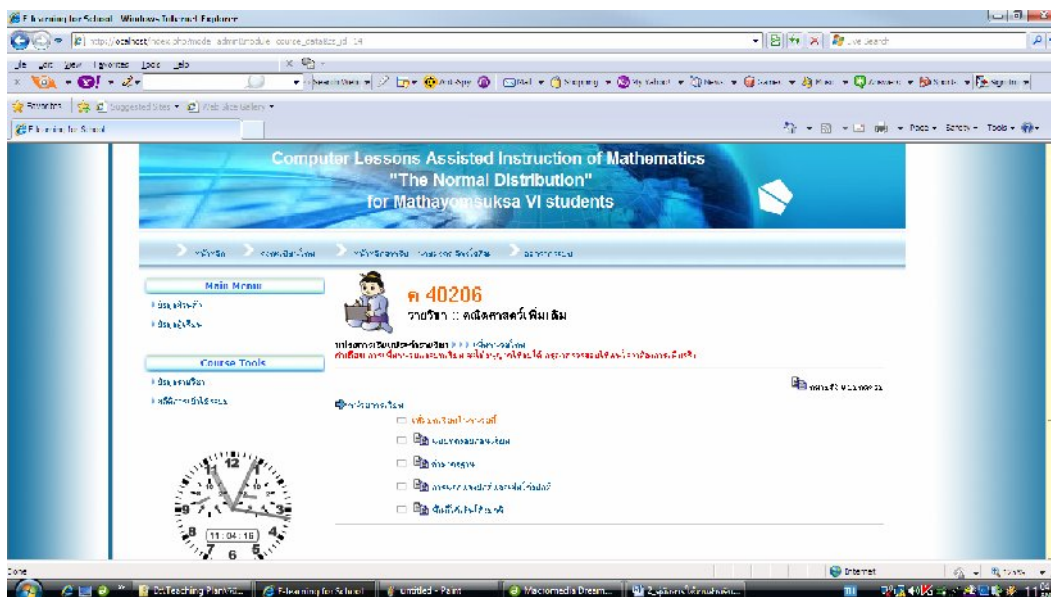


แล้วทำการสร้างแบบทดสอบประจำบทเรียนที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ ในที่นี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างไว้จำนวน 10 ข้อ

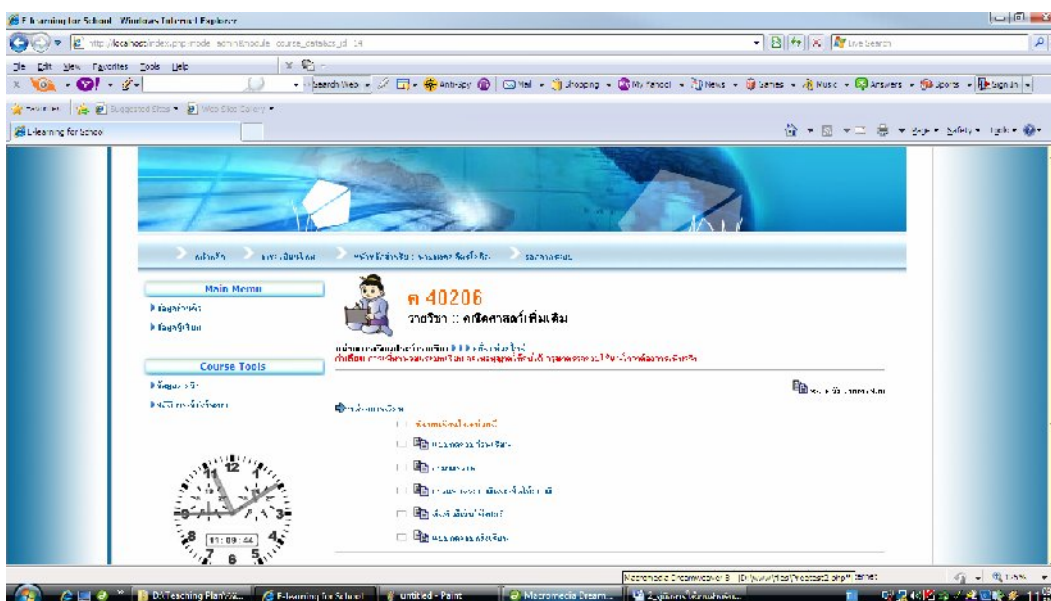
5.6.4 สร้างบทเรียนหน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ โดยปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ

5.6.3 ดังนี้





แล้วทำการสร้างแบบทดสอบประจำบทเรียนที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ในที่นี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างไว้จำนวน 10 ข้อ ดังข้อ 5.6.3



เมื่อสร้างบทเรียนหน่วยที่ 3 เสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการสร้างแบบทดสอบหลังเรียน วิธีการจะปฏิบัติเช่นเดียวกับการสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน เพียงแต่ให้พิมพ์บทเรียนเป็น 4 ชื่อบทเรียนพิมพ์ แบบทดสอบหลังเรียน Browse ตำแหน่งของแบบทดสอบหลังเรียน แล้วดำเนินการสร้างแบบทดสอบให้ครบตามจำนวนที่ต้องการ ในที่นี้ผู้วิจัยได้สร้างไว้จำนวน 20 ข้อ อันเสร็จสิ้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิทยาศาสตร์เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยสมบูรณ์

คู่มือการใช้งาน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

สำหรับนักเรียน

โรงเรียนเทพศิรินทร์ นนทบุรี

ชื่อนามสกุล

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่/..... แผนการเรียน.....เลขที่.....


คู่มือการใช้งาน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับนักเรียน

สำหรับนักเรียน การจะใช้งานได้ต้องลงทะเบียนก่อน จากนั้นให้ทำการ Login ที่หน้าแรก แล้วเข้าสู่ระบบในแต่ละหัวข้อซึ่งมีวิธีการดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบของบทเรียน
2. ขั้นตอนทำแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ขั้นตอนการรู้จักและใช้ระบบติดต่อสื่อสาร
4. ขั้นศึกษาเนื้อหาในแต่ละบทเรียน
5. ขั้นตอนทำแบบทดสอบประจำบทเรียน
6. ขั้นตอนทำแบบทดสอบหลังเรียน

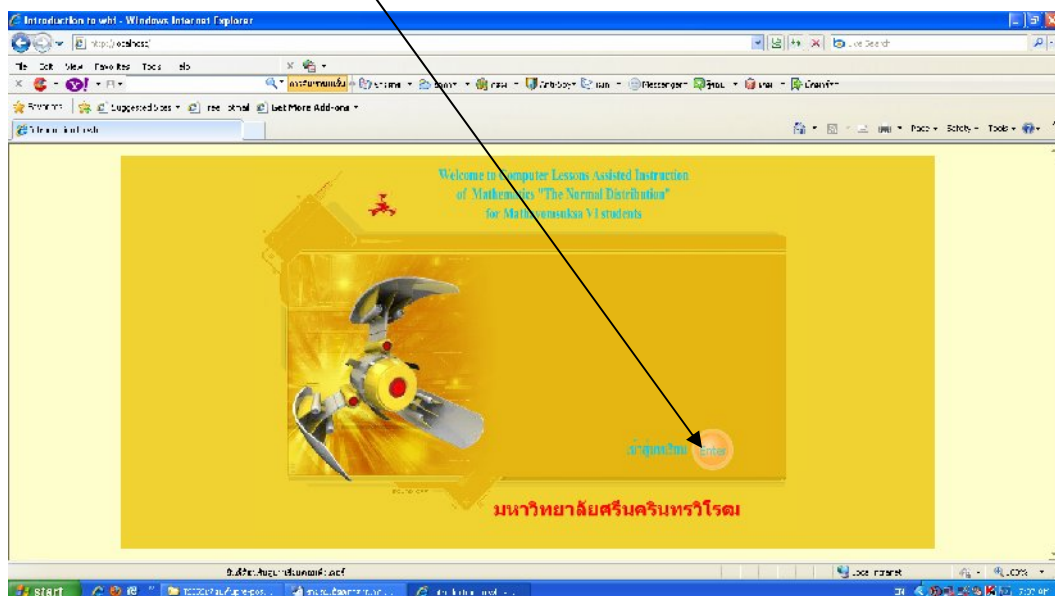
(1) ขั้นตอนการเข้าสู่ระบบของบทเรียน

ขั้นที่ 1 เริ่มจากเปิดเครื่อง

ขั้นที่ 2 ดับเบิ้ลคลิกที่  พิมพ์คำว่า Mongkon123 ในช่องการเข้าสู่ระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต (ชื่อนี้ขึ้นอยู่กับเจ้าของระบบจะตั้งไว้)



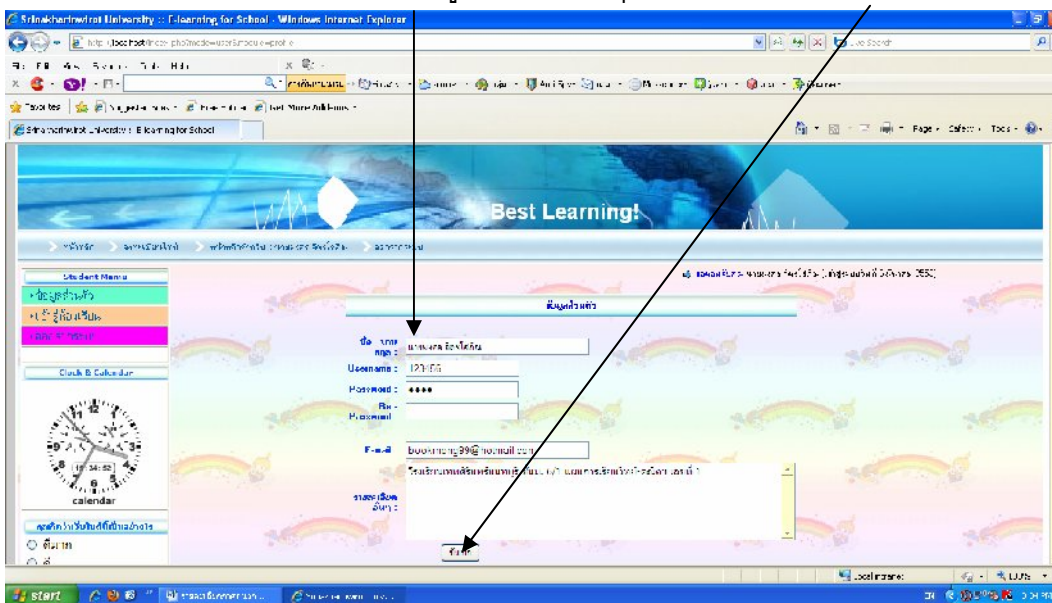
หน้าจอจะขึ้น Title แล้วคลิกที่ Enter ดังตัวอย่าง



ขั้นที่ 3 คลิกที่ลงทะเบียนใหม่เพื่อสมัครสมาชิก



ขั้นที่ 4 พิมพ์รายละเอียดของผู้สมัครให้ครบทุกช่อง แล้วกดบันทึก ดังตัวอย่าง



ข้อปฏิบัติในการสมัครสมาชิก

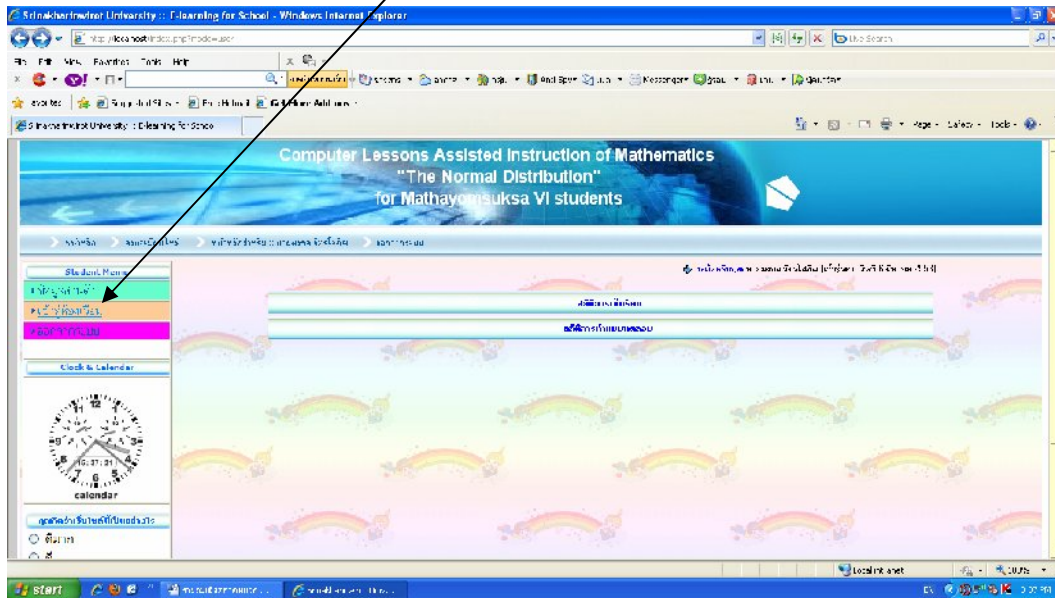
- 1) ให้พิมพ์ชื่อและนามสกุลเป็นภาษาไทย
- 2) ใส่ Username ของนักศึกษา อาจใช้ตัวเลขหรือตัวอักษร หรือทั้งตัวเลขและตัวอักษร ความยาวไม่น้อยกว่า 8 ตัวอักษร ในที่นี้กำหนดให้ใช้รหัสประจำตัวของนักเรียน
- 3) ใส่ Password อาจใช้ตัวเลขหรือตัวอักษร หรือทั้งตัวเลขและตัวอักษร ความยาวไม่น้อยกว่า 4 ตัวอักษร
- 4) พิมพ์ e-mail address ของตัวนักเรียน
- 5) พิมพ์ระดับชั้น แผนการเรียน และเลขที่

ขั้นที่ 5 ให้คลิกบันทึก

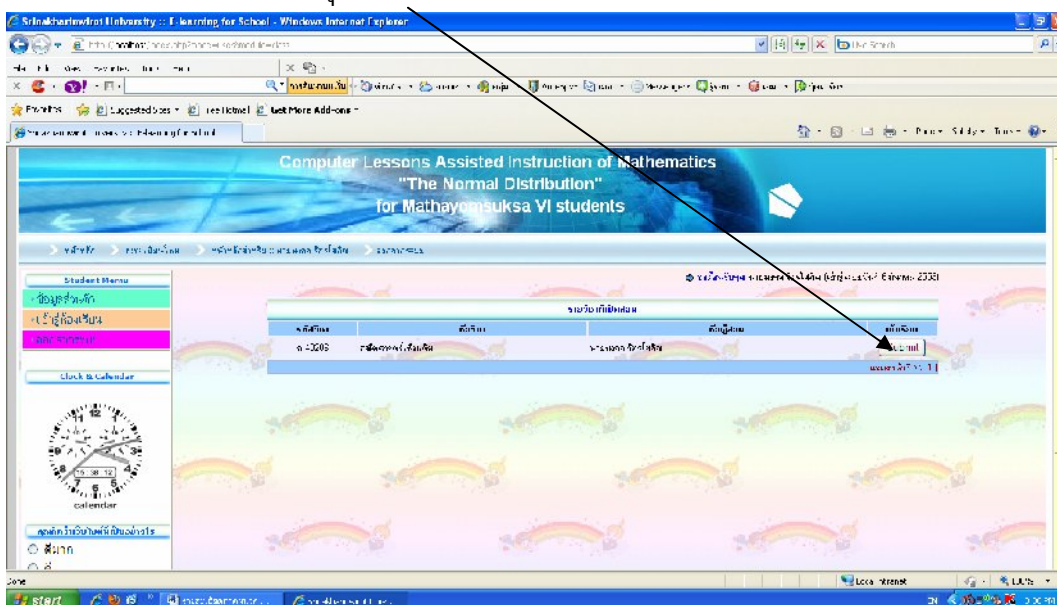
***ข้อพึงระวัง 1. นักเรียนต้องจำ Username และ Password ของนักเรียนให้ได้เพื่อใช้ในการเข้าเรียนในครั้งต่อไป

2. ห้ามลงทะเบียนซ้ำโดยเด็ดขาด หากลงทะเบียนซ้ำต้องรีบแจ้ง Admin หรือครูผู้สอนโดยด่วน ไม่เช่นนั้นแล้วระบบจะไม่สามารถบันทึกคะแนนและวันเวลาเข้าเรียนได้

ขั้นที่ 6 ให้คลิกเข้าสู่ห้องเรียน



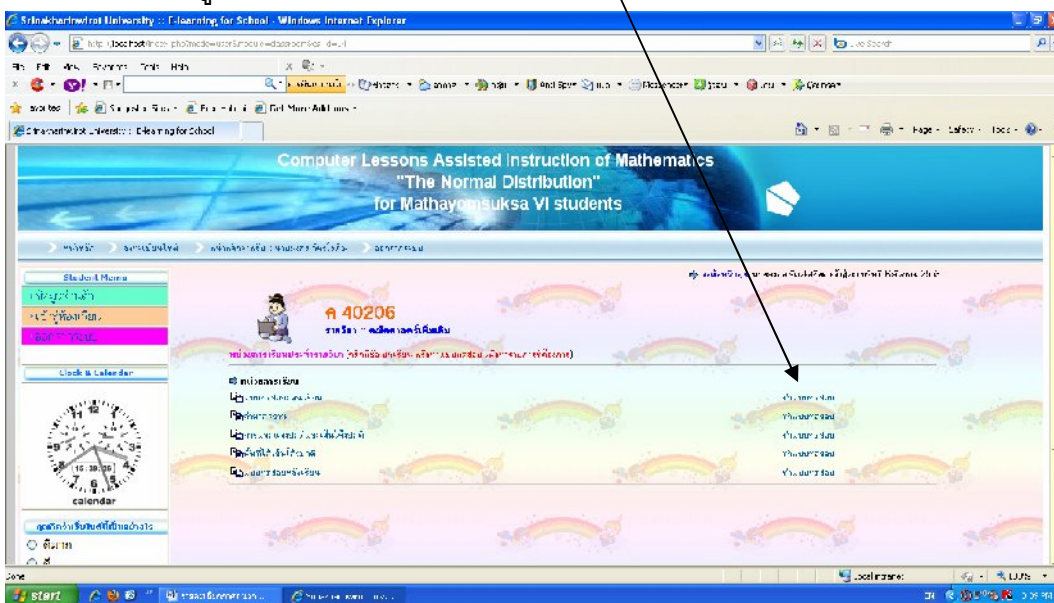
ขั้นที่ 7 คลิกที่ปุ่ม Submit เพื่อเข้าเรียน



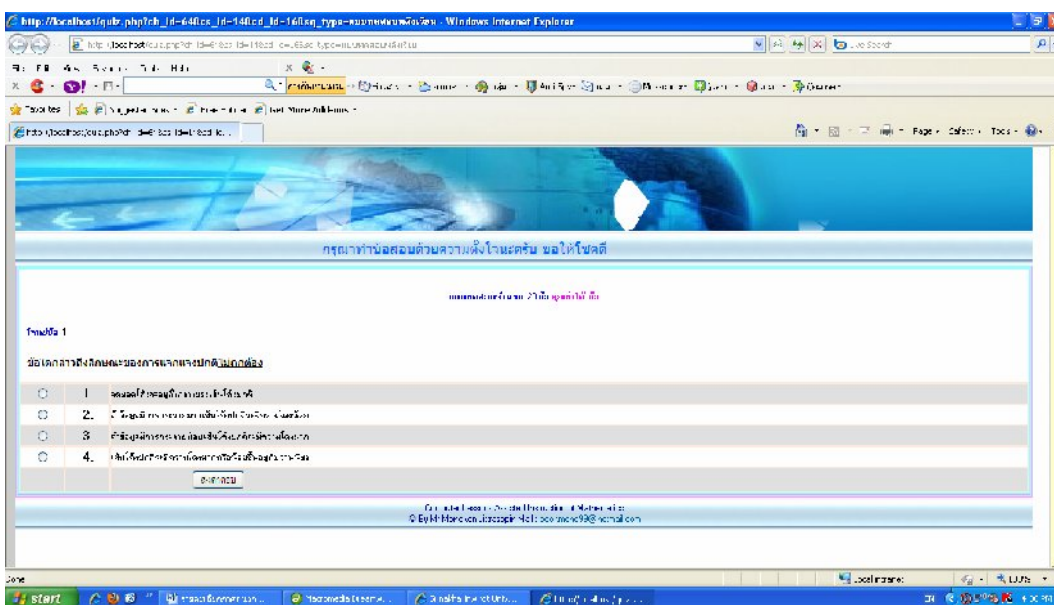
แล้วให้นักเรียนเข้าเรียนบทเรียนต่างๆ ตามลำดับที่กำหนดไว้ให้แล้วในคู่มือนี้

(2) ขั้นตอนทำแบบทดสอบก่อนเรียน

เมื่อเข้าสู่ห้องเรียนได้แล้วคลิกที่ ทำแบบทดสอบก่อนเรียน



ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 20 ข้อ



ในการทำแบบทดสอบแต่ละข้อ ให้นักเรียนคิดและคลิกเลือกข้อคำตอบที่คิดว่าถูกต้อง จากนั้นคลิกที่ปุ่มส่งคำตอบ เครื่องจะบอกว่าการทำแบบทดสอบไปแล้วกี่ข้อ ตอบถูกกี่ข้อ ถ้านักเรียนได้คะแนนแสดงว่าข้อนั้นนักเรียนทำถูกต้อง พร้อมกับจะปรากฏข้อสอบข้อต่อไปให้นักเรียนทำ ปฏิบัติเช่นนี้จนครบทุกข้อ

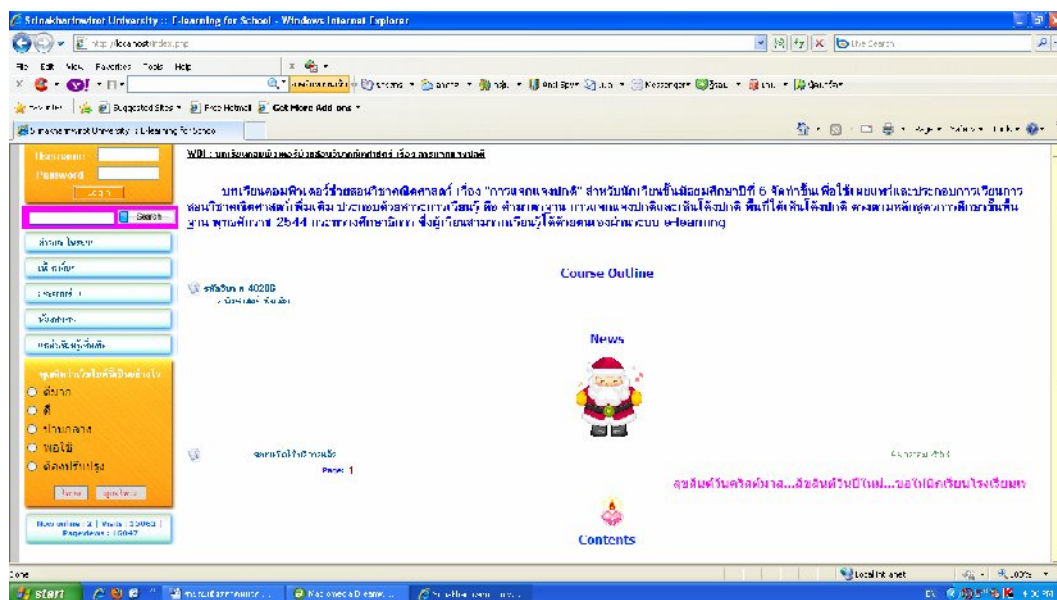
เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบครบ 20 ข้อแล้ว เครื่องจะแสดงผลของคะแนนรวมที่นักเรียนทำได้และจะบันทึกคะแนนสอบของนักเรียนไว้ในระบบซึ่งจะไม่สามารถแก้ไขได้ ในขั้นต่อไปให้นักเรียนคลิกกลับไปหน้าหลักหรือออกจากระบบแล้วแต่ครูผู้สอนจะให้ทำกิจกรรม

(3) ขั้นการรู้จักและใช้ระบบติดต่อสื่อสาร

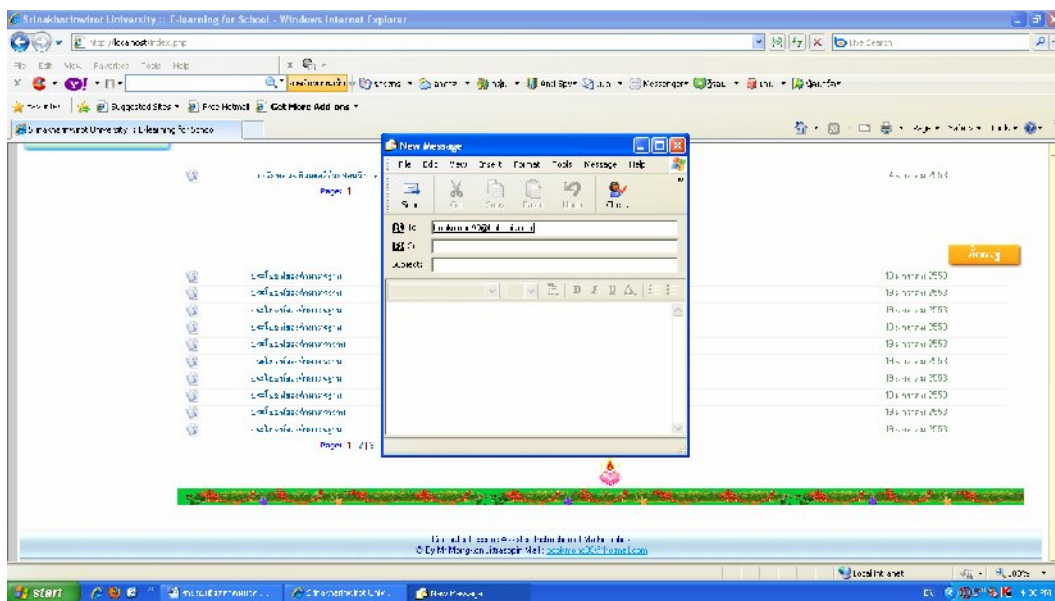
การติดต่อสื่อสารนับว่าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการศึกษาเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคปัจจุบัน ดังนั้น ในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ครูและผู้เรียนควรรู้จักการติดต่อสื่อสารถึงกันด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น E-mail, chat room, web board, webcam เป็นต้น ซึ่งหากมีปัญหาจะได้สามารถติดต่อถึงกันได้

1. การติดต่อผ่าน E-mail

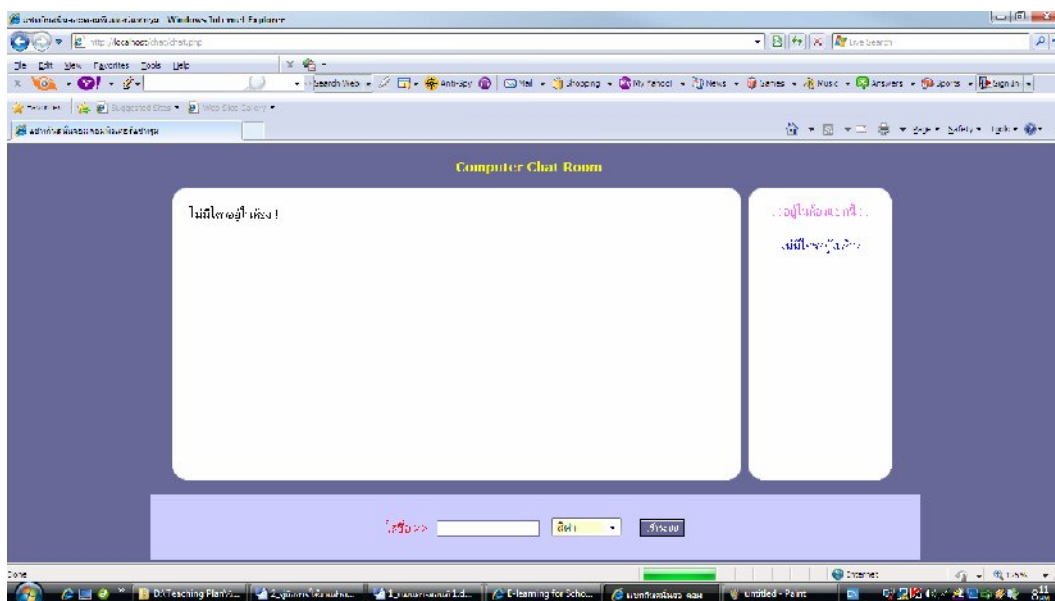
การติดต่อผ่านระบบ e-mail ของบทเรียนนี้ ให้คลิกที่หน้าจอหลักส่วนล่างสุดที่เป็น mail ของอาจารย์ผู้สอน แล้วคลิก



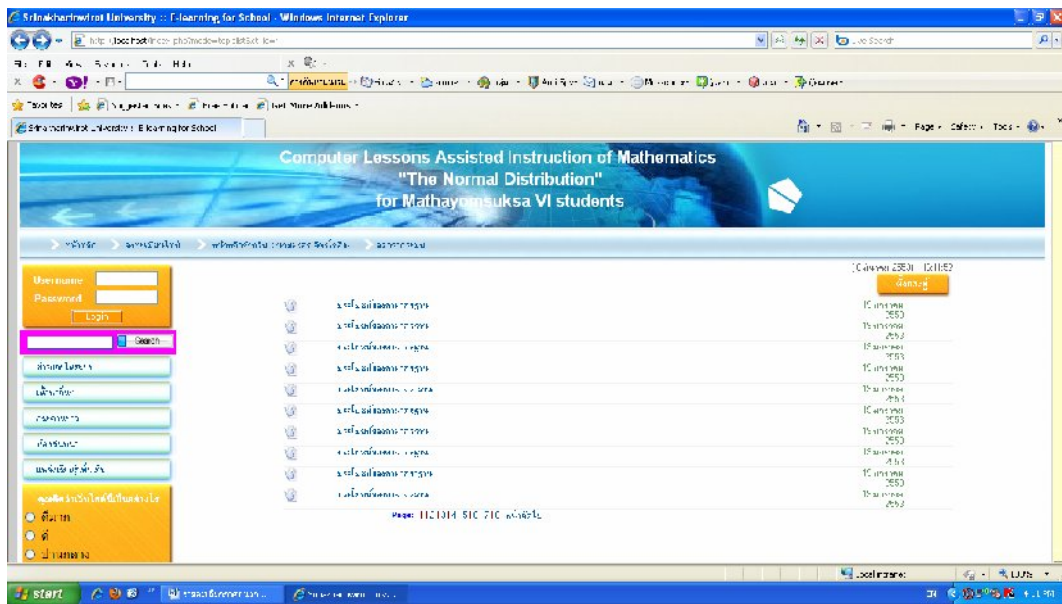
จะพบส่วนที่จะส่งข้อมูลสื่อสารถึงครูผู้สอนหรือผู้อื่นก็ได้โดยเปลี่ยน mail ของผู้ที่เราต้องการติดต่อ ก็สามารถทำได้



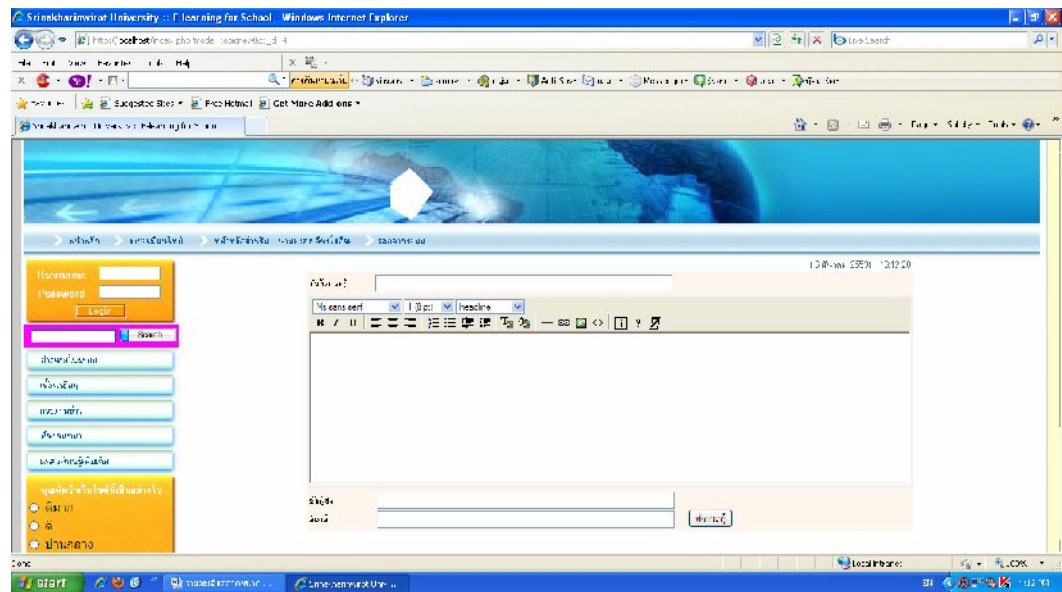
2. การติดต่อผ่านระบบห้องสนทนาหรือ Chat room
 ที่หน้าจอกดคลิกที่ห้องสนทนาจะปรากฏหน้าต่างของห้องสนทนาได้ส่งข้อมูลสื่อสาร
 ถึงกันได้



3. การติดต่อผ่านระบบกระดานข่าว Web board
 ที่หน้าหลักให้คลิกที่กระดานข่าว หน้าจอจะปรากฏดั่งภาพ แล้วคลิกที่ตั้งกระทู้



หลังจากคลิกที่ตั้งกระทุ้แล้วจะปรากฏหน้าต่างให้พิมพ์ข้อความเพื่อสื่อสารถึงกันได้ ดังภาพ



4. การติดต่อผ่านระบบ Webcam

การติดต่อสื่อสารกันผ่านระบบ Webcam เป็นการติดต่อถึงกันแบบสองทาง ซึ่งเป็นการติดต่อถึงกันแบบสมบูรณ์ที่สุดแบบหนึ่ง กรณีที่เป็นการติดต่อสื่อสารด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์โดยสามารถเห็นภาพทั้งผู้พูดและผู้ฟัง ซึ่งกำลังเป็นวิธีที่นิยมกันมากวิธีหนึ่งและสามารถทำได้โดยง่าย

5. การติดต่อผ่านระบบ www หรือ แหล่งเรียนรู้ต่างๆ

การศึกษาหาความรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้ผ่านระบบ www ซึ่งมีมากมายทั่วโลก เป็นระบบสื่อสารที่ให้ความรู้ได้เป็นอย่างดี เพียงแต่ผู้เรียนต้องเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ สำหรับแหล่งเรียนรู้ ในบทเรียนนี้ ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้เฉพาะที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนนี้เท่านั้นซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าศึกษาได้ทันที ได้แก่

1. http://davidmlane.com/hyperstat/normal_distribution.html
2. <http://noppa5.pc.helsinki.fi/koe/flash/flas.html>
3. http://edltv.thai.net/index.php?mod=Courses&file=showcontent&cid=751&sid=609&lid=185288&lid_parent=185335

(4) ชั้นศึกษาเนื้อหาในแต่ละบทเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน (จำนวน 2 คาบ)

1. ให้นักเรียนเข้าสู่ระบบห้องเรียนตามขั้นตอนโดยใช้ Password และ Username ที่ได้ลงทะเบียนไว้แล้วมาเข้าระบบ (ห้ามสมัครซ้ำโดยเด็ดขาด)
2. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง ค่ามาตรฐาน
3. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่องการคำนวณค่ามาตรฐาน
4. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่องการหาค่าของข้อมูลดิบ (x) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ของข้อมูล
5. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่องการนำความรู้เรื่องค่ามาตรฐานไปแก้โจทย์ปัญหา พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดชุดที่ 1-2 ส่งครู
6. ให้นักเรียนฝึกส่งข้อความติดต่อสื่อสารถึงกันผ่านช่องทางต่างๆ
7. ให้นักเรียนออกจากระบบ และปิดเครื่อง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ (จำนวน 1 คาบ)

1. ให้นักเรียนเข้าสู่ระบบห้องเรียนตามขั้นตอน
2. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ของการแจกแจงของข้อมูล
3. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง การแจกแจงแบบปกติและเส้นโค้งปกติ พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดชุดที่ 3 ส่งครู
4. ให้นักเรียนเข้าสู่แบบทดสอบท้ายบทเรียน
5. ให้นักเรียนคลิกออกจากระบบ และปิดเครื่อง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (จำนวน 2 คาบ)

1. ให้นักเรียนเข้าสู่ระบบห้องเรียนตามขั้นตอน
2. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนต่างๆ พร้อมทั้งทำกิจกรรมฝึกหัดชุดที่ 4-5 ส่งครู
3. ให้นักเรียนแบบทดสอบท้ายบทเรียน
4. ให้นักเรียนคลิกออกจากระบบ และปิดเครื่อง

(5) ขั้นตอนทำแบบทดสอบประจำบทเรียน

ในขั้นตอนนี้หลังจากที่นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนการเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจนถึงขั้นตอนที่ต้องทำแบบทดสอบประจำบทเรียน โดยในแต่ละบทเรียนจะมีแบบทดสอบหน่วยละ 10 ข้อ ให้นักเรียนเข้าสู่ระบบโดยทำตามขั้นตอนดังนี้

1. คลิกที่ชื่อของนักเรียนเอง (ไม่ควรคลิกออกจากระบบหากออกจากระบบก็ให้เข้าสู่ระบบมาใหม่)

2. คลิกเข้าสู่ห้องเรียน

3. กด Submit เพื่อเข้าสู่ห้องเรียน

3. คลิกที่แบบทดสอบ

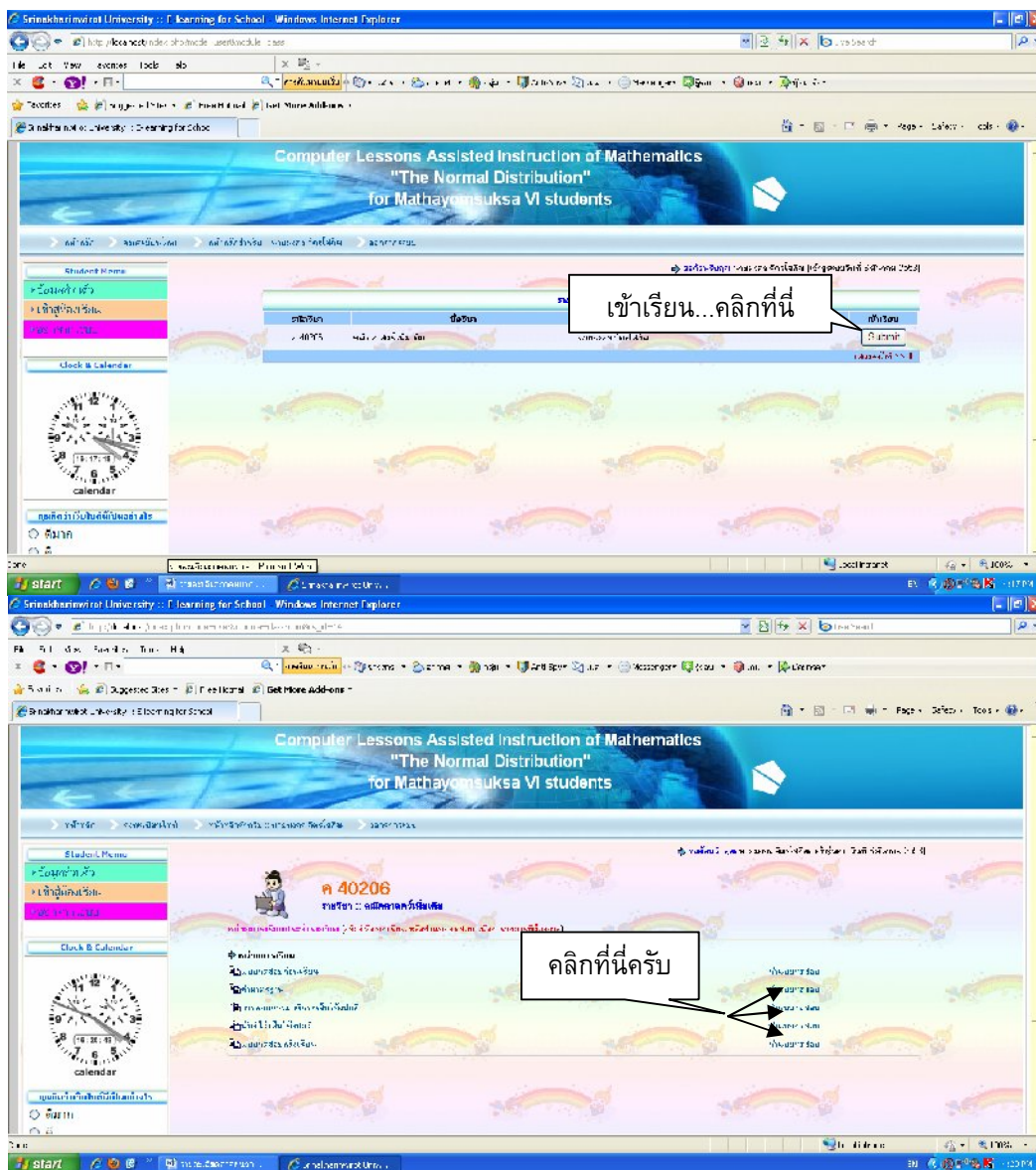
4. ทำแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ

5. ออกจากระบบ

The image consists of two screenshots of a web browser displaying a learning management system interface. The browser is identified as 'Srinakharinwirot University :: Learning for School'.

Top Screenshot: The page title is 'Computer Lessons Assisted "The Normal for Mathayomsuksa...'. It features a login section on the left with fields for 'Username' and 'Password', and a 'Log in' button. A callout box points to the 'Log in' button with the text 'ให้คลิกที่นี่'. Another callout box points to the right side of the page with the text 'ไม่ต้องคลิกออกจากระบบ'. Below the login section, there is a 'Course Outline' section and a 'News' section with a Santa Claus icon.

Bottom Screenshot: The page shows a course outline with a table of lessons. A callout box points to a student's name in the table with the text 'คลิกเข้าสู่ห้องเรียนตรงนี้'. The background of the page is decorated with a pattern of rainbows.



จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบจนครบทุกข้อและทุกบทเรียน

(6) ขั้นทำแบบทดสอบหลังเรียน

ในขั้นตอนนี้หลังจากที่นักเรียนเข้าเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครบหมดแล้วให้นักเรียนเข้าสู่ระบบทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยทำตามขั้นตอนเหมือนกับการเข้าสู่ระบบการทำแบบทดสอบประจำบทเรียนดังนี้

1. คลิกที่เมนูหลัก (ไม่ควรคลิกออกจากระบบ)
2. คลิกเข้าสู่ห้องเรียน
3. คลิกที่แบบทดสอบหลังเรียน
4. ทำแบบทดสอบทดสอบหลังเรียนจำนวน 20 ข้อ
5. ออกจากระบบ

ภาคผนวก ค

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
2. แบบทดสอบย่อย
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จุดประสงค์การเรียนรู้

หน่วยที่ 1 ค่ามาตรฐาน

เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน จบแล้วนักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมาย ความสำคัญ และสมบัติของค่ามาตรฐานได้
2. คำนวณค่ามาตรฐานของข้อมูลที่กำหนดให้ได้
3. เปรียบเทียบข้อมูลต่างๆ โดยใช้ค่ามาตรฐานได้
4. คำนวณหาค่าข้อมูลดิบ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลนั้นๆ ได้เมื่อกำหนดค่ามาตรฐานให้
5. นำความรู้เรื่องค่ามาตรฐานไปใช้ได้

หน่วยที่ 2 การแจกแจงปกติ

เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติ จบแล้วนักเรียนสามารถ

6. บอกความหมายของการแจกแจงข้อมูลด้วยกราฟเส้นโค้งแบบต่างๆ ได้ถูกต้อง
7. อธิบายถึงลักษณะของการแจกแจงปกติได้ถูกต้อง
8. อธิบายถึงสมบัติของการแจกแจงแบบปกติได้ถูกต้อง

หน่วยที่ 3 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

เมื่อเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ จบแล้วนักเรียนสามารถ

9. บอกสมบัติของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติได้ถูกต้อง
10. หาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติโดยใช้ตารางสำเร็จรูปได้ถูกต้อง เมื่อกำหนดข้อมูลดิบ (x) หรือค่ามาตรฐาน (Z) ให้
11. คำนวณหาค่ามาตรฐาน (Z) ได้ถูกต้องเมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติให้
12. คำนวณหาค่าข้อมูลดิบ (x) ได้ถูกต้องเมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติให้
13. นำความรู้เรื่องพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาใช้แก้โจทย์ปัญหาได้

แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

รหัสวิชา ค40206

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง ค่ามาตรฐาน

จำนวน 1 ชั่วโมง

เวลา 60 นาที

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมาย ความสำคัญ และสมบัติของค่ามาตรฐานได้ (K_1)
2. คำนวณค่ามาตรฐานของข้อมูลที่กำหนดให้ได้ (K_2)
3. เปรียบเทียบข้อมูลต่างๆ โดยใช้ค่ามาตรฐานได้ (K_3)

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

2. อธิบาย ให้เหตุผล (P_1)
3. แก้ปัญหา (P_2)
4. สื่อสารและนำเสนอ (P_3)
5. คิดวิจารณ์ (P_4)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียน

1. มีความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา (A_1)
2. มีระเบียบวินัย (A_2)
3. ทำงานอย่างเป็นระบบ (A_3)

2. สาระการเรียนรู้

2.1 ความหมาย ความสำคัญ และสมบัติของค่ามาตรฐาน

2.1.1 ค่ามาตรฐาน คือ จำนวนที่นำมาใช้เปรียบเทียบข้อมูลของตัวแปรตั้งแต่สองตัวขึ้นไปว่าข้อมูลใดมีคุณภาพดีกว่ากัน

2.1.2 ความสำคัญของค่ามาตรฐาน

1) ค่ามาตรฐานจะบอกให้ทราบว่าค่าสังเกตนั้นๆ อยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยเลขคณิต เป็นกี่เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และอยู่ในทิศทางใดเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย

2) ค่าสังเกตที่มากกว่าค่าเฉลี่ยจะมีค่ามาตรฐานเป็นจำนวนบวก ส่วนค่าสังเกตที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะมีค่ามาตรฐานเป็นจำนวนลบ ค่าสังเกตที่เท่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิตพอดีจะมีค่ามาตรฐานเป็นศูนย์

3) เราจะแปลงค่าสังเกตหรือหาค่ามาตรฐานจากค่าสังเกตแต่ละชุดที่มีการแจกแจงแบบสมมาตร เพื่อให้ข้อมูลมีมาตรวัดเดียวกัน เนื่องจากค่ามาตรฐานเป็นค่าที่ไม่มีหน่วยกำกับแล้วจึงนำค่ามาตรฐานมาเปรียบเทียบกัน

4) การแปลงหรือหาค่ามาตรฐานเป็นการแปลงแบบเชิงเส้นซึ่งจะไม่ทำให้การแจกแจงของค่าสังเกตก่อนและหลังการแปลงเปลี่ยนแปลงไป และยังสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลหลังการแปลงได้ด้วยวิธีง่ายๆ ได้อีกด้วย

5) ค่ามาตรฐานของการแจกแจงแบบใด ๆ ก็ตามที่คำนวณจากข้อมูลประชากรทั้งหมด โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

ค่ามาตรฐานที่ได้นั้นจะมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) เป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เป็น 1

6) ค่ามาตรฐานจากข้อมูลเดิมที่มีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต μ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน σ จะมีการแจกแจงแบบปกติที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) เป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เป็น 1

7) การแจกแจงของค่ามาตรฐานของข้อมูลไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงแบบปกติขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลชุดนั้นๆ เว้นเสียแต่ว่าข้อมูลเดิมมีการแจกแจงแบบปกติ

2.1.3 สมบัติของค่ามาตรฐาน

- 1) ค่ามาตรฐานเป็นจำนวนที่ไม่มีหน่วยกำกับ
- 2) ค่ามาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1
- 3) ค่ามาตรฐานของข้อมูลใดๆ จะเป็นจำนวนบวกหรือจำนวนลบก็ได้
- 4) ค่ามาตรฐานจะอยู่ระหว่าง ± 3
- 5) ลักษณะการกระจายของค่ามาตรฐานเหมือนกับการกระจายของข้อมูลดิบ

2.2 การเปรียบเทียบข้อมูลและการคำนวณค่ามาตรฐาน

2.2.1 การเปรียบเทียบข้อมูล

การเปรียบเทียบค่าของข้อมูลตั้งแต่สองค่าขึ้นไปที่มาจากข้อมูลคนละชุดว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่เพียงไร บางครั้งเราไม่สามารถเปรียบเทียบกันโดยตรงได้ ทั้งนี้เนื่องจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลแต่ละชุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมักจะไม่เท่ากัน ดังนั้น เพื่อให้การเปรียบเทียบมีความถูกต้องมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องแปลงข้อมูลแต่ละชุดให้เป็นค่ามาตรฐาน (ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากันเสียก่อน) โดยใช้สูตรหาค่ามาตรฐานแล้วจึงเปรียบเทียบข้อมูลทั้งสองนั้นว่าเป็นอย่างไร การแปลงข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัวให้เป็นค่ามาตรฐานนี้ โดยทั่วไปคือการแปลงข้อมูลให้เป็นค่ามาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1

เราจะแปลงค่าสังเกตหรือหาค่ามาตรฐานจากค่าสังเกตแต่ละชุดที่มีการแจกแจงแบบสมมาตร เพื่อให้ข้อมูลมีมาตรวัดเดียวกัน เพราะเนื่องจากค่ามาตรฐานเป็นค่าที่ไม่มีหน่วยกำกับแล้ว จึงนำค่ามาตรฐานมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งถ้าค่ามาตรฐานของข้อมูลใดมากกว่า ถือว่าข้อมูลนั้นดีกว่าข้อมูลที่มีค่ามาตรฐานน้อยกว่า

2.2.2 การคำนวณค่ามาตรฐาน

1) การแปลงข้อมูลดิบ (x) ให้เป็นค่ามาตรฐาน

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ค่ามาตรฐานจะบอกให้เราทราบว่าค่าสังเกตนั้น ๆ อยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นกี่เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และอยู่ในทิศทางใดเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย

เนื่องจาก $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

ค่าสังเกตที่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยจะมีค่ามาตรฐานเป็นจำนวนบวก ส่วนค่าสังเกตที่มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะมีค่ามาตรฐานเป็นจำนวนลบ ค่าสังเกตที่มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิตพอดีจะมีค่ามาตรฐานเป็นศูนย์

การแปลงค่าของข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัวให้เป็นค่ามาตรฐาน คือการแปลงข้อมูลดิบแต่ละตัวที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

ถ้า x_i เป็นค่าที่ i ของตัวแปร x แล้ว ค่ามาตรฐานของ x_i คือ

$$Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \quad \text{เมื่อ } i \text{ แทน } 1, 2, 3, \dots, N$$

โดยที่ x_i แทน ค่าที่ i ของตัวแปร x

μ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร

σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

N แทน จำนวนประชากร

$$\text{หรือ } Z_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S} \quad \text{เมื่อ } i \text{ คือ } 1, 2, 3, \dots, n$$

โดยที่ x_i แทน ค่าที่ i ของตัวแปร x

\bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของตัวอย่าง

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

n แทน จำนวนตัวอย่าง

หมายเหตุ : ค่าของ z_i ข้างต้น อาจเรียกได้หลายชื่อ เช่น คะแนน z (z score) หรือค่า z (z value) หรือคะแนนมาตรฐาน (standard score) หรือค่ามาตรฐาน ซึ่งเป็นชื่อกลาง ๆ ใช้ได้ทั่วไป ไม่ว่าจะค่าของ x_i จะเป็นคะแนนหรือไม่เป็นคะแนน เช่น อาจเป็นน้ำหนักตัว หรือ ราคาสินค้า ฯลฯ แต่ในการเรียนการสอนต่อไปนี้จะใช้ “ค่ามาตรฐาน” เพียงอย่างเดียว

2) การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย (\bar{Z})

การเปรียบเทียบข้อมูลกรณีที่มีข้อมูลหลายชุด เราจะต้องแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นค่ามาตรฐาน แล้วนำค่ามาตรฐานของข้อมูลแต่ละชุดนั้นมาหาค่ามาตรฐานเฉลี่ยจากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งเราสามารถหาค่ามาตรฐานเฉลี่ยได้ โดยใช้สูตร

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N}$$

โดยที่ \bar{Z} แทน ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของข้อมูล

Z_i แทน ค่าที่ i ของตัวแปร Z

$\sum_{i=1}^N Z_i$ แทน ผลรวมของค่ามาตรฐาน (เมื่อ i คือ 1, 2, 3, ..., N)

N แทน จำนวนของค่ามาตรฐาน

ตัวอย่างที่ 1 จากผลการสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนจำนวน 45 คนซึ่งมีการแจกแจงปกติ และได้้นำคะแนนทั้งหมดนี้มาคิดค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ 54 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 10 คะแนน จงหาว่า

1. ถ้านักเรียนได้คะแนน 85 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้เท่าใด
2. ถ้าว.ญ.วินิตาสอบได้ 54 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้เท่าใด
3. ค่ามาตรฐานที่นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้คะแนนระหว่าง 40 คะแนน ถึง 60 คะแนน เป็นเท่าใด

วิธีทำ 1. ถ้านักเรียนได้คะแนน 85 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้ดังนี้

หา Z เมื่อ $x = 85$, $\mu = 54$, $\sigma = 10$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\ &= \frac{85 - 54}{10} \\ &= 3.1 \end{aligned}$$

ดังนั้น ถ้านักเรียนได้คะแนน 85 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้ 3.1

วิธีทำ 2. ถ้านักเรียนสอบได้ 54 คะแนน นักเรียนได้ค่ามาตรฐานได้ดังนี้

หา Z เมื่อ $x = 54$, $\mu = 54$, $\sigma = 10$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\ &= \frac{54 - 54}{10} \\ &= 0 \end{aligned}$$

ดังนั้น ถ้านักเรียนได้คะแนน 54 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้ 0

วิธีทำ 3. ค่ามาตรฐานที่นักเรียนได้คะแนนระหว่าง 40 คะแนน ถึง 60 คะแนน เป็นเท่าใด

ถ้านักเรียนสอบได้ 40 คะแนน และสอบได้ 60 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐาน

$$x = 40, \mu = 54, \sigma = 10, Z = ? \quad x = 60, \mu = 54, \sigma = 10, Z = ?$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{x - \mu}{\sigma} & Z &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\
 &= \frac{40 - 54}{10} & &= \frac{60 - 54}{10} \\
 &= -1.4 & &= 0.6
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ค่ามาตรฐานที่นักเรียนได้คะแนนระหว่าง 40 คะแนน ถึง 60 คะแนน

อยู่ระหว่าง -1.4 ถึง 0.6

จะเห็นได้ว่า ค่าสังเกตที่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยจะมีค่ามาตรฐานเป็นจำนวนบวก ส่วนค่าสังเกตที่มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะมีค่ามาตรฐานเป็นจำนวนลบ

ตัวอย่างที่ 2 นักเรียนคนหนึ่งสอบวิชาภาษาอังกฤษและวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนนเท่ากัน ได้ 72 คะแนน และ 75 คะแนน ตามลำดับ ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนห้องนี้เป็น 70 และ 10 คะแนน และของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์เป็น 73 และ 16 คะแนน ตามลำดับ จงเปรียบเทียบดูว่านักเรียนคนนี้เรียนวิชาไหนดีกว่ากัน

วิธีทำ จากค่ามาตรฐานของ x_i คือ $Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$

$$\text{ดังนั้น ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษ} = \frac{72 - 70}{10} = 0.20$$

$$\text{ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์} = \frac{75 - 73}{16} = 0.125$$

ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนคนนี้สูงกว่าค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ แสดงว่า นักเรียนคนนี้เรียนวิชาภาษาอังกฤษได้ดีกว่าวิชาคณิตศาสตร์

ตัวอย่างที่ 3 จากข้อมูลต่อไปนี้

	จำนวนผู้สอบ	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
คณิตศาสตร์	200	76	10
ฝรั่งเศส	100	80	20

ถ้านายมานะ สอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 82 คะแนน และวิชาฝรั่งเศสได้ 90 คะแนน นายมานะเรียนวิชาอะไรได้ดีกว่ากัน

$$\text{วิธีทำ ค่ามาตรฐานของคะแนนวิชาคณิตศาสตร์} = \frac{82 - 76}{10} = \frac{6}{10} = 0.6$$

$$\text{ค่ามาตรฐานของคะแนนวิชาภาษาฝรั่งเศส} = \frac{90 - 80}{20} = \frac{10}{20} = 0.5$$

ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนายมานะสูงกว่าค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาฝรั่งเศส ดังนั้น นายมานะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าวิชาภาษาฝรั่งเศส

ตัวอย่างที่ 4 ในการสอบคัดเลือกเข้าทำงานแห่งหนึ่ง มีวิชาที่ต้องสอบ 2 วิชา ปรากฏว่าจากผู้สมัครทั้งหมดมีผู้ที่คะแนนรวมกันสามอันดับแรก คือนางสาวสุชาดา นางสาวสุดาวดี และนางสาวนิดาซึ่งได้คะแนนดังต่อไปนี้

	วิชาที่ 1	วิชาที่ 2
นางสาวสุชาดา	70	72
นางสาวสุดาวดี	80	65
นางสาวนิดา	72	76
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	75	70
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5	10

ถ้าหน่วยงานแห่งนี้ต้องการรับเพียงคนเดียวและสำรองหนึ่งคน ผู้ที่จะได้รับการคัดเลือกไว้เป็นตัวจริง และตัวสำรองคือใคร

$$\text{วิธีทำ} \quad \text{ค่ามาตรฐาน} \quad Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

ค่ามาตรฐานของคะแนนของนางสาวสุชาดา

$$\text{วิชาที่ 1} \quad Z_1 = \frac{70 - 75}{5} = \frac{-5}{5} = -1$$

$$\text{วิชาที่ 2} \quad Z_2 = \frac{72 - 70}{10} = \frac{2}{10} = 0.2$$

ค่ามาตรฐานของคะแนนของนางสาวสุดาวดี

$$\text{วิชาที่ 1} \quad Z_1 = \frac{80 - 75}{5} = \frac{5}{5} = 1$$

$$\text{วิชาที่ 2} \quad Z_2 = \frac{65 - 70}{10} = \frac{-5}{10} = -0.5$$

ค่ามาตรฐานของคะแนนของนางสาวนิดา

$$\text{วิชาที่ 1} \quad Z_1 = \frac{72 - 75}{5} = \frac{-3}{5} = -0.6$$

$$\text{วิชาที่ 2} \quad Z_2 = \frac{76 - 70}{10} = \frac{6}{10} = 0.6$$

ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของคะแนนสอบ 2 วิชาของนางสาวสุชาดา

$$\bar{Z} = \frac{-1 + 0.2}{2} = \frac{-0.8}{2} = -0.4$$

ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของคะแนนสอบ 2 วิชาของนางสาวสุดาวดี

$$\bar{Z} = \frac{1 - 0.5}{2} = \frac{0.5}{2} = 0.25$$

ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของคะแนนสอบ 2 วิชาของนางสาวนิดา

$$\bar{Z} = \frac{-0.6 + 0.6}{2} = \frac{0}{2} = 0$$

เนื่องจากค่ามาตรฐานเฉลี่ยของคะแนนสอบทั้งสองวิชานางสาวสุดาวดีสูงกว่าค่ามาตรฐานเฉลี่ยของคะแนนสอบทั้งสองวิชาของนางสาวนิดาและนางสาวสุชาดาตามลำดับ ดังนั้น สรุปได้ว่านางสาวสุดาวดี คือ ผู้ที่ควรรับเข้าทำงาน และมีนางสาวนิดาเป็นตัวสำรอง

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)

1. ครูสนทนาซักถามถึงพื้นความรู้การใช้งานคอมพิวเตอร์ของแต่ละคนว่าใครมีคอมพิวเตอร์ที่บ้านบ้าง ใครเคยใช้งานคอมพิวเตอร์บ้าง ใครเคยเข้าไปเรียนในระบบอินเทอร์เน็ตบ้าง (P₃) เป็นต้น

2. ครูแนะนำว่า การเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เกิดขึ้นมานานแล้ว ได้มีผู้สร้างบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมากมายหลายวิชา และหลายด้าน ทั้งในและต่างประเทศ ดังนั้นนักเรียนควรรู้จักการค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อจะได้มีความรู้กว้างขวางเพิ่มขึ้น

3. ครูสนทนาซักถามถึงประโยชน์ และโทษถึงการใช้อินเทอร์เน็ต และย้ำเตือนว่า ขอให้ให้นักเรียนจงเรียนรู้อย่างมีวิจารณญาณ ให้ระลึกเสมอว่าสิ่งใดมีคุณสิ่งนั้นย่อมมีโทษเสมอ (P₄)

4. ครูแนะนำถึงการเข้าห้องเรียนควรเข้าให้ตรงเวลาเพื่อจะได้มีเวลาได้เรียนอย่างเต็มที่ (A₁) แนะนำวัตถุประสงค์ของการเรียน การใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์แต่ละเรื่องที่ละขั้นตอนตามคู่มือที่แจกให้นักเรียน (A₃) แล้วและกำชับความมีระเบียบวินัย (A₂) การปฏิบัติตามข้อปฏิบัติของการใช้ห้องเรียนคอมพิวเตอร์อย่างเคร่งครัด (A₃) และที่สำคัญให้ช่วยกันรักษาสมบัติของทางโรงเรียน ไม่ควรทำให้เกิดความเสียหายและใช้งานด้วยอารมณ์ หากการทำงานของเครื่องล่าช้าก็ควรอดทนรอและให้เรียนด้วยความตั้งใจจริง เป็นต้น

5. ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าการทำงานแบบทดสอบท้ายหน่วยการเรียนรู้ขอให้ทำข้อสอบด้วยความตั้งใจ เนื่องจากตอบแล้วจะแก้ไขไม่ได้และกลับมาทำใหม่ไม่ได้อีก และไม่ให้อัดคำตอบกันโดยเด็ดขาด (A₂)

ขั้นทบทวนความรู้เดิม (ใช้เวลา 5 นาที)

6. ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วในหนังสือเรียนบทที่ 1 เกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้ค่ากลางของข้อมูล การวัดตำแหน่ง และการวัดการกระจายของข้อมูล ซึ่งสามารถบอกลักษณะของข้อมูล และนำไปใช้ในการตัดสินใจหรือวางแผนต่างๆ ต่อไปได้อย่างไรบ้าง (เพื่อให้รู้จักและเลือกวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างเหมาะสม)

7. ครูซักถามนักเรียนว่าในทางสถิตินอกจาก ค่ากลางและการวัดการกระจายของข้อมูลแล้ว ยังมีเรื่องใดอีกที่สำคัญ (รูปแบบหรือลักษณะของการแจกแจงของข้อมูล) (P₁)

8. ครูถามนักเรียนต่อไปว่า รูปแบบของการแจกแจงข้อมูลช่วยบอกให้เราทราบอะไรได้บ้าง (ข้อมูลทั้งชุดอาจมีลักษณะปกติ สมมาตร มีความเบ้ ความโด่ง หรือบางที่อาจจะไม่สามารถจัดรูปแบบได้เลยก็ได้) (P₃)

9. ครูบรรยายเพิ่มเติมว่า นักเรียนเคยเรียนลักษณะการแจกแจงในรูปแบบ ฮิสโทแกรม แผนภาพต้นไม้-ใบ เส้นโค้งความถี่ต่างๆ มาบ้างแล้ว ต่อไปนี้เราจะศึกษาลักษณะของข้อมูลอีกลักษณะหนึ่ง นั่นคือ การแจกแจงปกติ ซึ่งใช้เป็นลักษณะของการแจกแจงหลักสำหรับการนำไปประยุกต์กับการแจกแจงลักษณะอื่นๆ ต่อไปได้อีก

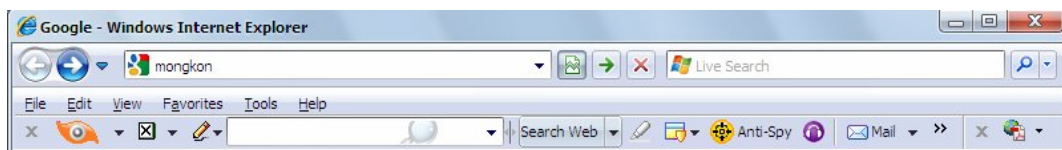
10. ครูอธิบายเพิ่มเติมอีกว่า ในเรื่องของสถิติจะเกี่ยวข้องกับเรื่องสำคัญหลักๆ อยู่ 3 ประการ คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และลักษณะการแจกแจงของข้อมูล ข้อมูลสารสนเทศทางสถิติหากมีครบทั้ง 3 ประการนี้แล้ว จะช่วยชี้ให้เห็นชัดเจนว่า ข้อมูลนั้นบอกสารสนเทศอะไรบ้าง ซึ่งสารสนเทศนั้นๆ จะเป็นตัวช่วยในการวางแผน หรือตัดสินใจต่อไป

ขั้นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

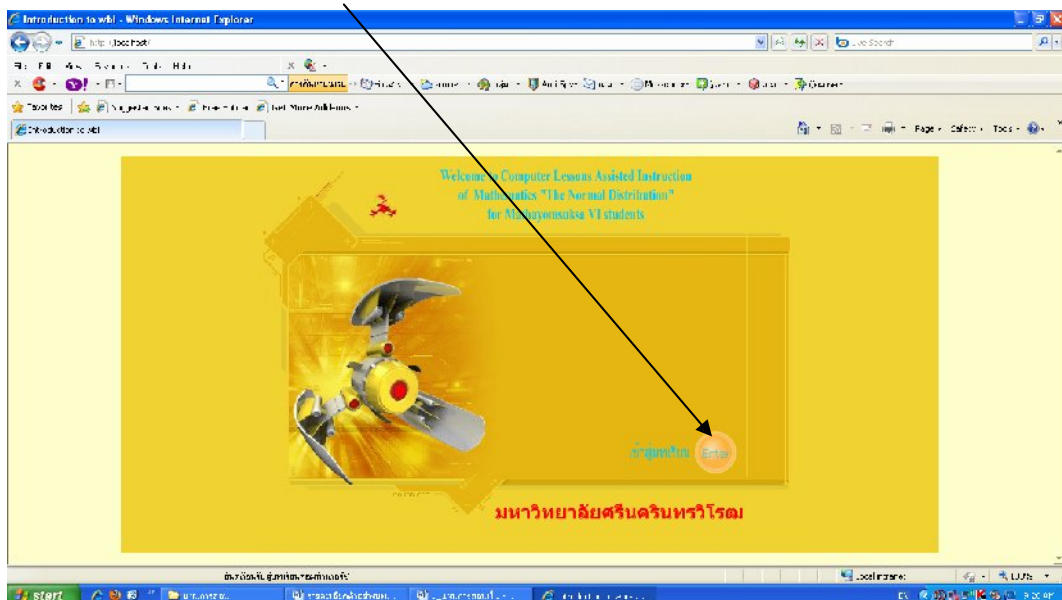
11. ครูฝึกให้นักเรียนเข้าสู่ระบบห้องเรียนโดยเริ่มจาก

ขั้นตอนที่ 1 เปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

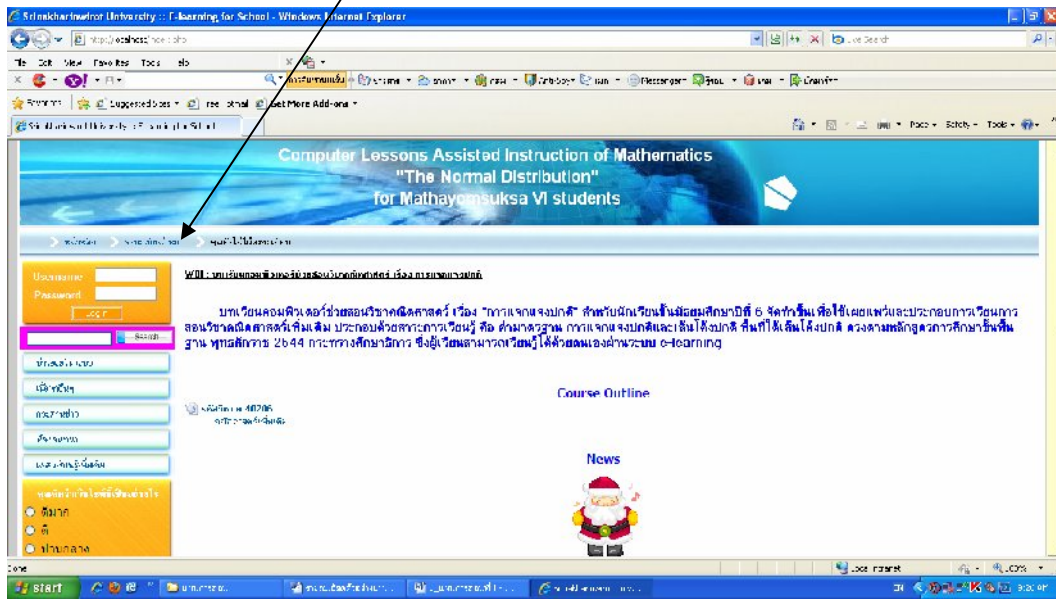
ขั้นตอนที่ 2 ดับเบิลคลิกที่  พิมพ์คำว่า Mongkon ในช่องการเข้าสู่ระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต



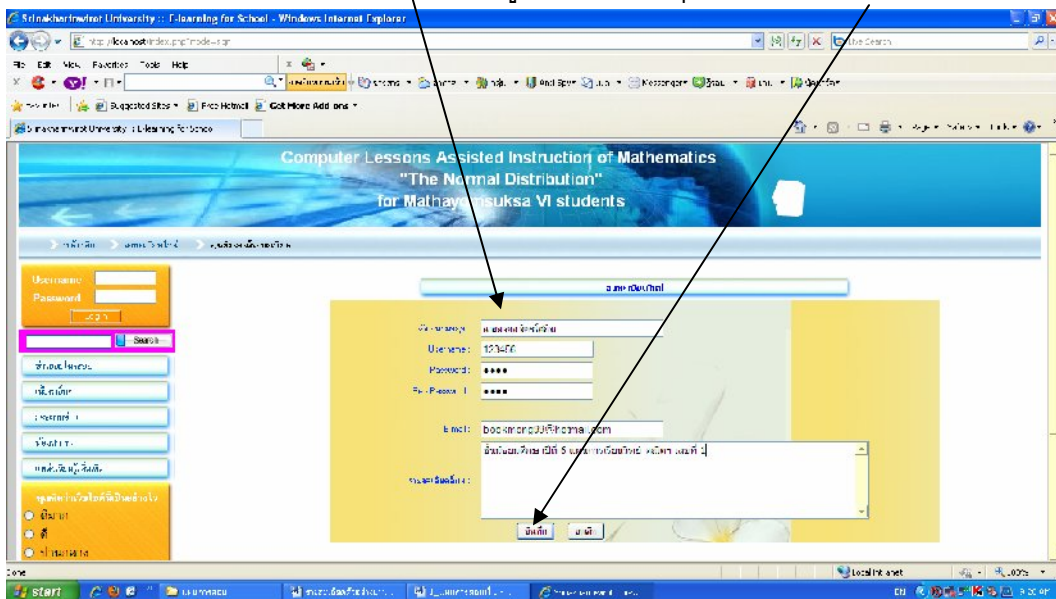
หน้าจอจะขึ้น Title แล้วคลิกที่ Enter ดังตัวอย่าง



ขั้นตอนที่ 3 คลิกที่ลงทะเบียนใหม่เพื่อสมัครสมาชิก



ขั้นตอนที่ 4 พิมพ์รายละเอียดของผู้สมัครให้ครบทุกช่อง แล้วกดบันทึก ดังตัวอย่าง



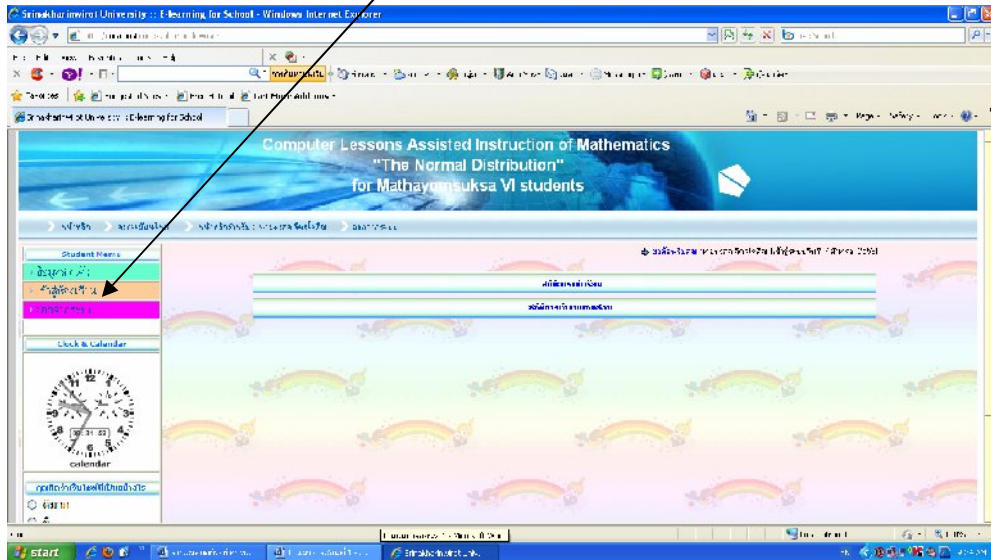
ข้อปฏิบัติในการสมัครสมาชิก

- 1) ให้พิมพ์ชื่อและนามสกุลเป็นภาษาไทย
- 2) ใส่ Username ของนักศึกษา อาจใช้ตัวเลขหรือตัวอักษร หรือทั้งตัวเลขและตัวอักษร ความยาวไม่น้อยกว่า 8 ตัวอักษร (ในที่นี้กำหนดให้ใช้เลขประจำตัวของนักเรียน)
- 3) ใส่ Password อาจใช้ตัวเลขหรือตัวอักษร หรือทั้งตัวเลขและตัวอักษร ความยาวไม่น้อยกว่า 4 ตัวอักษร (ในที่นี้กำหนดให้ใช้รหัสประจำตัวนักเรียน)
- 4) พิมพ์ e-mail address ของตัวนักเรียน
- 5) พิมพ์ระดับชั้น แผนการเรียน และเลขที่

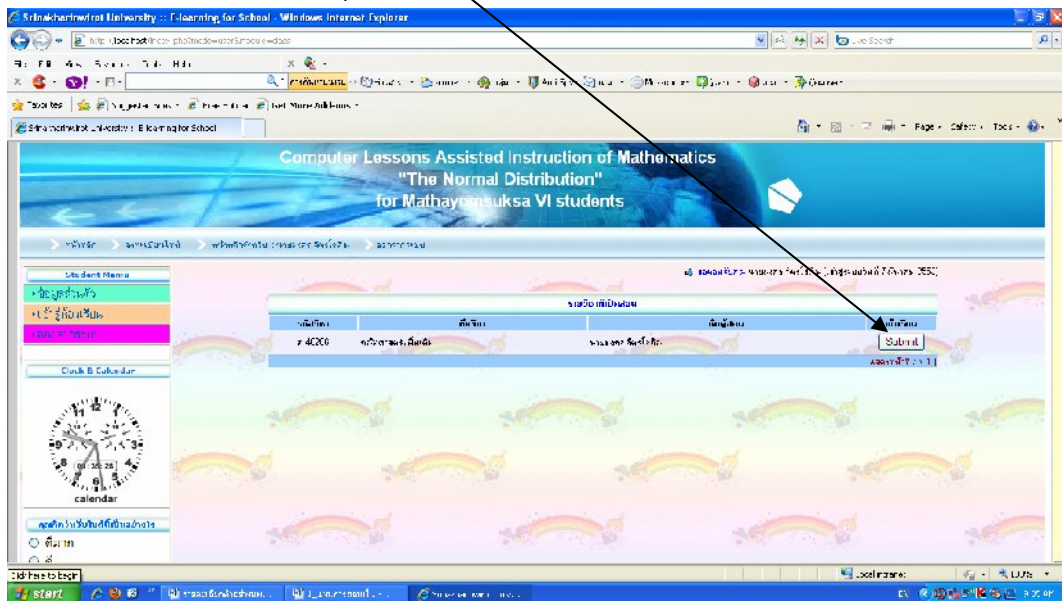
ขั้นตอนที่ 5 ให้คลิกบันทึก

***ข้อพึงระวัง นักเรียนต้องจำ Username และ Password ของนักเรียนให้ได้เพื่อใช้ในการเข้าเรียนในครั้งต่อไป

ขั้นตอนที่ 6 ให้คลิกเข้าสู่ห้องเรียน



ขั้นตอนที่ 7 คลิกที่ปุ่ม Submit เพื่อเข้าเรียน



ขั้นตอนที่ 8 คลิกที่หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ค่ามาตรฐาน

Computer Lessons Assister Instruction of Mathematics
"The Normal Distribution"
for Mathaymasuksa VI students

ทำแบบทดสอบก่อนเรียน

ขั้นตอนที่ 9 คลิกที่บทเรียนแต่ละหัวข้อในรายการตามลำดับจนครบ

ITEM SUBJECTS

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเขียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ค่ามาตรฐาน จบแล้วนักเรียนสามารถ

- อธิบายความหมาย ความสำคัญ และสมบัติของค่ามาตรฐานได้
- คำนวณค่ามาตรฐานของข้อมูลกำหนดไม่ได้
- เปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้ค่ามาตรฐานได้
- คำนวณค่าข้อมูลกลับ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลนั้นๆ ได้ เพื่อคำนวณค่ามาตรฐานได้
- นำความรู้เรื่องค่ามาตรฐานไปแก้ไขโจทย์ปัญหาได้

ขั้นตอนที่ 10 คลิกที่เมนูหน้าหลัก เข้าสู่ระบบกระดานข่าวฝึกส่งข้อความ

ขั้นตอนที่ 11 คลิกออกจากระบบของบทเรียนแล้ว shut down ปิดเครื่อง

หมายเหตุ : เวลาที่ใช้ให้ยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

ขั้นการปฏิบัติกิจกรรม (50 นาที)

12. ให้นักเรียนฝึกการใช้งานคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอน เพื่อเข้าสู่ระบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ค่ามาตรฐาน (A_3)

13. ให้นักเรียนอ่านจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน และศึกษาเกี่ยวกับความหมาย ความสำคัญ และสมบัติของค่ามาตรฐาน เพื่อสรุปให้ได้ว่าค่ามาตรฐานคืออะไร มีความสำคัญอย่างไร มีสมบัติที่ควรทราบอะไรบ้าง (K_1) แล้วจดบันทึกลงในแบบบันทึกในคู่มือการใช้บทเรียน (A_1) เพื่อเตรียมนำเสนอในโอกาสถัดไป (P_3)

14. ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนเกี่ยวกับการเปรียบเทียบข้อมูลและการคำนวณค่ามาตรฐาน พร้อมกับฝึกกิจกรรมต่างๆ ที่กำหนดให้ในบทเรียน (P_2) แล้วสรุปให้ได้ว่าเหตุใดเราจึงต้องคำนวณค่ามาตรฐาน มีวิธีการคำนวณอย่างไรโดยแยกเป็นกรณีๆ ค่ามาตรฐานที่คำนวณได้หมายถึงอะไร และนำไปใช้ทำอะไรบ้าง (K_2) ให้บันทึกลงในแบบบันทึกในคู่มือการใช้บทเรียน (A_2) เพื่อนำเสนอในโอกาสต่อไป (P_4)

15. ให้นักเรียนฝึกส่งข้อความเกี่ยวกับความหมาย สมบัติของค่ามาตรฐาน ที่ตนเองได้บันทึกไว้ถึงครูผู้สอนและเพื่อนๆ ของนักเรียนคนละ 1 ข้อความ ผ่านกระดาน Web board (A_3)

16. ครูแจ้งนักเรียนว่าวันเวลาเรียนและคะแนนของการทำแบบทดสอบของนักเรียนจะถูกบันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งหมดว่าเข้าเรียนวันใด เวลาใด เรื่องอะไรบ้าง และทำแบบทดสอบได้กี่คะแนนซึ่งจะไม่สามารถแก้ไขได้ ดังนั้นขอให้นักเรียนปฏิบัติตนในการใช้บทเรียนตามวัน เวลา และเรื่องที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด พร้อมทั้งทำแบบทดสอบด้วยความตั้งใจ (A_2)

17. ครูคอยดูแลให้คำแนะนำการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างใกล้ชิด พร้อมสังเกตความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา (A_1) มีระเบียบวินัย (A_2) การทำงานอย่างเป็นระบบ (A_3)

18. ให้นักเรียนคลิกออกจากระบบของบทเรียน แล้ว shut down ปิดเครื่อง

ขั้นสรุป (ใช้เวลา 5 นาที)

19. สุ่มนักเรียนให้อ่านบันทึกของตนเองที่ได้บันทึกไว้ในระหว่างปฏิบัติกิจกรรมข้อ 13 และ 14 คนละ 1 หัวข้อ (P_3) พร้อมทั้งให้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่าข้อสรุปของเพื่อนถูกต้องหรือไม่ (P_4) หากไม่ถูกต้องหรือสมบูรณ์ให้ช่วยกันแก้ไขให้ถูกต้อง แล้วจดบันทึกลงในเอกสารของคู่มือการใช้บทเรียน (P_2)

20. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 1

21. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2.1 หน้า 97 - 98 ข้อ 1 ถึง 5 เป็นการทำงานบ้าน

ขั้นประเมินผล

22. ตรวจสอบผลงานการตอบคำถามเกี่ยวกับค่ามาตรฐานผ่านกระดาน Web board

23. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของบทเรียนโดยใช้คู่มือการใช้บทเรียนได้อย่างถูกต้อง

24. สังเกตพฤติกรรมการกระตือรือร้น การตรงต่อเวลา ความมีระเบียบวินัย และการทำงานอย่างเป็นระบบ

25. สังเกตการตอบคำถาม การให้เหตุผล การแก้ปัญหา นำเสนอ และการคิดอย่างมี
 วิจารณ์ญาณ

26. ตรวจสอบฝึกหัดชุดที่ 1

4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน
2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่อง ค่า
 มาตรฐาน
3. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้
 คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน้า 92 – 99
4. แบบฝึกหัดชุดที่ 1 และแบบฝึกหัดที่ 2.1 หน้า 97 - 98 ข้อ 1 ถึง 5
5. แบบสังเกตพฤติกรรม

5. การวัดผลและประเมินผล

ด้าน	การวัด	เกณฑ์การประเมิน	เครื่องมือที่ใช้
1. ด้านความรู้	1. ความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับ ค่ามาตรฐาน	1. ตอบคำถามถูกต้อง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้น ไป	1. คำถามเกี่ยวกับ ความหมายและสมบัติของ ค่ามาตรฐาน
2. ด้านทักษะ/ กระบวนการ	2. สังเกตการแก้ปัญหา อธิบายให้เหตุผล สื่อสารและ นำเสนอ ความคิดวิจารณ์ญาณ	2. ปฏิบัติตามกิจกรรม ของบทเรียนได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป	2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนหน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน
3. ด้านคุณลักษณะ	3. สังเกตพฤติกรรม ความ กระตือรือร้น ตรงต่อเวลา มี ระเบียบวินัย และทำงานอย่าง เป็นระบบ	3. มีความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา การให้ความ ร่วมมือ และทำงานเป็น ขั้นตอน	3. แบบสังเกตพฤติกรรม

6. บันทึกหลังสอน

ผลการสอน ครูแนะนำการเข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ละขั้นตอน นักเรียนให้ความสนใจในการเข้าสู่ระบบการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ดีมาก นักเรียนส่วนใหญ่สามารถที่จะเข้าสู่ระบบหน้าหลักของบทเรียนและลงทะเบียนเข้าสู่ห้องเรียนได้อย่างถูกต้องและใช้เวลาเพียงเล็กน้อย

ปัญหาและอุปสรรค มีนักเรียนบางคนมาช้าและบางคนไม่ได้ฟังการอธิบายแนะนำการเข้าสู่บทเรียน จึงไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้ ครูและนักเรียนที่เข้าสู่ระบบได้แล้วเข้าไปช่วยนักเรียนที่ยังไม่สามารถเข้าสู่ระบบได้ จนทุกคนสามารถเข้าสู่ระบบครบทุกคน แต่ก็ต้องทำให้เสียเวลาไปบ้าง

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข ก่อนใช้ห้องคอมพิวเตอร์ควรตรวจสอบว่าห้องคอมพิวเตอร์นั้นพร้อมใช้งานได้หรือไม่ ระบบโปรแกรมรับกันได้สมบูรณ์หรือไม่ และกำชับให้นักเรียนรักษาเวลาในการเข้าห้องเรียนและการปฏิบัติตามคำสั่งครูโดยเคร่งครัด

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายมงคล จิตรโสภิต)

เฉลยใบงานสรุป

ชุดที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน

จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

- ค่ามาตรฐาน คือ ค่าที่นำมาใช้เปรียบเทียบข้อมูลของตัวแปรตั้งแต่สองตัวขึ้นไปว่าข้อมูลใดมีคุณภาพดีไปกว่ากัน
- ค่ามาตรฐานมีความสำคัญ คือ
 - บอกให้เราทราบว่า ค่าที่สังเกตต่าง ๆ อยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยเป็นกี่เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และอยู่ในทิศทางใดเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย
 - ค่าสังเกตที่มากกว่าค่าเฉลี่ยค่ามาตรฐานจะเป็นจำนวนบวก ค่าสังเกตที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ยค่ามาตรฐานจะเป็นจำนวนลบ ส่วนค่าสังเกตที่เท่ากับค่าเฉลี่ยค่ามาตรฐานจะเป็นศูนย์
 - ค่ามาตรฐานเป็นการทำให้ข้อมูลมีมาตรวัดเดียวกัน ดังนั้น ค่ามาตรฐานจึงเป็นจำนวนที่ไม่มีหน่วยกำกับ
 - การแปลงค่าสังเกตให้เป็นค่ามาตรฐาน จะไม่ทำให้การแจกแจงค่าสังเกตก่อนและหลังการแปลงเปลี่ยนแปลงไป
 - การแปลงค่าสังเกตให้เป็นค่ามาตรฐาน ใช้สูตร $Z = \frac{x-\mu}{\sigma}$
 - ค่ามาตรฐานของข้อมูลขึ้นอยู่กับข้อมูลนั้นๆ ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีการแจกแจงปกติ
- ค่ามาตรฐานมีสมบัติดังนี้ คือ
 - ค่ามาตรฐานเป็นจำนวนที่ไม่มีหน่วยกำกับ
 - ค่ามาตรฐานจะมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1
 - ค่ามาตรฐานของข้อมูลใดๆ จะเป็นจำนวนบวกหรือจำนวนลบก็ได้
 - ค่ามาตรฐานจะมีค่าอยู่ระหว่าง ± 3
 - ลักษณะการกระจายของค่ามาตรฐาน จะเหมือนกับการกระจายของข้อมูลดิบ
- การเปรียบเทียบค่าของข้อมูลว่าข้อมูลใดดีไปกว่ากัน นักเรียนจะอย่างไร
เราต้องแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นค่ามาตรฐานก่อนแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบกัน ถ้าค่ามาตรฐานของข้อมูลใดมีค่ามากกว่าแสดงว่าข้อมูลนั้นดีกว่าข้อมูลที่มีค่ามาตรฐานน้อยกว่า เป็นต้น
- การแปลงข้อมูลดิบ (x) ให้เป็นค่ามาตรฐาน ใช้สูตรในการคำนวณ คือ

$$Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma} \text{ เมื่อ } i \text{ คือ } 1, 2, 3, \dots, N$$

โดยที่ Z_i แทน ค่ามาตรฐานค่าที่ i ของตัวแปร x

x_i แทน ค่าที่ i ของตัวแปร x

μ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร

σ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

N แทน จำนวนประชากร

6. การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย เราจะใช้ในกรณี ต้องการเปรียบเทียบข้อมูลกรณีที่มีข้อมูลหลายชุด

7. การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย (\bar{Z}) เราใช้สูตรในการคำนวณ คือ

$$\bar{Z} = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i}{N}$$

โดยที่	\bar{Z}	แทน	<u>ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของข้อมูล</u>
	Z_i	แทน	<u>ค่าที่ i ของตัวแปร Z</u>
	$\sum_{i=1}^N Z_i$	แทน	<u>ผลรวมของค่ามาตรฐาน (เมื่อ i คือ 1, 2, 3, ..., N)</u>
	N	แทน	<u>จำนวนของค่ามาตรฐาน</u>



เจลยแบบฝึกหัด ชุดที่ 1

1. จงคำนวณหาค่ามาตรฐานแล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1.1

ข้อ	ข้อมูล (x)	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ค่ามาตรฐาน (Z)
1	45	50	10	-0.50
2	65	50	10	1.50
3	75	50	10	1.25
4	80	50	10	3.00
5	85	50	10	3.50

1.2

ข้อ	ข้อมูล (x)	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ค่ามาตรฐาน (Z)
1	80	40	10	4.00
2	80	50	10	3.00
3	80	60	10	2.00
4	80	70	10	1.00
5	80	80	10	0.00

1.3

ข้อ	ข้อมูล (x)	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ค่ามาตรฐาน (Z)
1	45	50	5	-1.00
2	65	50	10	1.50
3	75	50	15	1.67
4	80	50	20	1.50
5	85	50	25	1.40

2. จงคำนวณหาค่ามาตรฐานเฉลี่ย แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

ข้อ	Z_1	Z_2	Z_3	\bar{Z}
1	-1.5	0	1.5	0.00
2	-0.5	1.25	1.5	0.75
3	2.5	0.5	-1.5	0.50
4	1.75	2.5	-2.5	0.58
5	2.45	2.05	-1.5	1.00

แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

รหัสวิชา ค40206

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง ค่ามาตรฐาน (ต่อ)

จำนวน 1 ชั่วโมง

เวลา 50 นาที

=====

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. มีความรู้ความเข้าใจในการคำนวณหาค่าข้อมูลดิบ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลนั้นๆ ได้ เมื่อกำหนดค่ามาตรฐานและค่าที่เกี่ยวข้องให้ (K_1)

2. นำความรู้เรื่องค่ามาตรฐานไปแก้โจทย์ปัญหาได้ (K_2)

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

1. อธิบาย ให้เหตุผล (P_1)

2. แก้ปัญหา (P_2)

3. เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (P_3)

4. สื่อสารและนำเสนอ (P_4)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียน

1. กระตือรือร้น ตรงต่อเวลา (A_1)

2. มีความรับผิดชอบ (A_2)

3. ทำงานอย่างเป็นระบบ (A_3)

2. สารการเรียนรู้

2.1 การหาค่าของข้อมูลดิบ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลใด ๆ เมื่อทราบค่ามาตรฐานของข้อมูลและค่าที่เกี่ยวข้อง

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทเรียนที่ 1 การแปลงหรือหาค่ามาตรฐานเป็นการแปลงแบบเชิงเส้น ซึ่งจะไม่ทำให้การแจกแจงของค่าสังเกตก่อนและหลังการแปลงเปลี่ยนแปลงไป และยังสามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลหลังการแปลงได้ด้วยวิธีง่าย ๆ ได้อีกด้วย

ดังนั้น เมื่อต้องการทราบค่าของข้อมูล (x) ของข้อมูลใด ๆ จำเป็นจะต้องเปลี่ยนค่ามาตรฐาน (Z) ให้เป็น x โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{หรือ} \quad x = \mu + Z\sigma$$

จากวิธีการนี้ เราก็สามารถที่ประยุกต์ใช้สำหรับการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้อีกด้วย ดังนั้น ต่อไปนี้เราจะมาศึกษาตัวอย่างการหาค่าต่าง ๆ ดังที่กล่าวไปแล้วตั้งตัวอย่างที่จะนำเสนอในโอกาสต่อไป

การหาค่าของข้อมูลดิบ (x)

ตั้งที่นักเรียนทราบมาแล้วว่าเมื่อต้องการทราบค่าของข้อมูล (x) ของข้อมูลใดๆ จำเป็นจะต้องเปลี่ยนค่ามาตรฐาน (Z) ให้เป็น x โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{หรือ} \quad x = \mu + Z\sigma$$

ตัวอย่างที่ 1 คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 73 และ 16 คะแนน ตามลำดับ ถ้าค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชานี้ของนักเรียนคนหนึ่ง คือ 0.5 อยากทราบว่า นักเรียนคนนี้สอบได้ที่คะแนน

วิธีทำ $\sigma = 16, Z = 0.5, \mu = 73$

$$\text{จากค่ามาตรฐานของ } x \text{ คือ } Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$\text{ดังนั้นจะได้ว่า } 0.5 = \frac{x - 73}{16}$$

$$x = (0.5 \times 16) + 73$$

$$= 81$$

ดังนั้น นักเรียนคนนี้สอบได้ 81 คะแนน

การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล (μ)

เมื่อต้องการทราบค่าเฉลี่ย (μ) ของข้อมูลใดๆ เมื่อเราทราบค่ามาตรฐาน (Z) ค่าของข้อมูลดิบ (x) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) เราสามารถที่จะหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) ได้โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad \text{หรือ} \quad \mu = x - \sigma Z$$

ตัวอย่างที่ 2 ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ปรากฏว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มนี้เป็น 18 คะแนน เกณฑ์ตัดสินต้องได้คะแนนคิดเป็นค่ามาตรฐานไม่ต่ำกว่า 1.5 ปรากฏว่าผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่า 117 คะแนน ถือว่าสอบตก ถามว่าในการสอบคราวนี้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มนี้เป็นเท่าใด

วิธีทำ $\sigma = 18, Z = 1.5, x = 117$

$$\text{จากสูตร } Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$\text{จากสูตรจะได้ว่า } 1.5 = \frac{117 - \mu}{18}$$

$$\mu = 117 - (18 \times 1.5)$$

$$= 117 - 27 = 90$$

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มนี้คือ 90 คะแนน

การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล (σ)

เมื่อต้องการทราบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ของข้อมูลใดๆ เมื่อเราทราบค่ามาตรฐาน (Z) ค่าของข้อมูลดิบ (X) และค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) เราสามารถที่จะหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ได้โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้ $Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$ หรือ $\sigma = \frac{X - \mu}{Z}$

ตัวอย่างที่ 3 ถ้านักเรียนเป็นนักเรียนอยู่ในห้องเรียนหนึ่ง สอบได้คะแนน 705 คะแนน ซึ่งคิดเป็นค่ามาตรฐานได้เท่ากับ 2 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 575 คะแนน จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบครั้งนี้

วิธีทำ $Z = 2, x = 705, \mu = 575$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad Z &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\ \text{จะได้ว่า} \quad 2 &= \frac{705 - 575}{\sigma} \\ \sigma &= \frac{130}{2} = 65 \end{aligned}$$

ดังนั้น ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบครั้งนี้คือ 65 คะแนน

2.2 การนำความรู้เรื่องค่ามาตรฐานไปแก้โจทย์ปัญหา

การแก้โจทย์ปัญหาเป็นการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้วในแต่ละหัวข้อมาเป็นความรู้ในการแก้ปัญหา ซึ่งโจทย์เปรียบเสมือนเกมหรือเป้าหมายที่ท้าทายที่จะทำให้ผู้ที่มีความรู้ได้ฝึก ดังนั้น การแก้โจทย์ปัญหาจึงเป็นเหมือนการเล่นเกมที่หนึ่ง ขอให้ให้นักศึกษาลองศึกษาตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้ เพื่อจะได้เป็นแนวทางนำไปใช้งานในโอกาสต่อไป

ตัวอย่างที่ 4 ในการสอบวิชาเคมีของนักเรียนห้องหนึ่ง ปรากฏว่านายหมูสอบได้ 30 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานเท่ากับ 1 ส่วนคะแนนที่นายเป็ดสอบได้ 15 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานเท่ากับ -2 จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสอบครั้งนี้

วิธีทำ จากสูตร $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

นายอนุพันธ์สอบได้ 30 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐาน 1

$$\text{ดังนั้น} \quad 1 = \frac{30 - \mu}{\sigma}$$

$$\sigma = 30 - \mu$$

$$\sigma + \mu = 30 \quad \dots\dots\dots (1)$$

นายอนุพงษ์สอบได้ 15 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐาน -2

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \quad -2 &= \frac{15 - \mu}{\sigma} \\
 -2\sigma &= 15 - \mu \\
 (1)-(2); \quad 3\sigma &= 15 \\
 \mu - 2\sigma &= 15 & \dots\dots\dots(2) \\
 \sigma &= 5 \\
 \text{แทนค่า } \sigma \text{ ใน (1) จะได้} \\
 5 + \mu &= 30 \\
 \mu &= 25
 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต คือ 25 คะแนน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 5 คะแนน

ตัวอย่างที่ 5 ในการสอบคราวหนึ่ง ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคือ 20 คะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 2 คะแนนถ้านายศักดิ์ดาสอบได้คะแนนมากกว่านายศักดิ์สิทธิ์คิดเป็นค่ามาตรฐานต่างกันอยู่ 1 อยากราบว่าคะแนนที่แต่ละคนสอบได้ต่างกันเท่าใด และถ้าทั้ง 2 คนสอบได้คะแนนต่างกัน 5 คะแนน ค่ามาตรฐานของคะแนนทั้งสองต่างกันเท่าไร

วิธีทำ สมมุติว่า นายศักดิ์ดาสอบได้คะแนน X_A ซึ่งคิดเป็นค่ามาตรฐาน Z_A

$$\text{จะได้ว่า} \quad Z_A = \frac{x_A - 20}{2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

สมมุติว่า นายศักดิ์สิทธิ์สอบได้คะแนน X_B ซึ่งคิดเป็นค่ามาตรฐาน Z_B

$$\text{จะได้ว่า} \quad Z_B = \frac{x_B - 20}{2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$(1) - (2); \quad Z_A - Z_B = \frac{x_A - 20}{2} - \frac{x_B - 20}{2}$$

ถ้านายศักดิ์ดาสอบได้คะแนนมากกว่านายศักดิ์สิทธิ์คิดเป็นค่ามาตรฐานต่างกันอยู่ 1 คะแนนที่แต่ละคนสอบได้ต่างกันเท่าใด

$$\text{จากโจทย์จะได้} \quad Z_A - Z_B = 1$$

$$\text{ดังนั้น} \quad 1 = \frac{x_A - 20 - x_B + 20}{2}$$

$$2 = x_A - x_B$$

นั่นคือ คะแนนที่แต่ละคนสอบได้ต่างกัน 2 คะแนน

ถ้าทั้ง 2 คนสอบได้คะแนนต่างกัน 5 คะแนน ค่ามาตรฐานของคะแนนทั้งสองต่างกันเท่าไร

จากโจทย์ถ้า $x_A - x_B = 5$ แล้ว $Z_A - Z_B$ จะต่างกัน

$$\text{นั่นคือ} \quad Z_A - Z_B = \frac{x_A - 20}{2} - \frac{x_B - 20}{2}$$

$$Z_A - Z_B = \frac{x_A - 20 - x_B + 20}{2}$$

$$Z_A - Z_B = \frac{X_A - X_B}{2}$$

$$Z_A - Z_B = \frac{5}{2} = 2.50$$

ดังนั้น ค่ามาตรฐานของคะแนนทั้งสองคนต่างกัน 2.50

ตัวอย่างที่ 6 การสอบวิชาภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 50 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10 คะแนนถ้านายกรร และนายแสง สอบได้คะแนนคิดเป็นค่ามาตรฐานแล้วรวมกันเป็น 3 จงหาผลรวมคะแนนของทั้งสองคน

วิธีทำ ให้ x_1 แทน คะแนนสอบของนายกรร

x_2 แทน คะแนนสอบของนายแสง

Z_1 แทน ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบของนายกรร

Z_2 แทน ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบของนายแสง

จากสูตร $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$ เมื่อ $\mu = 50, \sigma = 10$

$$\text{จะได้ } Z_1 = \frac{x_1 - 50}{10} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{และ } Z_2 = \frac{x_2 - 50}{10} \dots\dots\dots (2)$$

$$(1) + (2); Z_1 + Z_2 = \frac{x_1 - 50}{10} + \frac{x_2 - 50}{10}$$

$$3 = \frac{x_1 + x_2 - 100}{10}$$

$$30 + 100 = x_1 + x_2$$

$$x_1 + x_2 = 130$$

ดังนั้น ผลรวมคะแนนของทั้งสองคน คือ 130 คะแนน

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)

1. ครูสนทนาซักถามถึงปัญหาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งที่ผ่านมาว่ามีปัญหาการใช้งานอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน (P_2)

2. ครูอธิบายถึงการเข้าเรียนในบทเรียนแต่ละบทเรียนว่าควรทำตามลำดับขั้น และปฏิบัติตามขั้นตอนให้ถูกต้อง หากนักเรียนไม่ปฏิบัติตามจะทำให้เสียเวลาและอาจเรียนไม่รู้เรื่องได้ (A_3)

3. ร่วมกันอภิปรายถึงการเข้าใช้งานใน Web board การติดต่อสื่อสารถึงกันทั้งในระหว่างเรียนและการส่งข้อความถึงครู กรณีมีปัญหาซักถามในปัญหาบางข้อนักเรียนสามารถส่ง E-mail นัดหมายให้ครูอธิบายได้หรือไม่และนักเรียนมีข้อคิดเห็นในส่วนนี้อย่างไรบ้าง ร่วมกันสรุป (P_1)

4. ครูอธิบายและเสนอแนะการแก้ปัญหาต่าง ๆ พร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนให้รู้จักคิดเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหาและในชีวิตประจำวัน (P_3)

ขั้นทบทวนความรู้เดิม (ใช้เวลา 10 นาที)

5. ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วในหน่วยที่ 1 เกี่ยวกับความหมายของค่ามาตรฐาน สมบัติของค่ามาตรฐาน สาเหตุที่ต้องแปลงข้อมูลดิบ (X) ใดๆ ให้เป็นค่ามาตรฐาน การคำนวณและการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานที่เรียนไปแล้ว โดยสุ่มถามนักเรียนเป็นรายคนให้ตอบคำถาม (P_1)

6. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดที่ 2.1 ข้อ 1 – 5 ที่ให้ทำการบ้านให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วส่งให้ครูตรวจ (A_2)

7. ครูอธิบายการเข้าระบบของบทเรียนในครั้งต่อไป ให้นักเรียนใส่ Pass word และ User name ของนักเรียนและเข้าสู่ระบบของบทเรียนตามขั้นตอนที่ได้ฝึกไปแล้วให้ถูกต้องและรวดเร็ว และให้เริ่มศึกษาเนื้อหาตามที่กำหนดไว้แล้วให้ครบถ้วน สำหรับบทเรียนนี้นักเรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อด้วย ขอให้นักเรียนทำด้วยความตั้งใจ และมีความซื่อสัตย์โดยไม่ลอกคำตอบของเพื่อน ๆ

ขั้นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

8. ครูให้นักเรียนเข้าสู่ระบบห้องเรียนตามขั้นตอน โดยครูคอยดูแลอย่างใกล้ชิดเพื่อให้เกิดความรวดเร็วและไม่เสียเวลา (A_3)

9. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่องการหาค่าของข้อมูลดิบ (X) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ของข้อมูลจากกิจกรรมในบทเรียนที่กำหนดให้ตามลำดับ

10. ให้นักเรียนคลิกที่บทเรียนเรื่องการหาค่าของข้อมูลดิบเรื่องค่ามาตรฐานไปแก้โจทย์ปัญหา

11. คลิกที่แบบทดสอบท้ายบทเรียน

12. คลิกออกจากระบบของบทเรียนแล้ว shut down ปิดเครื่อง

ขั้นการปฏิบัติกิจกรรม

13. ให้นักเรียนเข้าระบบใช้งานคอมพิวเตอร์ตามขั้นตอน เพื่อเข้าสู่ระบบการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง ค่ามาตรฐานต่อจากครั้งที่ผ่านมา (A_3) (ภายในเวลา 5 นาที)

14. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเพื่อเรียนเนื้อหาเรื่อง การหาค่าของข้อมูลดิบ (X) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ของข้อมูลใดๆ จากค่ามาตรฐาน (Z) เมื่อทราบค่ามาตรฐานและค่าอื่นๆที่กำหนดให้ และทำแบบฝึกเพิ่มเติมในบทเรียนจนมีความรู้ความเข้าใจสามารถทำแบบฝึกในบทเรียนได้ถูกต้อง (K_1) ให้จัดบันทึกสูตรการคำนวณของแต่ละเรื่อง พร้อมทั้งสรุปเนื้อหาแต่ละเรื่องลงในแบบบันทึกกิจกรรมในคู่มือการใช้บทเรียนที่กำหนดให้ตามลำดับ (ใช้เวลา 10 นาที)

15. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหาและแบบฝึกเพิ่มเติมในบทเรียนจนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ (P_3) และคิดแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างคล่องแคล่ว (K_2) (ใช้เวลา 15 นาที)

16. ครูแจ้งนักเรียนว่าในระหว่างศึกษาบทเรียนนั้น ให้นักเรียนสามารถติดต่อสื่อสารถึงกันได้ตลอดเวลาเพื่อปรึกษาในการหาคำตอบร่วมกัน (P_4) เว้นแต่การทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนขอให้นักเรียนตั้งใจทำ ไม่ควรคัดลอกคำตอบจากผู้อื่นหรือให้ผู้อื่นคิดให้

17. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน (ใช้เวลา 15 นาที)

18. ครูคอยดูแลให้คำแนะนำการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างใกล้ชิด พร้อมสังเกตความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา (A_1) มีความรับผิดชอบ (A_2) การทำงานอย่างเป็นระบบ (A_3)

19. ให้นักเรียนคลิกออกจากระบบของบทเรียน แล้ว shut down ปิดเครื่อง

ขั้นสรุป (ใช้เวลา 5 นาที)

18. สุ่มนักเรียนให้อ่านบันทึกเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลดิบให้เป็นค่ามาตรฐาน การหาค่าต่าง ๆ โดยใช้สูตรของค่ามาตรฐาน และการนำค่ามาตรฐานไปใช้ในการแก้โจทย์ของตนเองคนละ 1 หัวข้อ (P_3) พร้อมทั้งให้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่าข้อสรุปของเพื่อนถูกต้องหรือไม่ (P_4) หากไม่ถูกต้องหรือสมบูรณ์ให้ช่วยกันแก้ไขให้ถูกต้อง แล้วจดบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมในคู่มือการใช้บทเรียน (P_2)

19. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 2 ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

22. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2.1 หน้า 98 - 99 ข้อ 6 - 8 เป็นการบ้าน

ขั้นประเมินผล

19. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของบทเรียนโดยใช้คู่มือการใช้บทเรียนได้อย่างถูกต้อง

20. สังเกตความกระตือรือร้น ความตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบ และการทำงานเป็นระบบ

21. สังเกตการตอบคำถาม การให้เหตุผล การแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

22. ให้ทำแบบทดสอบประจำบทเรียนหน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน จำนวน 10 ข้อ

23. ตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 2

24. ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.1 ข้อ 1 - 5

4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน (ต่อ)

2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน

3. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน้า 92 - 99

4. แบบฝึกหัดที่ 2.1 หน้า 98 - 99 ข้อ 6 ถึง 8

5. แบบสังเกตพฤติกรรม
6. แบบฝึกหัดชุดที่ 2 ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
7. แบบทดสอบประจำบทเรียนหน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน จำนวน 10 ข้อ

1. การวัดผลและประเมินผล

ด้าน	การวัด	เกณฑ์การประเมิน	เครื่องมือที่ใช้
1. ด้านความรู้	1. ทดสอบความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์	1. ทำได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป	1. แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 1 จำนวน 10 ข้อ
2. ด้านทักษะ/กระบวนการ	2. สังเกตการแก้ปัญหา การอธิบายให้เหตุผล การสื่อสารนำเสนอ และคิดวิจารณ์	2. ปฏิบัติตามกิจกรรมของบทเรียนได้ถูกต้อง ร้อยละ 80 ขึ้นไป	2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน
3. ด้านคุณลักษณะ	3. สังเกตพฤติกรรม ความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบและทำงานอย่างเป็นระบบ	3. มีความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา การให้ความร่วมมือ และทำงานเป็นขั้นตอน	3. แบบสังเกตพฤติกรรม

2. บันทึกหลังสอน

ผลการสอน นักเรียนให้ความสนใจและมีความรับผิดชอบในการเข้าสู่ระบบของบทเรียนดีมาก มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่วนใหญ่ตั้งใจจะทำแบบฝึกหัดในบทเรียน ฝึกคิดคำนวณ ฝึกเปิดตาราง ฝึกการคิดคำนวณโดยใช้ excel ด้วยความขะมักเขม้น และมีความสนุกสนาน

ปัญหาและอุปสรรค นักเรียนบางส่วนยังแอบเปิดอินเทอร์เน็ตเพื่อหาข้อมูลเพิ่มเติมจากวิชาอื่น ทำให้เรียนไม่จบบทเรียนและทำแบบฝึกหัดไม่เสร็จตามที่กำหนด

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข ครูต้องคอยดูแลและกำชับเรื่องความมีระเบียบวินัย รับผิดชอบต่อเวลา การตรงต่อเวลา การฝึกทำงานอย่างเป็นระบบอยู่ตลอดเวลา

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นายมงคล จิตรโสภิต)

เฉลยใบงานสรุป

ชุดที่ 2 เรื่อง ค่ามาตรฐาน

จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

1. การแปลงข้อมูลดิบ (x) ให้เป็นค่ามาตรฐาน ใช้สูตรในการคำนวณ คือ

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

2. สูตรที่ใช้หาค่าของข้อมูลดิบ (x) ของข้อมูล เมื่อทราบค่ามาตรฐานและค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

คือ $x = \mu + \sigma Z$

3. สูตรที่ใช้หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) ของข้อมูล เมื่อทราบค่ามาตรฐานและค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

คือ $\mu = x - \sigma Z$

4. สูตรที่ใช้หาค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ของข้อมูล เมื่อทราบค่ามาตรฐานและค่าอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

คือ $\sigma = \frac{x - \mu}{Z}$



เฉลยแบบฝึกหัด ชุดที่ 2

คำชี้แจง จงคำนวณหาค่าข้อมูลดิบ (x) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) และค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) ในแต่ละข้อเมื่อกำหนดข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมาให้ แล้วเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1.

ข้อ	ข้อมูล (x)	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ค่ามาตรฐาน (Z)
1	55	50	10	0.50
2	45	60	10	-1.50
3	70.5	55	10	1.55
4	40	65	10	-2.50
5	65	50	10	1.50

2.

ข้อ	ข้อมูล (x)	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ค่ามาตรฐาน (Z)
1	80	65	10	1.50
2	80	45	10	3.50
3	80	100	10	-2.00
4	80	90	10	-1.00
5	80	80	10	0.00

3.

ข้อ	ข้อมูล (x)	ค่าเฉลี่ย (μ)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)	ค่ามาตรฐาน (Z)
1	60	45	15	1.00
2	45	55	10	-1.00
3	50	50	0	2.00
4	80	75	5	1.00
5	90	55	10	3.50



แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 3

วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

รหัสวิชา ค40206

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ

จำนวน 1 คาบ

เวลา 60 นาที

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. มีความรู้และเข้าใจในรูปแบบหรือลักษณะของการแจกแจงข้อมูลแบบต่างๆ (K_1)
2. อธิบายถึงสมบัติของการแจกแจงแบบปกติได้ถูกต้อง (K_2)
3. บอกความหมายของการแจกแจงข้อมูลด้วยกราฟเส้นโค้งแบบต่างๆ ได้ (K_3)
4. บอกได้ว่าการแจกแจงที่กำหนดให้เป็นการแบบปกติ (K_4)

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

1. อธิบายให้เหตุผล (P_1)
2. สื่อสารและนำเสนอ (P_2)
3. การแก้ปัญหา (P_3)
4. เชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (P_4)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียน

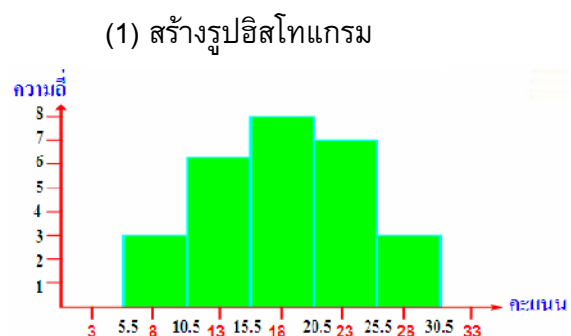
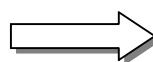
1. กระตือรือร้น ตรงต่อเวลา (A_1)
2. ความรับผิดชอบ (A_2)
3. การทำงานอย่างเป็นระบบ (A_3)

2. สาระการเรียนรู้

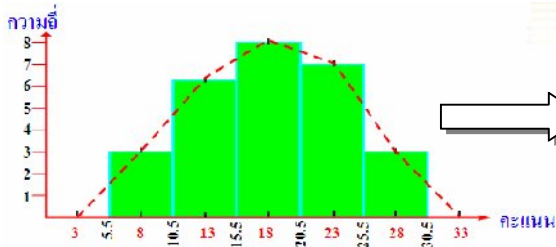
2.1 เส้นโค้งของความถี่

เส้นโค้งของความถี่เป็นผลมาจากการปรับรูปหลายเหลี่ยมของความถี่จากฮิสโทแกรมให้เป็นเส้นโค้งเรียบ จะได้เส้นโค้งของความถี่ซึ่งพื้นที่ใต้เส้นโค้งของความถี่จะแทนความถี่ของค่าจากการสังเกตทั้งหมด ดังตัวอย่าง จากตารางการแจกแจงความถี่คะแนนของนักเรียนกลุ่มหนึ่ง เราสามารถสร้างเส้นโค้งของความถี่ได้ดังนี้

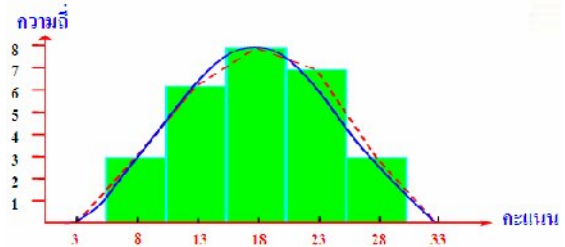
คะแนน	ความถี่
6 – 10	3
11 – 15	6
16 – 20	8
21 – 25	7
26 – 30	3



(2) สร้างรูปหลายเหลี่ยมของความถี่



(3) สร้างรูปเส้นโค้งของความถี่

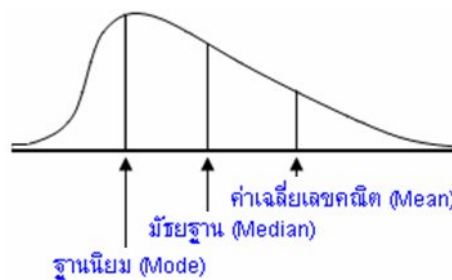


4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงความถี่ ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล

เมื่อมีการแจกแจงความถี่ของข้อมูล โดยทั่วไปแล้วถ้านำข้อมูลเหล่านี้มาเขียนกราฟเป็นเส้นโค้ง จะได้กราฟเส้นโค้งความถี่ 3 ลักษณะดังนี้

1) เส้นโค้งเบ้ลาดทางขวาหรือทางบวก (positively skewed curved)

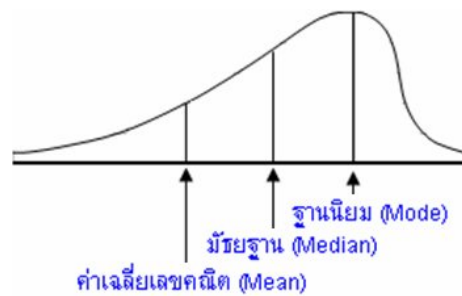
ลักษณะการแจกแจงความถี่ข้อมูลชนิดนี้จะพบว่า คะแนนที่มีค่าน้อยจะมีความถี่สูงกว่าคะแนนที่มีค่ามาก สังเกตได้จากจุดโค้งสูงสุดของเส้นโค้งคือตำแหน่งของค่าฐานนิยมซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายสุด หรือถ้าจะเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยเลขคณิต ก็หมายความว่า คะแนนส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยนั่นเอง และถ้าจะเปรียบเทียบค่ากลางของข้อมูลแล้วจะพบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะมีค่ามากที่สุด รองลงไปคือค่ามัธยฐาน ค่าที่น้อยที่สุดคือฐานนิยม ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เส้นโค้งเบ้ลาดทางขวา หรือทางบวก

2) เส้นโค้งเบ้ลาดทางซ้ายหรือทางลบ (negatively skewed curved)

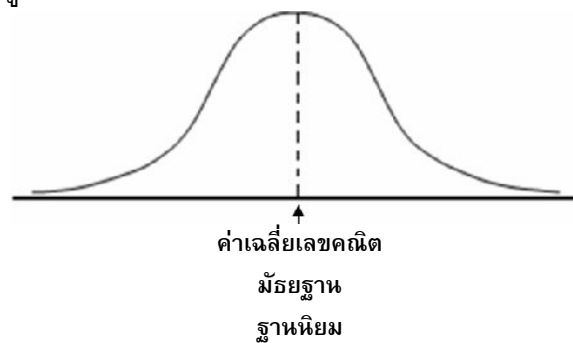
ลักษณะการแจกแจงความถี่ข้อมูลชนิดนี้จะพบว่า คะแนนที่มีค่ามากจะมีความถี่สูงกว่าคะแนนที่มีค่าน้อย ซึ่งสังเกตได้จากจุดโค้งสูงสุดของเส้นโค้งคือตำแหน่งของค่าฐานนิยม หรือถ้าจะเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยเลขคณิต ก็หมายความว่า คะแนนส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่าคะแนนเฉลี่ยเลขคณิต ในลักษณะตรงกันข้ามกับการแจกแจงความถี่เบ้ขวา ซึ่งถ้าจะเปรียบเทียบค่ากลางของข้อมูลแล้วจะพบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะมีค่าน้อยที่สุด ค่ามากที่สุดคือค่าฐานนิยม และค่ามัธยฐานจะอยู่ระหว่างกลางค่าเฉลี่ยและฐานนิยม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 เส้นโค้งเบ้ลาดทางซ้าย หรือทางลบ

3) การแจกแจงปกติ (normal distribution)

เส้นโค้งของความถี่ที่พบเสมอ มักมีรูปเป็นรูปประฆัง ซึ่งเราเรียกว่า **เส้นโค้งปกติ** การแจกแจงความถี่ของข้อมูลซึ่งให้เส้นโค้งที่มีลักษณะเป็นรูปประฆังนี้ เราเรียกว่า **การแจกแจงปกติ** สมการของเส้นโค้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า 2 ค่า คือ **ค่าเฉลี่ยเลขคณิต** และ **ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน** และถ้ากำหนดค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานให้ จะสามารถหาสมการของเส้นโค้งปกติและเขียนรูปได้ดังตัวอย่างในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3 เส้นโค้งปกติ หรือ เส้นโค้งรูปประฆัง

จากรูปเส้นโค้งปกติ ลักษณะของเส้นโค้งเป็นรูปประฆังซึ่งเป็นรูปสมมาตรโดยมีเส้นประเป็นแกนสมมาตร จึงเรียกว่า **การแจกแจงปกติ** ขนาดของการแจกแจงปกติหรือรูปประฆัง จะต่างกันเล็กน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) และสมการของ

เส้นโค้งปกติ คือ $y = f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$ เมื่อ $-\infty \leq X \leq \infty$

หรือ $y_i = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_i-\mu}{\sigma}\right)^2}$ เมื่อ i คือ $1, 2, 3, \dots, N$

โดยที่ $e \approx 2.718$ และ $\pi \approx 3.1416$

μ แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของประชากร

σ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร

N แทนจำนวนประชากร

ในการเขียนกราฟ ให้แทนข้อมูล x_i หนึ่งค่าลงในสมการข้างต้นที่ทราบค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร จะได้ค่า y_i ที่สอดคล้องกับค่า x_i เป็นคู่ๆ และเมื่อแทนค่า x_i ทุกค่า จะได้ค่า y_i ทุกค่า นำค่า (x_i, y_i) ไปเขียนกราฟ จะได้กราฟของการแจกแจงปกติ ดังรูปที่ 3

2.3 ลักษณะของเส้นโค้งปกติ

ลักษณะการแจกแจงความถี่ปกติของข้อมูลจะพบว่า

1. เส้นโค้งความถี่เป็นเส้นโค้งปกติ หรือรูปประฆังคว่ำ (Bell - shaped curve) มีสมบัติ ดังนี้

- 1) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชยฐาน และฐานนิยมเท่ากัน
- 2) เส้นโค้งจะมีเส้นตั้งฉากที่ลากผ่านค่าเฉลี่ยเลขคณิต เรียกเส้นตั้งฉากว่า แกนสมมาตร ซึ่งแบ่งโค้งปกติออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน

3) เส้นโค้งเข้าใกล้แกนนอน เมื่อต่อปลายเส้นโค้งทั้งสองข้างให้ห่างจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตออกไป จะไม่ตัดแกนนอน

- 3) เส้นโค้งเข้าใกล้แกนนอน เมื่อต่อปลายเส้นโค้งทั้งสองข้างให้ห่างจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตออกไป จะไม่ตัดแกนนอน

4) พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมีค่าเป็น 1

2. ฐานของโค้งปกติที่อยู่ทางด้านซ้ายของแกนสมมาตร แสดงถึงค่าของข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต ฐานของโค้งปกติที่อยู่ทางด้านขวาของแกนสมมาตร แสดงถึงค่าของข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต จุดยอดโค้งที่อยู่กึ่งกลางของเส้นโค้งแสดงถึงข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด

3. เส้นโค้งปกติจะมีความโด่งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการกระจายของข้อมูล

- 1) ถ้าข้อมูลมีการกระจายมากเส้นโค้งปกติจะมีความโด่งน้อย หรือค่อนข้างแบน
- 2) ถ้าข้อมูลมีการกระจายน้อยเส้นโค้งปกติจะมีความโด่งมาก หรือค่อนข้างสูง

ลักษณะของเส้นโค้งปกติที่ขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีลักษณะดังต่อไปนี้

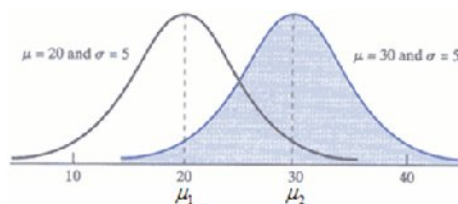
1. โค้งปกติ 2 รูป มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากัน

2. โค้งปกติ 2 รูป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากัน แต่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่างกัน

จะมีลักษณะเหมือนกัน แต่ตั้งอยู่บนตำแหน่งที่ต่างกัน ดังรูป

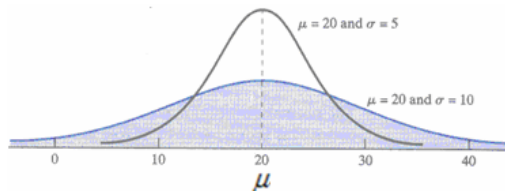
1. โค้งปกติ 2 รูป มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากัน

จะมีลักษณะเหมือนกัน แต่ตั้งอยู่บนตำแหน่งที่ต่างกัน ดังรูป



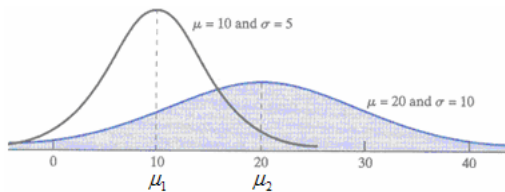
รูปที่ 4 โค้งปกติ 2 รูป มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากัน

2. โค้งปกติ 2 รูป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากัน แต่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่างกัน จะมีจุดที่แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต อยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันบนแกนนอน แต่เส้นโค้งที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าจะเตี้ยกว่า ดังนั้น ถ้าข้อมูลมีการกระจายมากเส้นโค้งจะเตี้ยลงและขยายออกไปไกลขึ้น ดังรูป



รูปที่ 5 โค้งปกติ 2 รูป มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากัน

3. เส้นโค้งปกติ 2 รูป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตต่างกันและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่างกัน ดังรูป

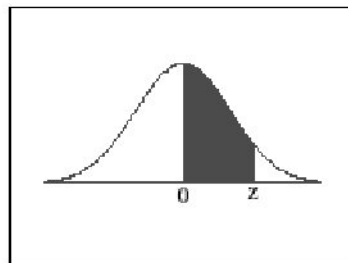


รูปที่ 6 โค้งปกติ 2 รูป มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน และค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากัน

2.4 ตารางแสดงการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน

ตารางแจกแจงการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานมีหลายแบบ คือ

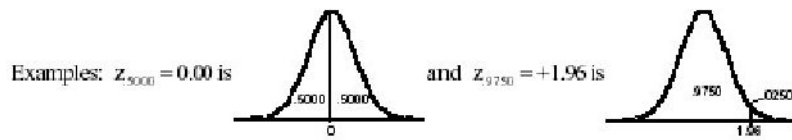
1. แสดงเพียงครึ่งด้านขวาของการแจกแจง โดยแสดงค่า z ที่เป็นศูนย์เป็นต้นไป ($z > 0$) และค่าที่แสดงคือพื้นที่ใต้เส้นโค้งที่เริ่มจาก $z = 0$ ถึงค่า z ที่ต้องการ ให้สังเกตเมื่อ $z = 0.00$ ค่าที่แสดงคือ 0.0000



z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621

รูปที่ 7 ตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานแสดงเพียงครึ่งด้านขวาของการแจกแจงแสดงค่า z ที่เป็นศูนย์เป็นต้นไปเริ่มจาก $z = 0$ ถึงค่า z ที่ต้องการ

2. แสดงเพียงด้านขวาของการแจกแจง โดยแสดงค่า z ที่เป็น 0.5000 เป็นต้นไป และค่าที่แสดงคือพื้นที่ใต้เส้นโค้งที่เริ่มจาก $z = 0.5000$ ถึง ค่า z ที่ต้องการ ให้สังเกตเมื่อ $z = 0.00$ ค่าที่แสดง คือ 0.5000 นั่นคือ ค่าที่แสดงในพื้นที่ใต้โค้งปกติแต่ละค่าบวกด้วย 0.5000 นั่นเอง



z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621

รูปที่ 8 ตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานแสดงเพียงครึ่งด้านขวาของการแจกแจงแสดงค่า z ที่เป็นศูนย์ เป็นต้นไปเริ่มจาก $z = 0.5000$ ถึง ค่า z ที่ต้องการ

3. แสดงการแจกแจงทั้งหมด โดยแสดงค่า z ที่เป็นลบด้วย เช่น -3.40 เป็นต้นไป และค่าที่แสดงคือพื้นที่ใต้เส้นโค้งที่เริ่มจาก $z = -\infty$ ถึง ค่า z ที่ต้องการ

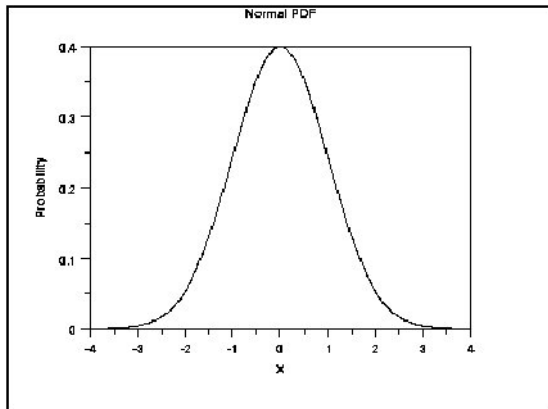
Table A - Standard normal probabilities

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379

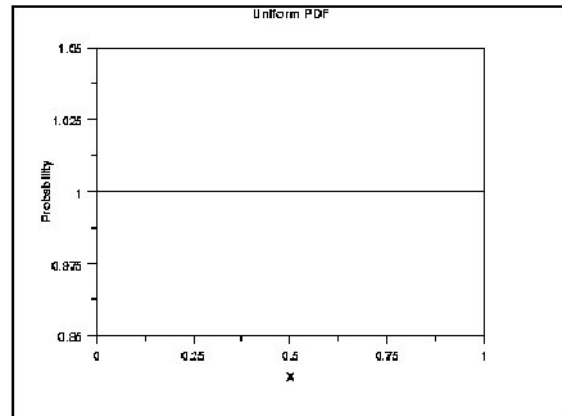
รูปที่ 9 แสดงการแจกแจงทั้งหมด โดยแสดงค่า z ที่เป็นลบด้วยเริ่มจาก $z = -\infty$ ถึง ค่า z ที่ต้องการ

2.5 การแจกแจงของข้อมูลที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ

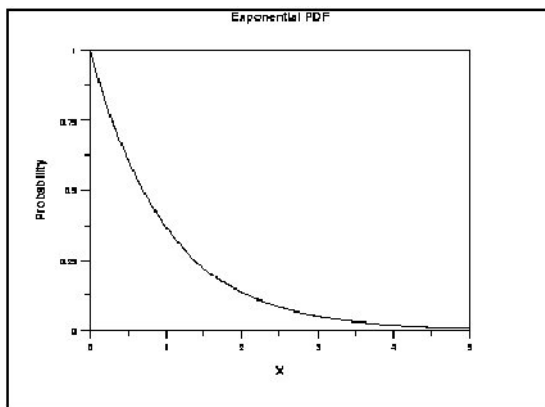
การแจกแจงของข้อมูลมีหลายชนิด การแจกแจงของอายุการใช้งาน มักมีการแจกแจงแบบอื่นที่ไม่ใช่แบบปกติ เช่น การแจกแจงแบบชี้กำลัง การแจกแจงแบบสม่ำเสมอ เป็นต้น



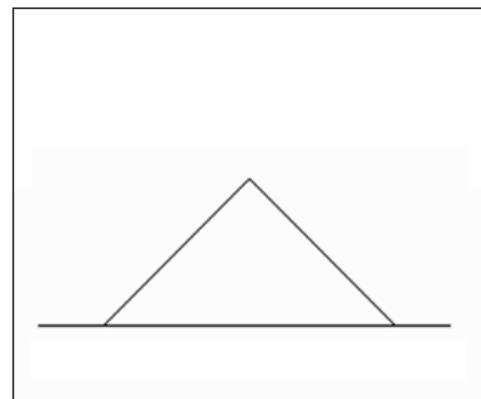
การแจกแจงแบบปกติ (Normal)



การแจกแจงแบบสม่ำเสมอ (uniform)



การแจกแจงแบบชี้กำลัง (exponential)



การแจกแจงแบบสามเหลี่ยม

(Triangular)

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)

1. ครูสนทนาซักถามถึงปัญหาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งที่ผ่านมาว่ามีปัญหาการใช้งานอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน (P_1)
2. ร่วมกันอภิปรายถึงการเข้าใช้งานใน Web board การติดต่อสื่อสารถึงกันทั้งในระหว่างเรียนและการส่งข้อความถึงครู (P_2) กรณีมีปัญหาซักถามในปัญหาบางข้อนักเรียนสามารถส่ง E-mail นัดหมายให้ครูอธิบายได้หรือไม่ (P_3) และนักเรียนมีข้อคิดเห็นในส่วนนี้อย่างไรบ้าง ร่วมกันสรุป (P_1)

ขั้นทบทวนความรู้เดิม (ใช้เวลา 5 นาที)

3. ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วในหน่วยที่ผ่านมา เกี่ยวกับเรื่องค่ามาตรฐานที่เรียนไปแล้ว และสุ่มถามนักเรียนเป็นรายคนให้ตอบคำถาม (P_1)

7. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัดที่ 2.1 ข้อ 6 – 8 ที่ให้ทำเป็นการบ้านให้นักเรียนแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วส่งให้ครูตรวจ (A₂)

ขั้นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5. ครูให้นักเรียนเข้าสู่ระบบห้องเรียนโดยเริ่มจากขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 5 เพื่อเข้าสู่ห้องเรียน
6. ให้นักเรียนคลิกที่บทเรียนเรื่อง เส้นโค้งของความถี่
7. ให้นักเรียนคลิกที่บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงความถี่ ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล
8. ให้นักเรียนคลิกที่บทเรียนเรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ
9. ให้นักเรียนคลิกที่บทเรียนเรื่อง ลักษณะของเส้นโค้งปกติ
10. ให้นักเรียนคลิกที่บทเรียนเรื่อง ตารางแสดงการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน
11. ให้นักเรียนคลิกที่บทเรียนเรื่อง การแจกแจงของข้อมูลที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติ
12. ให้นักเรียนคลิกที่ทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน
13. ให้นักเรียนคลิกออกจากระบบของบทเรียนแล้ว shut down ปิดเครื่อง

ขั้นการปฏิบัติกิจกรรม (40 นาที)

11. ให้นักเรียนเปิดเครื่องแล้วเข้าสู่ระบบการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ (A₃)
12. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง เส้นโค้งของความถี่ ให้ศึกษาและเรียนรู้ถึงวิธีการสร้างเส้นโค้งของความถี่ จากกิจกรรมในบทเรียนที่กำหนดให้ตามลำดับ (K₁) พร้อมทั้งสรุปให้ได้ว่าเส้นโค้งของความถี่มีวิธีการสร้างอย่างไร พื้นที่ภายในเส้นโค้งของความถี่หมายถึงอะไร (K₂) ให้บันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมในคู่มือการใช้บทเรียน
13. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงความถี่ ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูล แล้วให้ศึกษาถึงลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างการแจกแจงความถี่ ค่ากลาง และการกระจายของข้อมูลแบบต่าง ๆ ว่ามีลักษณะอย่างไรบ้าง (K₃) แต่ละลักษณะของการกระจายขึ้นอยู่กับสิ่งใด หรือเหตุใดรูปภาพของการแจกแจงของข้อมูลจึงเป็นเช่นนั้น (K₃) แล้วให้สรุปและบันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมในคู่มือการใช้บทเรียน
13. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง การแจกแจงแบบปกติและเส้นโค้งปกติ ลักษณะของเส้นโค้งปกติ ตามลำดับ โดยให้ศึกษาลักษณะของการแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ สมบัติของเส้นโค้งปกติ พร้อมทั้งสรุปประเด็นสำคัญของแต่ละหัวข้อบทเรียน (K₄) (P₁) (P₄) บันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมในคู่มือการใช้บทเรียน
14. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง ที่บทเรียนเรื่อง ตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐาน และการแจกแจงที่ไม่ใช่การแจกแจงแบบปกติแบบต่าง ๆ ให้ศึกษา และสรุปให้ได้ว่าตารางแจกแจง

ปกติแบบต่างๆ มีที่รูปแบบอะไรบ้าง (K_1) ให้บันทึกลงในแบบบันทึกกิจกรรมในคู่มือการใช้บทเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)

15. ให้นักเรียนแบบทดสอบทำยบทเรียนหน่วยที่ 2

16. ครูคอยดูแลให้คำแนะนำการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างใกล้ชิด พร้อมสังเกตความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา (A_1) มีความรับผิดชอบ (A_2) การทำงานอย่างเป็นระบบ (A_3)

17. ให้นักเรียนคลิกออกจากระบบของบทเรียน แล้ว shut down ปิดเครื่อง

ขั้นสรุป (ใช้เวลา 5 นาที)

18. สุ่มนักเรียนให้อ่านบันทึกเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนมาแล้วในบทเรียนเรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติของตนเองคนละ 1 หัวข้อ พร้อมทั้งให้ร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่าข้อสรุปของเพื่อนถูกต้องหรือไม่ (P_1) หากไม่ถูกต้องหรือสมบูรณ์ให้ช่วยกันแก้ไขให้ถูกต้อง แล้วจดบันทึกลงในเอกสารของคู่มือการใช้บทเรียน (P_2)

ขั้นประเมินผล

19. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของบทเรียนโดยใช้คู่มือการใช้บทเรียนได้อย่างถูกต้อง

20. สังเกตความกระตือรือร้น ความตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบ และการทำงานเป็นระบบ

21. สังเกตการโต้ตอบคำถาม การให้เหตุผล การแก้ปัญหา การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

22. ให้ทำแบบทดสอบประจำบทเรียนหน่วยที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ

จำนวน 10 ข้อ

23. ตรวจสอบแบบฝึกหัดชุดที่ 3

24. ตรวจสอบแบบฝึกหัดที่ 2.1 ข้อ 6 – 8

4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 3 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ

2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 3 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ

3. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน้า 92 – 99

4. แบบฝึกหัดชุดที่ 3

5. แบบทดสอบประจำบทเรียนหน่วยที่ 3 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ จำนวน 10 ข้อ

6. แบบสังเกตพฤติกรรม

5. การวัดผลและประเมินผล

ด้าน	การวัด	เกณฑ์การประเมิน	เครื่องมือที่ใช้
1. ด้านความรู้ 2. ด้านทักษะ/ กระบวนการ 3. ด้านคุณลักษณะ	1. ทดสอบความรู้ ความเข้าใจ 2. สังเกตการแก้ปัญหา การอธิบายให้เหตุผล การสื่อสารนำเสนอ และคิดวิจารณ์ 3. สังเกตพฤติกรรม ความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบ	1. ทำได้ร้อยละ 80 ขึ้นไป 2. ปฏิบัติตามกิจกรรมของบทเรียนได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป 3. มีความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา การให้ความร่วมมือ	1. แบบทดสอบประจำหน่วย 2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน่วยที่ 2 เรื่องการแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ 3. แบบสังเกตพฤติกรรม

6. บันทึกหลังสอน

ผลการสอน นักเรียนรีบมารอเข้าห้องคอมพิวเตอร์กันอย่างพร้อมเพรียง หลังจากที่นักเรียนเข้าห้องคอมพิวเตอร์แล้ว นักเรียนได้รับเปิดเครื่องและเข้าสู่ระบบบทเรียนพร้อมกับศึกษาเนื้อหาและทำกิจกรรมของบทเรียนอย่างตั้งใจ โดยครูคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับบทเรียนต่างๆ บ้าง

ปัญหาและอุปสรรค มีบางวันที่นักเรียนไม่สามารถใช้ห้องคอมพิวเตอร์ได้ ได้ใช้วิธีแก้ปัญหาโดยให้ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมและทบทวนความรู้เดิม และระบบยังไม่สามารถจัดบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข ควรมีระบบฐานข้อมูลสำรองเพื่อใช้ในการใช้สอบบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อจะได้แก้ปัญหาเรื่องปัญหาห้องเรียนคอมพิวเตอร์

ลงชื่อ..... ผู้สอน


(นายมงคล จิตรโสภิต)

เฉลยใบงานสรุป

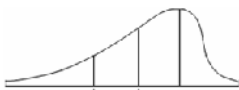
ชุดที่ 3 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ

จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

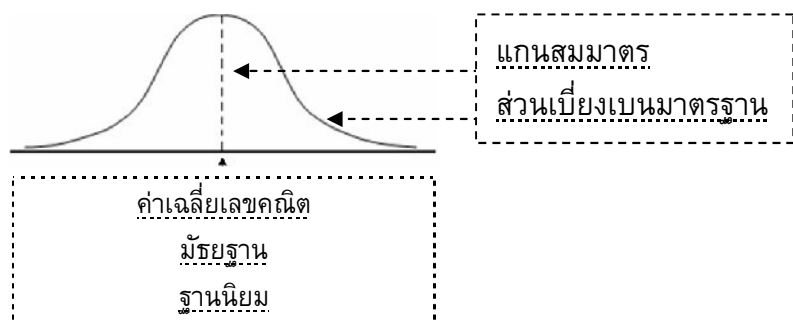
1. เส้นโค้งของความถี่ คือ เส้นโค้งที่ได้มาจากการปรับรูปหลายเหลี่ยมของความถี่จากฮิสโทแกรมให้เป็นเส้นโค้งเรียบ
2. พื้นที่ใต้เส้นโค้งของความถี่ คือ ความถี่ของค่าจากการสังเกตทั้งหมด

3.  จากรูปกราฟเส้นโค้งความถี่ เรียกกราฟนี้ว่า เส้นโค้งเบ้ลาดทางขวาหรือทางบวก จุดโค้งสุดของเส้นโค้งคือตำแหน่งของค่าฐานนิยม ซึ่งอยู่ทางด้านซ้ายสุดของกราฟ
4. ร่องลงมา คือ ค่ามัธยฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิตอยู่ทางด้านขวาสุด

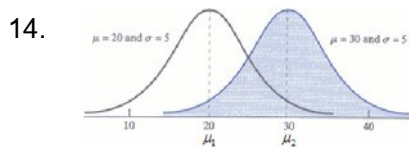
ค่านิยม ๒๕ ๓๐ ๓๕ ๔๐ ๔๕ ๕๐ ๕๕ ๖๐ ๖๕ ๗๐ ๗๕ ๘๐ ๘๕ ๙๐ ๙๕ ๑๐๐
 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ๖๕ ๖๖ ๖๗ ๖๘ ๖๙ ๗๐ ๗๑ ๗๒ ๗๓ ๗๔ ๗๕ ๗๖ ๗๗ ๗๘ ๗๙ ๘๐ ๘๑ ๘๒ ๘๓ ๘๔ ๘๕ ๘๖ ๘๗ ๘๘ ๘๙ ๙๐ ๙๑ ๙๒ ๙๓ ๙๔ ๙๕ ๑๐๐

5.  จากรูปกราฟเส้นโค้งความถี่ เรียกกราฟนี้ว่า เส้นโค้งเบ้ลาดทางซ้ายหรือทางลบ จุดโค้งสุดของเส้นโค้งคือตำแหน่งของค่าฐานนิยม ซึ่งอยู่ทางด้านขวาสุดของกราฟ ร่องลงมา คือ ค่ามัธยฐาน และค่าเฉลี่ยเลขคณิตอยู่ทางด้านซ้ายสุด

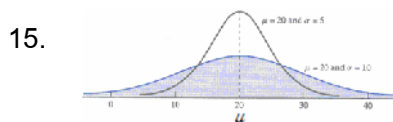
6. จากกราฟในข้อ 5 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มากกว่า ค่ามัธยฐาน มากกว่า ค่าฐานนิยม หมายความว่า ข้อมูลที่มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตมีจำนวนมากกว่าข้อมูลที่มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต
7. การแจกแจงความถี่ของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นรูปประฆังเราเรียกว่า การแจกแจงปกติ
8. สมการของเส้นโค้งของการแจกแจงปกติขึ้นอยู่กับค่า 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
9. สมการของเส้นโค้งสามารถเขียนเป็นรูปเส้นโค้งปกติได้ดังนี้



10. ขนาดของการแจกแจงปกติหรือรูปประฆัง จะต่างกันมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)
11. เส้นโค้งความถี่เป็นเส้นโค้งปกติ หรือรูปประฆังคว่ำ (Bell – shaped curve) มีสมบัติ ดังนี้ คือ
- 1) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชยฐาน และฐานนิยมเท่ากัน
 - 2) เส้นโค้งจะมีเส้นตั้งฉากที่ลากผ่านค่าเฉลี่ยเลขคณิต เรียกเส้นตั้งฉากว่า แกนสมมาตร ซึ่งแบ่งโค้งปกติออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆ
 - 3) เส้นโค้งเข้าใกล้แกนนอน เมื่อต่อปลายเส้นโค้งทั้งสองข้างให้ห่างจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตออกไป ปลายเส้นโค้งทั้งสองข้างจะไม่ตัดแกนนอน
 - 4) พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมีค่าเป็น 1
12. ฐานของโค้งปกติที่อยู่ทางด้านซ้ายของแกนสมมาตร แสดงถึงค่าของข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต ฐานของโค้งปกติที่อยู่ทางด้านขวาของแกนสมมาตร แสดงถึงค่าของข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต จุดยอดโค้งที่อยู่กึ่งกลางของเส้นโค้งแสดงถึงข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด
13. เส้นโค้งปกติจะมีความโต่งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การกระจายของข้อมูล
- 1) ถ้าข้อมูลมีการกระจายมากเส้นโค้งปกติจะมีความโต่งน้อย หรือค่อนข้างแบน
 - 2) ถ้าข้อมูลมีการกระจายน้อยเส้นโค้งปกติจะมีความโต่งมาก หรือค่อนข้างสูง

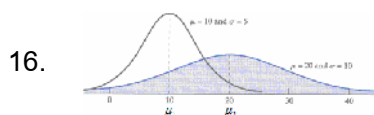


จากรูป กล่าวได้ว่า โค้งปกติ 2 รูป มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากันจะมีลักษณะเหมือนกัน แต่ตั้งอยู่บนตำแหน่งที่ต่างกัน



จากรูป กล่าวได้ว่า โค้งปกติ 2 รูป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากัน แต่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่างกันจะมีจุดที่แสดงค่า

เฉลี่ยเลขคณิต อยู่ที่ตำแหน่งเดียวกันบนแกนนอน แต่เส้นโค้งที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่าจะเตี้ยกว่า



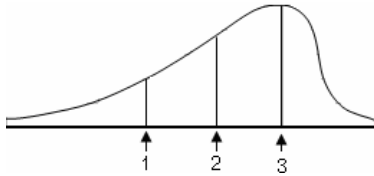
จากรูป กล่าวได้ว่า เส้นโค้งปกติ 2 รูป มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตต่างกันและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่างกัน

เฉลยแบบฝึกหัด ชุดที่ 3

คำชี้แจง จงเติมคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. พื้นที่ใต้เส้นโค้งของความถี่หมายถึง ความถี่ของข้อมูล หรือ ความถี่ของค่าจากการสังเกตทั้งหมด

2.

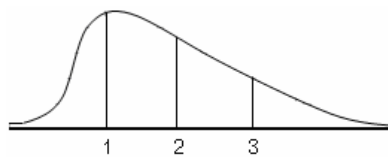


1. หมายเลข 1 คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2. หมายเลข 2 คือ ค่ามัธยฐาน

3. หมายเลข 3 คือ ค่าฐานนิยม

3.



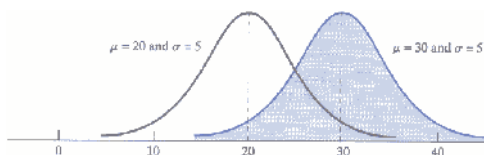
จากกราฟเส้นโค้งของความถี่ ถ้าหมายเลข 1 น้อยกว่า หมายเลข 2 น้อยกว่า หมายเลข 3 แสดงว่า ค่าฐานนิยม น้อยกว่า มัธยฐาน น้อยกว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

4. จากรูปข้อ 2 และ ข้อ 3 จุดสูงสุดของเส้นกราฟ คือ ความถี่ของข้อมูลหรือค่าจากการสังเกต

5. ลักษณะของเส้นโค้งของการแจกแจงปกติขึ้นอยู่กับค่า 2 ค่า คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. เส้นโค้งปกติจะมีความโค้งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การกระจายของข้อมูล

7.



จากรูปสามารถอธิบายได้ว่า โค้งปกติ 2 รูป มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากัน

8. การแจกแจงแบบปกติเป็นการแจกแจงความถี่ของข้อมูลต้องมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมมีค่าเท่ากัน

9. การแจกแจงแบบปกติพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติต้องมีค่าเท่ากับ 1 หรือ 100% เสมอ

10. ฐานของโค้งปกติที่อยู่ทางด้านขวาของแกนสมมาตร แสดงถึง ค่าของข้อมูลที่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต

แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 4

วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

รหัสวิชา ค40206

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

จำนวน 1 คาบ

เวลา 60 นาที

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (K_1)
2. หาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติโดยใช้ตารางสำเร็จรูปได้ (K_2)

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

1. สื่อสารและนำเสนอ (P_1)
2. แสดงความคิดอย่างมีวิจารณญาณ (P_2)
3. แก้ปัญหา (P_3)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียน

1. มีความตรงต่อเวลา (A_1)
2. มีความรับผิดชอบ (A_2)
3. ใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างเป็นระบบ (A_3)

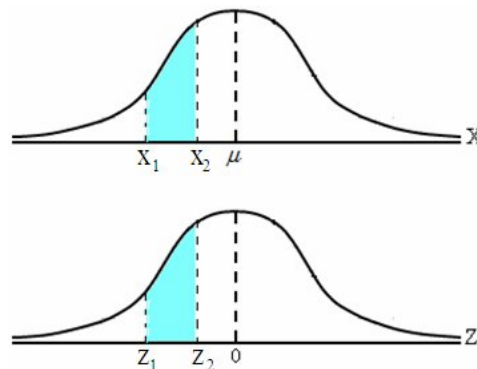
2. สาระการเรียนรู้

2.1 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

จากสมการของเส้นโค้งปกติเราสามารถหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติซึ่งอยู่ระหว่างค่า x สองค่าใด ๆ คือ x_1 และ x_2 ได้โดยใช้วิธีการของแคลคูลัส ซึ่งค่อนข้างยุ่งยาก ดังนั้น เราจึงใช้วิธีแปลงค่า x ให้เป็นคะแนนมาตรฐาน Z โดยใช้สูตร $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$ ซึ่งจะพิสูจน์ได้ว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของ Z จะเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Z จะเท่ากับ 1

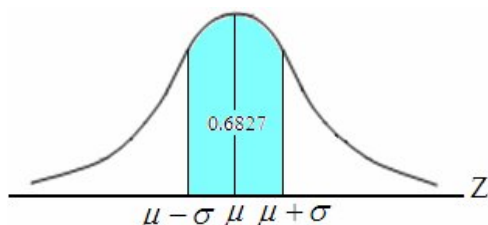
พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่าง x_1 และ x_2 จะเท่ากับพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่าง Z_1 และ Z_2

$$\text{เมื่อ } Z_1 = \frac{x_1 - \mu}{\sigma} \text{ และ } Z_2 = \frac{x_2 - \mu}{\sigma}$$



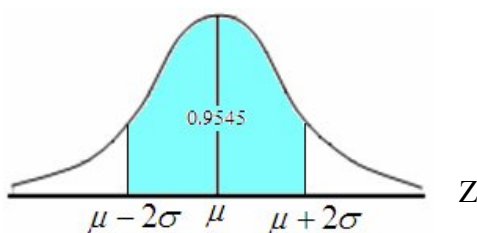
รูปที่ 1 แสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่าง x_1 และ x_2 กับ Z_1 และ Z_2

และเนื่องจากพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติเท่ากับ 1 หรือ 100% ถ้าพิจารณาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่าง $\mu - \sigma$ ถึง $\mu + \sigma$ ระหว่าง $\mu - 2\sigma$ ถึง $\mu + 2\sigma$ ระหว่าง $\mu - 3\sigma$ ถึง $\mu + 3\sigma$ จะมีลักษณะดังนี้



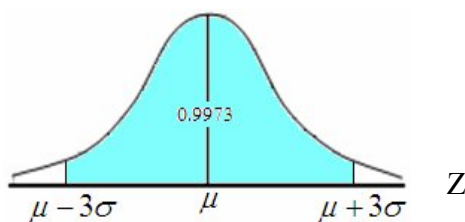
รูปที่ 2 แสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่าง $\mu - \sigma$ ถึง $\mu + \sigma$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติจากจุด $\mu - \sigma$ ถึง $\mu + \sigma$ เท่ากับ 0.6827 หรือ ประมาณ 68.27% ของพื้นที่ทั้งหมดใต้เส้นโค้ง ซึ่งหมายความว่าประมาณ 68.27% ของจำนวนข้อมูลทั้งหมดที่ตกอยู่ในช่วง $\mu - \sigma$ ถึง $\mu + \sigma$



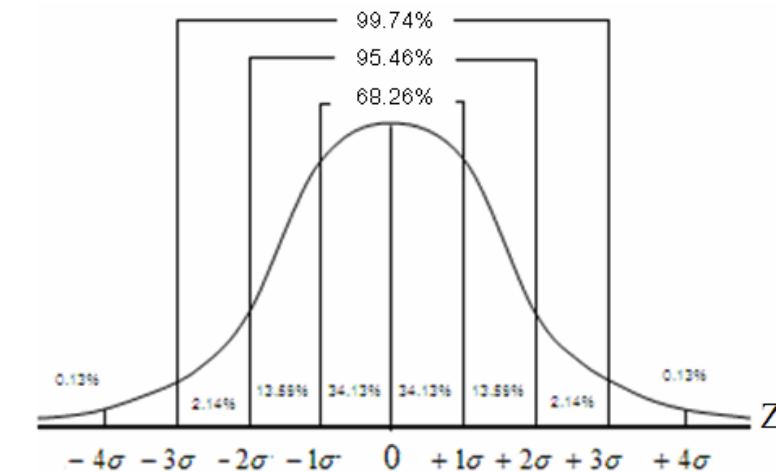
รูปที่ 3 แสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่าง $\mu - 2\sigma$ ถึง $\mu + 2\sigma$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติจากจุด $\mu - 2\sigma$ ถึง $\mu + 2\sigma$ คิดเป็นประมาณ 95.45% ของพื้นที่ทั้งหมด



รูปที่ 4 แสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่าง $\mu - 3\sigma$ ถึง $\mu + 3\sigma$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติจากจุด $\mu - 3\sigma$ ถึง $\mu + 3\sigma$ คิดเป็นประมาณ 99.73% ของพื้นที่ทั้งหมด นั่นคือ ถ้าการแจกแจงข้อมูลเป็นเส้นโค้งปกติ ข้อมูลเกือบทั้งหมดจะตกอยู่ในช่วง $\mu - 3\sigma$ ถึง $\mu + 3\sigma$ สัดส่วนของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติทั้งหมดสังเกตได้จากรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4 แสดงสัดส่วนพื้นที่ใต้โค้งแต่ละช่วงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.2 การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติโดยใช้ตารางสำเร็จรูป

2.2.1 การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติของค่าจากการสังเกต x

เส้นโค้งปกติที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 เรียกว่าเส้นโค้งปกติมาตรฐาน

การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ เมื่อกำหนดค่า x ที่เป็นข้อมูลใดๆ ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงปกติแต่ไม่ได้เป็นการแจกแจงปกติมาตรฐาน แสดงว่าข้อมูลชุดนั้นมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากับ 0 ($\mu \neq 0$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากับ 1 ($\sigma \neq 1$) การหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติสำหรับข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถหาได้ทันทีจากตารางสำเร็จรูป จึงต้องเปลี่ยนค่าของข้อมูล x ดังกล่าวให้เป็นค่ามาตรฐาน Z โดยใช้สูตร $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

ขั้นตอนการหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่าจากการสังเกต x

1. แปลงค่า x ให้เป็นค่ามาตรฐาน Z โดยใช้สูตร $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

2. เขียนเป็นรูปเส้นโค้งปกติประกอบการคำนวณ

3. เปิดตารางพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานในการหาค่าพื้นที่ภายใต้เส้นโค้ง

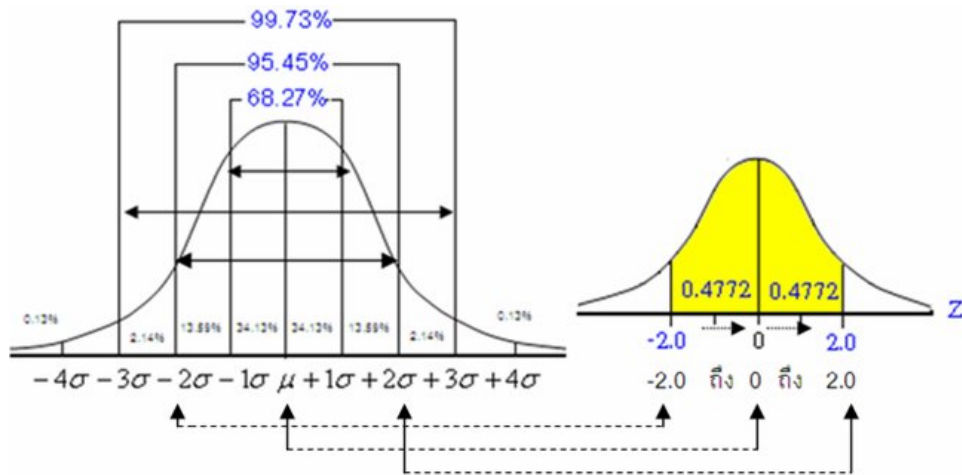
ปกติ

2.2.2 การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐาน (Z)

การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานระหว่าง ค่า $Z = 0$ ถึง Z ใดๆ เราจะใช้ตารางแสดงพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ และเนื่องจากส่วนของเส้นโค้งปกติทั้งสองด้านนั้นจะสมมาตรกัน ดังนั้น พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ กรณีที่ Z เป็นจำนวนบวก จะเท่ากับพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ กรณีที่ Z เป็นจำนวนลบ เช่น พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่า Z ตั้งแต่ 0 ถึง 2.0 ย่อมเท่ากับพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่า Z ตั้งแต่ -2.0 ถึง 0 ซึ่งเท่ากับ 0.4772 ดังรูป

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0428	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
.
.
.
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936

รูปที่ 5 แสดงพื้นที่ใต้โค้งปกติของค่ามาตรฐาน Z



รูปที่ 6 แสดงสัดส่วนพื้นที่ใต้โค้งแต่ละช่วงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าของ Z ตั้งแต่ -2.0 ถึง 0 กับค่าของ Z ตั้งแต่ 0 ถึง 2.0

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0428	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
.
.
.
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936

การเปิดตาราง Z

1. การเปิดตารางเพื่อหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ถ้า Z เป็นทศนิยมที่มากกว่า 2 ตำแหน่ง จะปัดทศนิยมให้เหลือ 2 ตำแหน่ง แล้วจึงเปิดตาราง
2. ค่ามาตรฐาน Z จะเริ่มจาก 0 เสมอ
3. กรณีที่ค่ามาตรฐานเป็นจำนวนบวกหรือจำนวนลบจะมีความหมายและแสดงทิศทาง ดังนี้

3.1 ถ้าค่ามาตรฐานเป็นจำนวนบวก จะแสดงทิศทางไปทางขวา หมายความว่าค่าที่สังเกตมากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต

3.2 ถ้าค่ามาตรฐานเป็นจำนวนลบ จะแสดงทิศทางไปทางซ้าย หมายความว่าค่าที่สังเกตน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต

3.3 ค่ามาตรฐานเป็นค่าที่ไม่มีหน่วยกำกับ ทั้งเพื่อใช้เป็นมาตรวัดเดียวกัน

3.4 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติจะไม่เป็นจำนวนลบ เนื่องจากเส้นโค้งปกติมีลักษณะสมมาตร พื้นที่ที่อยู่ทางซ้ายหรือทางขวาขึ้นอยู่กับค่ามาตรฐานว่าเป็นจำนวนบวก หรือจำนวนลบ

ตัวอย่างที่ 1 ครูคนหนึ่งให้ระดับคะแนนนักเรียนในการสอบดังนี้

ระดับคะแนน A ถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ $\mu + 1.5\sigma$ ขึ้นไป

ระดับคะแนน B ถ้านักเรียนได้คะแนนอยู่ในช่วง $[\mu + 0.5\sigma, \mu + 1.5\sigma]$

ระดับคะแนน C ถ้านักเรียนได้คะแนนอยู่ในช่วง $[\mu - 0.5\sigma, \mu + 0.5\sigma]$

ระดับคะแนน D ถ้านักเรียนได้คะแนนอยู่ในช่วง $[\mu - 1.5\sigma, \mu - 0.5\sigma]$

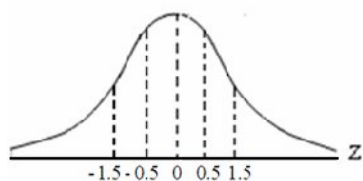
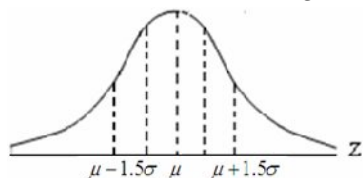
ระดับคะแนน F ถ้านักเรียนได้คะแนนน้อยกว่า $\mu - 1.5\sigma$

สมมุติว่าคะแนนสอบมีการแจกแจงปกติ จงหาว่าแต่ละระดับคะแนนมีนักเรียนสอบได้ที่เปอร์เซ็นต์

วิธีทำ แปลงคะแนนดิบให้เป็นคะแนนมาตรฐาน Z ดังนี้

ถ้าคะแนนสอบคือ $\mu + 1.5\sigma$

$$Z = \frac{(\mu + 1.5\sigma) - \mu}{\sigma} = 1.5$$



จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่าง

$Z = 0$ ถึง $Z = 1.5$ คือ 0.4332

ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติเมื่อ $Z > 1.5$ คือ $0.5 - 0.4332 = 0.0668$ หรือ 6.68% นั่นคือ มีนักเรียน 6.68% ได้ระดับคะแนน A

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติจาก $Z = 0$ ถึง $Z = 0.5$ คือ 0.1915 ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่าง $Z = 0.5$ ถึง $Z = 1.5$ เท่ากับ

นั่นคือ มีนักเรียน 24.17% ที่ได้ระดับคะแนน B $0.4332 - 0.1915 = 0.2417$ หรือ 24.17%

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติจาก $Z = -0.5$ ถึง $Z = 0.5$ เท่ากับ $0.1915 + 0.1915 = 0.3830$ หรือ 38.30% นั่นคือ มีนักเรียน 38.30% ที่ได้คะแนนระดับ C

เนื่องจากเส้นโค้งปกติเป็นรูปสมมาตร โดยมีเส้นตรงที่ตั้งฉากกับ $Z = 0$ เป็นแกนสมมาตร

ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่าง $Z = -1.5$ ถึง $Z = -0.5$ เท่ากับ 0.2417 หรือ 24.17%

นั่นคือ มีนักเรียน 24.17% ที่ได้ระดับคะแนน D

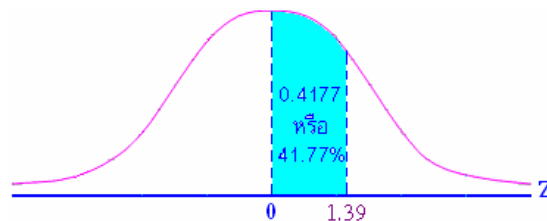
พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติเมื่อ $Z < -1.5$ เท่ากับ $0.5 - 0.4332 = 0.0668$ หรือ 6.68%

นั่นคือ มีนักเรียน 6.88% ที่ได้ระดับคะแนน F

ตัวอย่างที่ 2 จงหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

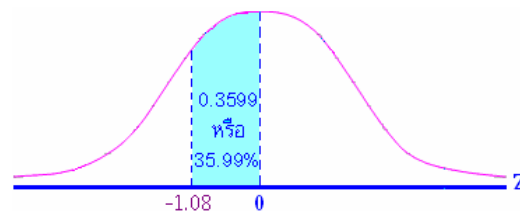
- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1) ระหว่าง $Z = 0$ ถึง $Z = 1.39$ | 6) ค่ามาตรฐานสูงกว่า 1.5 |
| 2) ระหว่าง $Z = 0$ ถึง $Z = -1.08$ | 7) ค่ามาตรฐานต่ำกว่า -1.47 |
| 3) ระหว่างค่ามาตรฐาน -0.7 กับ 3.16 | 8) ค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.47 |
| 4) ระหว่างค่ามาตรฐาน 1.44 กับ 2.95 | 9) ค่ามาตรฐานสูงกว่า 2.09 |
| 5) ระหว่างค่ามาตรฐาน -2.21 กับ -0.39 | 10) ค่ามาตรฐานสูงกว่า -2.09 |

วิธีทำ 1) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่าง $Z = 0$ ถึง $Z = 1.39$ คือบริเวณที่แรเงา
ดังรูป



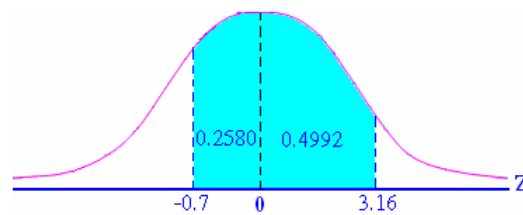
เปิดตาราง $Z = 1.39$ จะได้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่าง $Z = 0$ ถึง $Z = 1.39$ เท่ากับ 0.4177 หรือ 41.77%

วิธีทำ 2) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่าง $Z = 0$ ถึง $Z = -1.08$ คือบริเวณที่แรเงา
ดังรูป



เปิดตาราง $Z = -1.08$ จะได้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่าง $Z = 0$ ถึง $Z = -1.08$ เท่ากับ 0.3599 หรือ 35.99%

วิธีทำ 3) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -0.7 กับ 3.16 คือบริเวณที่แรเงา
ดังรูป



จากตารางพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -0.7 กับ 3.16

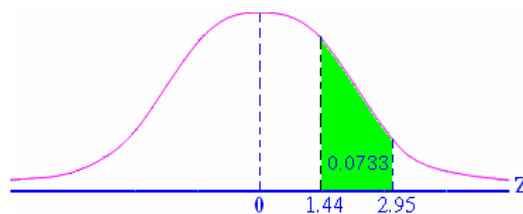
จะได้ พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -0.7 กับ 0 คือ 0.2580

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 3.16 คือ 0.4992

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -0.7 กับ 3.16 คือ $0.2580 + 0.4992 = 0.7572$

ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่าง ค่ามาตรฐาน -0.7 กับ 3.16 คือ 0.7572 หรือ 75.72%

วิธีทำ 4) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 1.44 กับ 2.95 คือบริเวณที่
แรเงา ดังรูป



จากตาราง พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน 1.44 กับ 2.95 จะได้

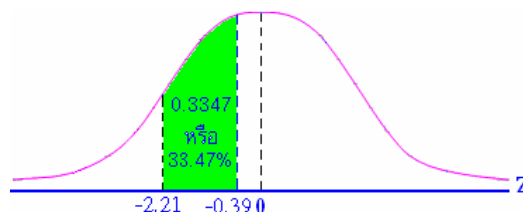
พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 2.95 คือ 0.4984

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.44 คือ 0.4251

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 1.44 กับ 2.95 คือ $0.4984 - 0.4251 = 0.0733$

ดังนั้น พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน 1.44 กับ 2.95 คือ 0.0733 หรือ 7.33%

วิธีทำ 5) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -2.21 กับ -0.39 คือ บริเวณที่
แรเงา ดังรูป



จากตาราง พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐาน -2.21 กับ -0.39 จะได้

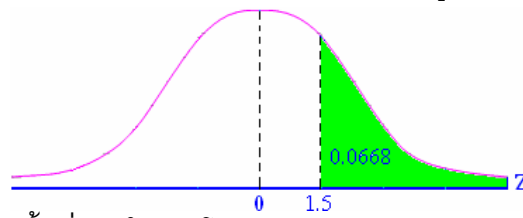
พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -2.21 กับ 0 คือ 0.4864

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -0.39 กับ 0 คือ 0.1517

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -2.21 กับ -0.39 คือ $0.4864 - 0.1517 = 0.3347$

ดังนั้น พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -2.21 กับ -0.39 คือ 0.3347 หรือ 33.47%

วิธีทำ 6) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า 1.5 คือบริเวณที่แรเงา ดังรูป



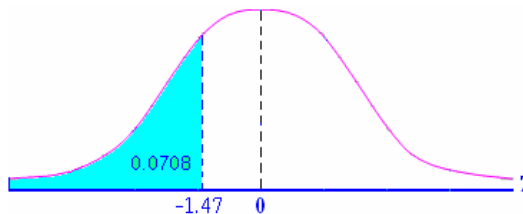
จากตาราง พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า 1.5 จะได้
พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานทางด้านซ้ายมือของ 0 คือ 0.5
พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.5 คือ 0.4332

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ค่ามาตรฐานสูงกว่า 1.5 คือ $0.5 - 0.4332 = 0.0668$

ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า 1.5 คือ 0.0668 หรือ 6.68%

วิธีทำ 7) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า -1.47 คือบริเวณที่แรเงา

ดังรูป

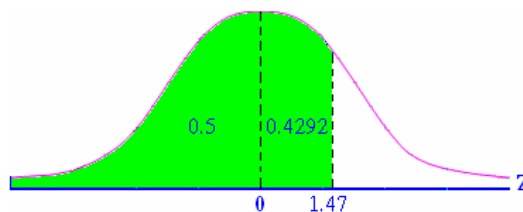


จากตาราง พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า -1.47 จะได้
พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติทางด้านซ้ายมือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.5
พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน -1.47 กับ 0 คือ 0.4292

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า -1.47 คือ $0.5 - 0.4292 = 0.0708$

ดังนั้น พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า -1.47 คือ 0.0708 หรือ 7.08%

วิธีทำ 8) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.47 คือบริเวณที่แรเงา ดังรูป

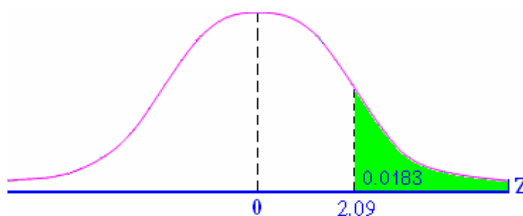


จากตาราง พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.47 จะได้
พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติทางด้านซ้ายมือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.5
พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.47 คือ 0.4292

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.47 คือ $0.5 + 0.4292 = 0.9292$

ดังนั้น พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า 1.47 คือ 0.9292 หรือ 92.92%

วิธีทำ 9) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า 2.09 คือบริเวณที่แรเงา ดังรูป



จากตาราง พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า 2.09 จะได้

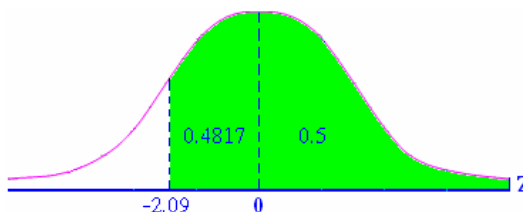
พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติทางด้านขวามือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.5

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 2.09 คือ 0.4817

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า 2.09 คือ $0.5 - 0.4817 = 0.0183$

ดังนั้น พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า 2.09 คือ 0.0183 หรือ 1.83%

วิธีทำ 10) หาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า -2.09 คือบริเวณที่แรเงา ดังรูป



จากตาราง พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า -2.09 จะได้

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติทางด้านขวามือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.5

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน -2.09 กับ 0 คือ 0.4817

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า -2.09 คือ $0.5 + 0.4817 = 0.9817$

ดังนั้น พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานสูงกว่า -2.09 เท่ากับ 0.9817 หรือ 98.17%

ตัวอย่างที่ 3 ข้อมูลชุดหนึ่งมีการแจกแจงปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 16 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3 จงหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติเมื่อ x มีค่าอยู่ระหว่าง 10 กับ 20

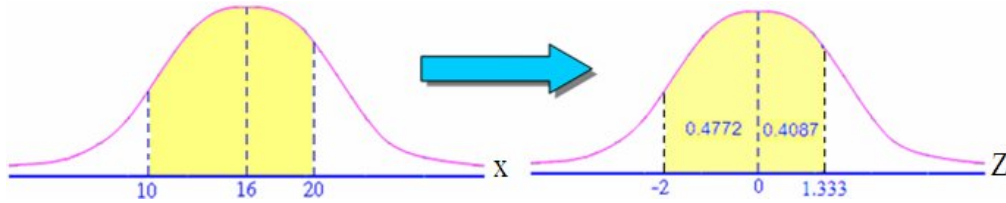
วิธีทำ เนื่องจากข้อมูลมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากับ 0 ($\mu \neq 0$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากับ 1 ($\sigma \neq 1$) จึงต้องเปลี่ยนข้อมูล x ให้เป็นค่ามาตรฐาน (Z) ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$\text{จะได้} \quad Z_1 = \frac{10 - 16}{3} = -2$$

$$Z_2 = \frac{20-16}{3} = 1.333$$

จากข้อมูล เขียนภาพประกอบได้ดังนี้



จากตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน -2 กับ 1.333 จะได้

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -2 กับ 0 คือ 0.4772

จากรูป พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.33 คือ 0.4082

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.34 คือ 0.4099

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.333} & \text{ คือ } 0.4028 + \left(\frac{0.0017 \times 0.003}{0.01} \right) \\ & = 0.4087 \end{aligned}$$

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -2 กับ 1.333 คือ $0.4772 + 0.4087 = 0.8859$

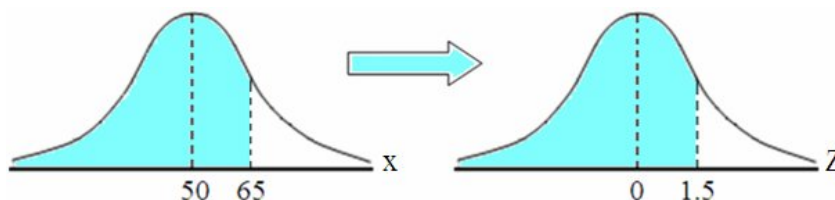
ดังนั้น พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ เมื่อ x มีค่าอยู่ระหว่าง 10 กับ 20 คือ 0.8859 หรือ 88.59%

ตัวอย่างที่ 4 คะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มหนึ่งมีการแจกแจงปกติโดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 50 และ 10 คะแนน ตามลำดับ จงหาว่า นักเรียนที่สอบได้ 65 คะแนน จะมีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เท่าไร

วิธีทำ ให้ x เป็นคะแนนสอบของนักเรียน

$$\begin{aligned} Z &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\ &= \frac{65 - 50}{10} = 1.5 \end{aligned}$$

วาดรูปประกอบ ได้ดังนี้



จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.5 คือ 0.4332

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งเมื่อค่ามาตรฐานน้อยกว่า 1.5 คือ $0.5 + 0.4332 = 0.9332$

ดังนั้น ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ของคะแนน 65 คะแนน คือ 93.32

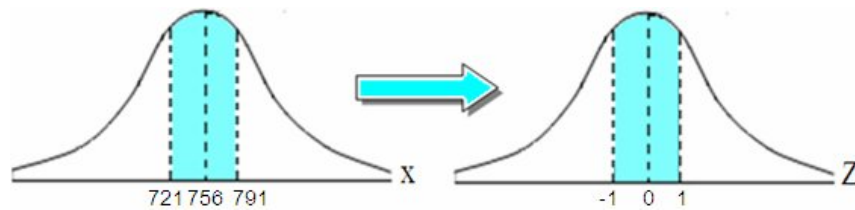
ตัวอย่างที่ 5 อายุการใช้งานของถ่านไฟฉายชนิดหนึ่ง มีการแจกแจงปกติ โดยค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 756 นาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 35 นาที จงหาเปอร์เซ็นต์ของถ่านไฟฉายที่ใช้ได้นาน ดังนี้

1. ระหว่าง 721 ถึง 791 นาที

2. เกิน 798 นาที

วิธีทำ 1. เปอร์เซนต์ที่ของถ่านไฟฉายที่ใช้ได้นาน ระหว่าง 721 ถึง 791 นาที

วาดรูปประกอบจะได้



จากสูตร $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

จะได้ $Z_1 = \frac{721 - 756}{35} = -1$

และ $Z_2 = \frac{791 - 756}{35} = 1$

จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1 คือ 0.3413

และพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ -1 คือ 0.3413

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน -1 กับ 1 คือ $0.3413 + 0.3413 = 0.6826$

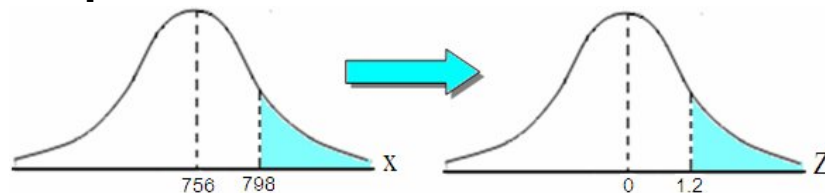
พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 1 คือ 100 เปอร์เซนต์

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 0.6826 คือ $0.6826 \times 100 = 68.26$ เปอร์เซนต์

ดังนั้น มีถ่านไฟฉาย 68.26 เปอร์เซนต์ ที่ใช้งานได้นานระหว่าง 721 ถึง 791 นาที

2. เมื่ออายุการใช้งานของถ่านไฟฉายเป็น 798 นาที

วาดรูปประกอบจะได้



จะได้ $Z = \frac{798 - 756}{35}$
 $= 1.2$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ เมื่อค่ามาตรฐานสูงกว่า 1.2 คือ $0.5 - 0.3849 = 0.1151$

นั่นคือ มีถ่านไฟฉาย 11.51 เปอร์เซนต์ ที่ใช้งานได้นานเกิน 798 นาที

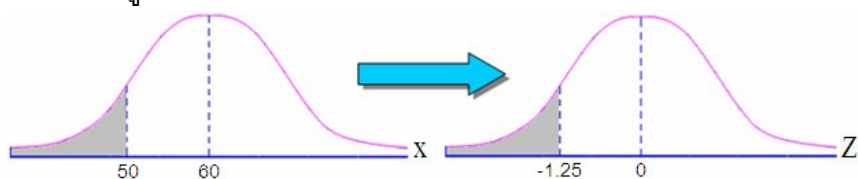
ตัวอย่างที่ 6 ถ้าค่าใช้จ่ายต่อวันของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่งมีการแจกแจงปกติ โดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 60 บาท และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 8 บาท จงหาว่านักเรียนที่มีค่าใช้จ่ายต่อวันน้อยกว่า 50 บาท มีกี่เปอร์เซ็นต์

วิธีทำ เปลี่ยนค่าใช้จ่ายต่อวันของนักศึกษา x ให้เป็นค่ามาตรฐาน Z

$$\text{จากสูตร} \quad Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$\text{จะได้} \quad Z = \frac{50 - 60}{8} = -1.25$$

จากข้อมูล เขียนภาพประกอบได้ดังนี้



จากตารางพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า -1.25 จะได้

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติทางด้านซ้ายมือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.5

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -1.25 กับ 0 คือ 0.3944

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติของค่ามาตรฐานต่ำกว่า -1.25 คือ $0.5 - 0.3944 = 0.1056$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 1 คือ 100 เปอร์เซ็นต์

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 0.1056 คือ $0.1056 \times 100 = 10.56$ เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น นักเรียนที่มีค่าใช้จ่ายต่อวันน้อยกว่า 50 บาท มี 10.56 เปอร์เซ็นต์

ตัวอย่างที่ 7 จากการสำรวจน้ำหนักของเด็กไทยแรกเกิดจำนวนหนึ่ง พบว่า มีการแจกแจงปกติโดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 3,000 กรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 450 กรัม อยากทราบว่า น้ำหนักของเด็กไทยแรกเกิดกลุ่มนี้มีน้ำหนักระหว่าง 3,050 – 4,000 กรัม อยู่ร้อยละเท่าไร

วิธีทำ ให้ x_1 แทนน้ำหนักของเด็กแรกเกิด 3,050 กรัม

Z_1 แทนค่ามาตรฐานของน้ำหนักของเด็กแรกเกิด 3,050 กรัม

x_2 แทนน้ำหนักของเด็กแรกเกิด 4,000 กรัม

Z_2 แทนค่ามาตรฐานของน้ำหนักของเด็กแรกเกิด 4,000 กรัม

เปลี่ยนน้ำหนักของเด็กไทยแรกเกิด x_1, x_2 ให้เป็นค่ามาตรฐาน Z_1, Z_2

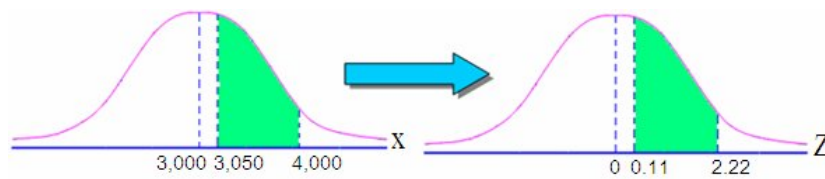
$$\text{จากสูตร} \quad Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

เมื่อ $x_1 = 3,050, x_2 = 4,000, \mu = 3,000, \sigma = 450$

$$\text{จะได้} \quad Z_1 = \frac{3,050 - 3,000}{450} = 0.11$$

$$Z_2 = \frac{4,000 - 3,000}{450} = 2.22$$

ข้อมูลดังกล่าว เขียนภาพประกอบได้ ดังนี้



จากตารางพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0.11 กับ 2.22 จะได้

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 2.22 คือ 0.4868

พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 0.11 คือ 0.0428

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0.11 กับ 2.22 คือ $0.4868 - 0.0428 = 0.4440$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 1 คือ 100 เปอร์เซนต์

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 0.4440 คือ $0.4440 \times 100 = 44.40$ เปอร์เซนต์

ดังนั้นสรุปได้ว่าน้ำหนักของเด็กไทยแรกเกิด ซึ่งมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 3,050 ถึง 4,000 กรัม มีอยู่ร้อยละ 44.40

ตัวอย่างที่ 8 ในการบรรจุกาแฟชนิดหนึ่งลงขวดให้มีน้ำหนักสุทธิ 115 กรัม ถ้าน้ำหนักของกาแฟที่บรรจุมีการแจกแจงปกติโดยมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 115.5 กรัม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.3 กรัม จงหาว่ามีกี่เปอร์เซนต์ที่กาแฟในแต่ละขวดมีน้ำหนัก

1. ระหว่าง 115 กรัม และ 115.5 กรัม
2. ระหว่าง 115.2 กรัม และ 115.9 กรัม

วิธีทำ 1) หาว่ามีกี่เปอร์เซนต์ที่กาแฟในแต่ละขวดมีน้ำหนักระหว่าง 115 กรัมและ 115.5 กรัม

ให้ x_1 แทนกาแฟในขวดที่มีน้ำหนัก 115 กรัม

Z_1 แทนค่ามาตรฐานของกาแฟในขวดที่มีน้ำหนัก 115 กรัม

x_2 แทนกาแฟในขวดที่มีน้ำหนัก 115.5 กรัม

Z_2 แทนค่ามาตรฐานของกาแฟในขวดที่มีน้ำหนัก 115.5 กรัม

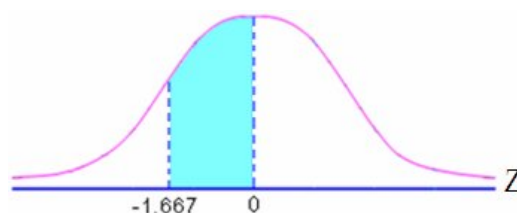
$$\text{จากสูตร} \quad Z_i = \frac{x_i - \mu}{\sigma}$$

$$\text{จะได้} \quad Z_1 = \frac{115 - 115.5}{0.3} \approx -1.667$$

$$Z_2 = \frac{115.5 - 115.5}{0.3} = 0$$

นั่นคือ ค่ามาตรฐานระหว่าง Z_1 กับ Z_2 คือ -1.667 กับ 0

วาดรูปประกอบ ดังนี้



จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.66 คือ 0.4515

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.67 คือ 0.4525

จะได้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.667 คือ

$$0.4515 + \left(\frac{0.001 \times 0.007}{0.01} \right) = 0.4522$$

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -1.667 กับ 0 คือ 0.4522

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 1 คือ 100 เปอร์เซนต์

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 0.4522 คือ $0.4522 \times 100 = 45.22$ เปอร์เซนต์

ดังนั้น มี 45.22 เปอร์เซนต์ ที่กาแพในแต่ละขวดมีน้ำหนักระหว่าง 115 กรัมและ 115.5 กรัม

วิธีทำ 2) หาว่ามีกี่เปอร์เซนต์ที่กาแพในแต่ละขวดมีน้ำหนักระหว่าง 115.2 กรัมและ 115.9 กรัม

ให้ x_1 แทนกาแพในขวดที่มีน้ำหนัก 115.2 กรัม

Z_1 แทนค่ามาตรฐานของกาแพในขวดที่มีน้ำหนัก 115.9 กรัม

x_2 แทนกาแพในขวดที่มีน้ำหนัก 115.2 กรัม

Z_2 แทนค่ามาตรฐานของกาแพในขวดที่มีน้ำหนัก 115.9 กรัม

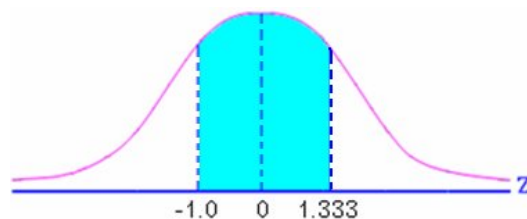
จากสูตร $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

$$Z_1 = \frac{115.2 - 115.5}{0.3} = -1$$

$$Z_2 = \frac{115.9 - 115.5}{0.3} \approx 1.333$$

นั่นคือ ค่ามาตรฐานระหว่าง Z_1 กับ Z_2 คือ -1.0 กับ 1.333

วาดรูปประกอบ ดังนี้



จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.33 คือ 0.4082

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.34 คือ 0.4099

จะได้ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.333 คือ

$$0.4082 + \left(\frac{0.0017 \times 0.003}{0.01} \right) = 0.4087$$

และพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน -1 กับ 0 คือ 0.3413

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ระหว่างค่ามาตรฐาน -1.0 กับ 1.333 คือ $0.4087 + 0.3413 = 0.7500$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 1 คือ 100 เปอร์เซนต์
 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 0.7500 คือ $0.7500 \times 100 = 75$ เปอร์เซนต์

ดังนั้น มี 75 เปอร์เซนต์ ที่กาแพในแต่ละขวดมีน้ำหนักระหว่าง 115.2 กรัมและ 115.9 กรัม

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)

1. ครูสนทนาซักถามถึงปัญหาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งที่ผ่านมาว่ามีปัญหาการใช้งานอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน (P₁)
2. ครูพุดคุยถึงการเข้าเรียนในบทเรียนในแต่ละบทเรียนควรทำตามลำดับขั้น หรือจะข้ามขั้นก็ได้ แต่ต้องไม่ลืมว่าตนเองอยู่ในหัวข้อเนื้อหาอะไร และขอให้ปฏิบัติงานตามขั้นตอนให้ถูกต้อง (A₃)
3. ครูอธิบายและตอบปัญหาต่างๆ พร้อมทั้งเสนอแนะให้นักเรียนให้รู้จักคิดอย่างมีวิจารณญาณ (P₂) และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ (P₄)

ขั้นทบทวนความรู้เดิม (ใช้เวลา 10 นาที)

4. ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วในหน่วยที่ผ่านมา เกี่ยวกับเรื่องการแจกแจงปกติที่เรียนไปแล้วด้วยการซักถามเป็นข้อๆ การแจกแจงแบบต่างๆ ความเบ้ ความโด่งของเส้นโค้ง และลักษณะของการแจกแจงแบบต่างๆ โดยสุ่มนักเรียนตอบเป็นรายคน แล้วสรุปเพิ่มเติม (P₁)
5. ครูซักถามนักเรียนว่าในการเรียนที่ผ่านมา นักเรียนไม่เข้าใจในเรื่องอะไรบ้าง และได้หาวิธีแก้ปัญหายังไง (P₃)
6. ครูบรรยายเพิ่มเติมว่า ต่อไปนี้จะเป็นเรื่องของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ และการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ขอให้นักเรียนตั้งใจเรียนและทำตามลำดับขั้นตอนของแต่ละบทเรียน

ขั้นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

7. ครูให้นักเรียนเข้าสู่ระบบห้องเรียนตามขั้นตอน
8. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียน เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ
9. ให้นักเรียนคลิกที่บทเรียน เรื่อง การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติโดยใช้ตารางสำเร็จรูป
10. ให้นักเรียนคลิกออกจากระบบของบทเรียน แล้ว shut down ปิดเครื่อง

ขั้นการปฏิบัติกิจกรรม

11. ให้นักเรียนเข้าสู่ระบบการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ตามขั้นตอน (A₃) ภายในเวลา 5 นาที
12. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียน เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ให้ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ และแบบฝึกเพิ่มเติมในบทเรียนจนมีความรู้ความเข้าใจสามารถทำแบบฝึกในบทเรียนได้ถูกต้อง พร้อมทั้งให้เขียนบันทึกสรุปไว้ด้วยว่าลักษณะของพื้นที่ใต้เส้นโค้ง

ปกติเป็นอย่างไร สัดส่วนของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติบอกอะไรบ้าง หมายความว่าอย่างไร (K_1) โดยให้วาดรูปแสดงสัดส่วนของพื้นที่ใต้โค้งปกติไว้ด้วย (P_4) (ภายในเวลา 5 นาที)

13. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติโดยใช้ตารางสำเร็จรูป โดยให้ศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับตัวอย่างการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติโดยใช้ตารางสำเร็จรูปและให้ฝึกคิดคำนวณจากแบบฝึกในบทเรียนจนเข้าใจ (P_3) และสามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ (P_3) หาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติได้อย่างคล่องแคล่ว (K_2) (ภายในเวลา 30 นาที)

14. ครูคอยดูแลให้คำแนะนำการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างใกล้ชิด พร้อมสังเกตความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา (A_1) มีความรับผิดชอบ (A_2) การทำงานอย่างเป็นระบบ (A_3)

15. ให้นักเรียนคลิกออกจากระบบของบทเรียน แล้ว shut down ปิดเครื่อง
ขั้นสรุป (ให้เวลา 5 นาที)

16. ให้นักเรียนสรุปเกี่ยวกับ ลักษณะและความหมายของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติโดยใช้ตารางโดยเขียนลงในบันทึกการเรียนรู้ในคู่มือการใช้บทเรียน

17. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดชุดที่ 4

18. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดท้ายหนังสือเรียนหน้า 110 – 111 ข้อ 1 – 5 เป็นการบ้าน

19. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม 2.1 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ เป็นการบ้าน

ขั้นประเมินผล

20. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของบทเรียนโดยใช้คู่มือการใช้บทเรียนได้อย่างถูกต้อง

21. สังเกตความกระตือรือร้น ความตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบ และการทำงานเป็นระบบ

22. สังเกตการตอบคำถาม การให้เหตุผล การแก้ปัญหา การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์

23. ให้ทำแบบฝึกหัดชุดที่ 4

24. ให้ทำแบบฝึกหัดที่ 2.2 ข้อ 1 – 5 หน้า 110 ถึง 112

4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

2. คู่มือการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

3. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมคณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน้า 102 – 112

4. แบบฝึกหัดชุดที่ 4

5. แบบฝึกหัดเพิ่มเติม 3.1 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

5. การวัดผลและประเมินผล

ด้าน	การวัด	เกณฑ์การประเมิน	เครื่องมือที่ใช้
1. ด้านความรู้	1. ตรวจสอบผลงาน	1. ทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม ถูกต้อง 8 ข้อใน 10 ข้อ ร้อยละ 80 ขึ้นไป	1. แบบฝึกหัดเพิ่มเติม 2.1 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ
2. ด้านทักษะ/ กระบวนการ	2. สังเกตการอธิบายให้เหตุผล การแก้ปัญหา การเชื่อมโยง ความรู้คณิตศาสตร์	2. ปฏิบัติกิจกรรมได้ ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป	2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนหน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ
3. ด้านคุณลักษณะ	3. สังเกตพฤติกรรม การตรงต่อเวลา ความรับผิดชอบ ทำงานอย่างเป็นระบบ	3. มีความตรงต่อเวลา และให้ความร่วมมือ การทำงานอย่างเป็นระบบ	3. แบบสังเกตพฤติกรรม

6. บันทึกหลังสอน

ผลการสอน กิจกรรมการเรียนรู้การสอนในครั้งนี้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยดีมาก นักเรียนมีความกระตือรือร้น เร่งศึกษาบทเรียนและบันทึกใบงานสรุป ฝึกทำแบบฝึกหัดและเก็บตัวอย่างที่ตนเองสนใจแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียน

ปัญหาและอุปสรรค มีนักเรียนที่ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนแจ้งว่าตนเองได้ทำแบบทดสอบ และได้กดปุ่มส่งคำตอบไปหลายครั้ง ไม่มีข้อสอบให้ทำ และบางคนถึงกับเครื่องไม่ทำงานหรือระบบล่ม

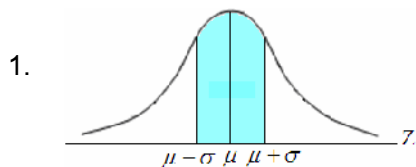
ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข จากปัญหาที่พบว่านักเรียนไม่ได้ทำข้อสอบและมีการกดส่งคำตอบหลายครั้งทำให้ระบบไม่ทำงาน ได้กำชับให้นักเรียนพยายามทำข้อสอบทีละข้อและไม่ควรกดข้ามข้อสอบไม่เช่นนั้นระบบจะล่ม และได้อนุญาตให้นักเรียนทำข้อสอบได้ใหม่

ลงชื่อ..... ผู้สอน
(นายมงคล จิตรโสภิต)

เฉลยใบงานสรุป

ชุดที่ 4 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

จงเติมคำหรือจำนวนลงในช่องว่างให้สมบูรณ์



จากรูป พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่าง $\mu - \sigma$ ถึง $\mu + \sigma$ คือ $0.3413 + 0.3413 = 0.6826$

นั่นคือ หาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่าง $\mu - \sigma$ ถึง $\mu + \sigma$ ดังรูป

เมื่อ $x = \mu - \sigma$
.....

จากสูตร $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

จะได้ $Z = \frac{\mu - \sigma - \mu}{\sigma} = \frac{-\sigma}{\sigma} = -1$ เปิดตาราง $Z = 1.00$ คือ 0.3413
.....

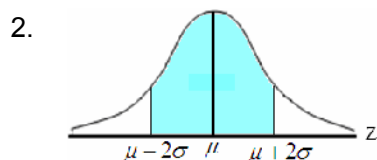
เมื่อ $x = \mu + \sigma$
.....

จะได้ $Z = \frac{\mu + \sigma - \mu}{\sigma} = \frac{\sigma}{\sigma} = 1$ เปิดตาราง $Z = 1.00$ คือ 0.3413
.....

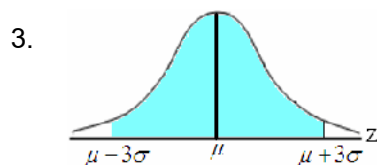
พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่าง $\mu - \sigma$ ถึง μ คือ 0.3413 และ

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติระหว่าง μ ถึง $\mu + \sigma$ คือ 0.3413

ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่าง $\mu - \sigma$ ถึง $\mu + \sigma$ คือ $0.3413 + 0.3413 = 0.6826$



จากรูป พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่าง $\mu - 2\sigma$ ถึง $\mu + 2\sigma$ คือ $0.4773 + 0.4773 = 0.9546$ หรือ 95.46%



จากรูป พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่าง $\mu - 3\sigma$ ถึง $\mu + 3\sigma$ คือ $0.4987 + 0.4987 = 0.9974$ หรือ 99.74%

4. เส้นโค้งปกติที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 เรียกว่า เส้นโค้งปกติมาตรฐาน

5. การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ เมื่อค่า x ที่เป็นข้อมูลใดๆ มีการแจกแจงปกติแต่ไม่ได้เป็นการแจกแจงปกติมาตรฐาน แสดงว่า ข้อมูลชุดนั้นมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากับ 0. ($\mu \neq 0$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากับ 1. ($\sigma \neq 1$)

6. การหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติสำหรับข้อมูลที่มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากับ 1 คือ จึงต้องเปลี่ยนค่าของข้อมูล x ดังกล่าวให้เป็นค่ามาตรฐาน Z โดยใช้

$$\text{สูตร } Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

7. การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานระหว่างค่า $Z = 0$ ถึง Z ใดๆ พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติกรณีที่ Z เป็นจำนวนบวกจะเท่ากับพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติกรณีที่ Z เป็นจำนวนลบ เพราะ ส่วนของเส้นโค้งปกติทั้งสองด้านนั้นจะสมมาตรกัน

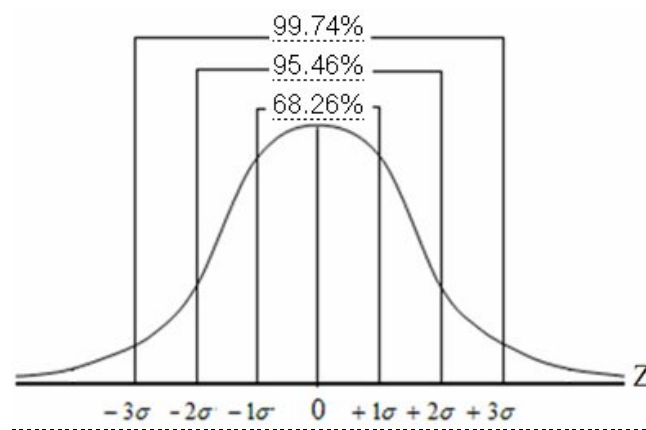
8. กรณีที่ค่ามาตรฐานเป็นจำนวนบวกหรือจำนวนลบจะมีความหมายและแสดงทิศทางดังนี้ คือ

1) ถ้าค่ามาตรฐานเป็นจำนวนบวก จะแสดงทิศทางไปทางขวา หมายความว่า ค่าที่สังเกตมากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต

2) ถ้าค่ามาตรฐานเป็นจำนวนลบ จะแสดงทิศทางไปทางซ้าย หมายความว่า ค่าที่สังเกตน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต

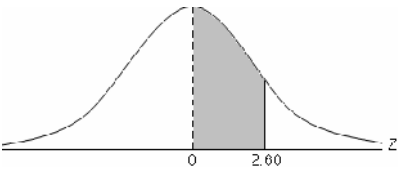
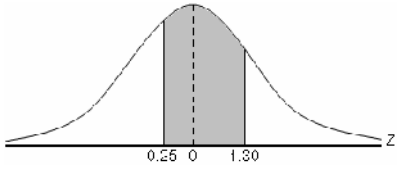
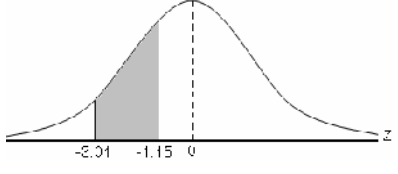
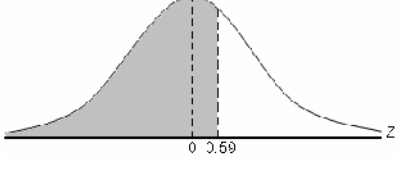
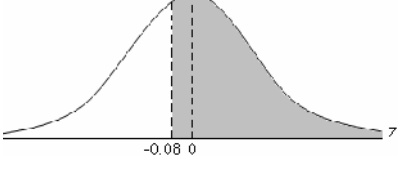
9. พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติจะไม่เป็นจำนวนลบ ทั้งนี้เพราะ เส้นโค้งปกติมีลักษณะสมมาตร พื้นที่จะอยู่ทางซ้ายหรือทางขวาขึ้นอยู่กับค่ามาตรฐานว่าเป็นจำนวนบวกหรือจำนวนลบ

10. พื้นที่ใต้เส้นโค้งจากจุด $\mu - 3\sigma$ ถึง $\mu + 3\sigma$ คิดเป็นประมาณ 99.74% ของพื้นที่ทั้งหมด นั่นคือ ถ้าการแจกแจงข้อมูลเป็นเส้นโค้งปกติ ข้อมูลเกือบทั้งหมดจะตกอยู่ในช่วง $\mu - 3\sigma$ ถึง $\mu + 3\sigma$ สัดส่วนของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติทั้งหมดสังเกตได้จากรูปต่อไปนี้



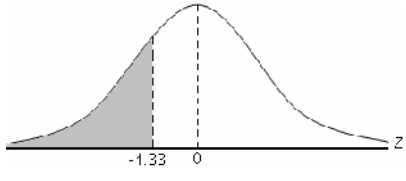
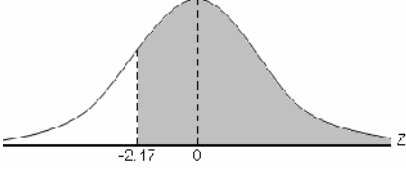
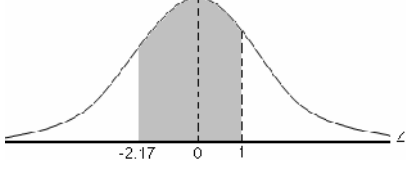
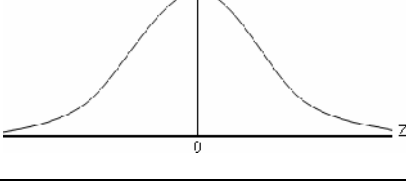
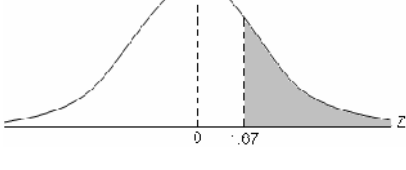
เฉลยแบบฝึกหัด ชุดที่ 4

1. จงคำนวณหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งใต้เส้นโค้งปกติของข้อมูลต่อไปนี้ แล้วเติมคำตอบให้ถูกต้อง

ข้อ	ค่ามาตรฐาน	วาดรูปประกอบ	พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ
1	ระหว่าง $Z = 0$ ถึง $Z = 2.60$		<u>0.4953</u>
2	ระหว่าง $Z = -0.25$ ถึง $Z = 1.30$		<u>0.5019</u>
3	ระหว่าง $Z = -3.01$ ถึง $Z = -1.15$		<u>0.1238</u>
4	ต่ำกว่า 0.59		<u>0.7224</u>
5	สูงกว่า -0.08		<u>0.5319</u>



2. กำหนดให้ข้อมูลชุดหนึ่ง มีการแจกแจงปกติ โดยมี $\mu = 40, \sigma = 6$ จงหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติของข้อมูลที่กำหนดให้ต่อไปนี้

ข้อ	ข้อมูล (x)	วาดรูปประกอบ	พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ
1	$x < 32$		0.0918
2	$x > 27$		0.9850
3	$27 < x < 46$		0.8263
4	$x = 40$		0.0000
5	$x > 50$		0.0475



แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 5

วิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

รหัสวิชา ค40206

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (ต่อ)

จำนวน 1 ชั่วโมง

เวลา 60 นาที

1. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (K) : นักเรียนสามารถ

1. คำนวณหาค่ามาตรฐาน (Z) ได้เมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติให้ (K_1)
2. คำนวณหาข้อมูลดิบ (x) ได้เมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติให้ (K_2)
3. นำความรู้เรื่องพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาใช้แก้โจทย์ปัญหาได้ (K_3)

ด้านทักษะ/กระบวนการ (P) : นักเรียนสามารถ

1. แก้ปัญหา (P_1)
2. สื่อสารและนำเสนอ (P_2)
3. เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ (P_3)

ด้านคุณลักษณะ (A) : นักเรียน

1. มีความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา (A_1)
2. ทำงานอย่างเป็นระบบ (A_2)
3. มีความซื่อสัตย์ (A_3)

2. สาระการเรียนรู้

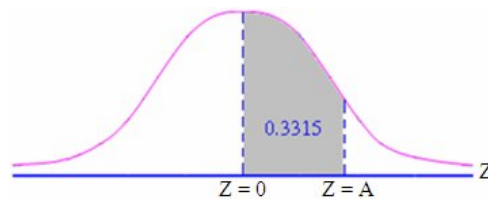
2.1 การหาค่ามาตรฐาน (Z) จากพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

เราทราบแล้วว่า การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติเมื่อกำหนดค่า x ที่เป็นข้อมูลใดๆ ในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงปกติแต่ไม่ได้เป็นการแจกแจงปกติมาตรฐาน นั่นคือมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากับ 0 ($\mu \neq 0$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากับ 1 ($\sigma \neq 1$) การหาพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติจึงต้องเปลี่ยนค่าของข้อมูล x ดังกล่าวให้เป็นค่ามาตรฐาน Z แล้วจึงนำค่ามาตรฐานดังกล่าวไปเปิดตารางสำเร็จรูปเพื่อหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ในทางกลับกันเมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติจากตารางมาให้ ก็ย่อมสามารถหาค่ามาตรฐาน Z ที่ถูกแปลงมาจากข้อมูลดิบ x ใดๆ ได้เช่นกัน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อกำหนดพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน บริเวณที่แรเงาของรูปดังต่อไปนี้

1. กำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 ถึง ค่ามาตรฐาน A ทางด้านขวามือ มีค่าเท่ากับ 0.3315 จงหาค่า A

วิธีทำ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ ค่ามาตรฐาน A ทางขวามือ มีค่าเท่ากับ 0.3315 วาดรูปประกอบได้ดังนี้

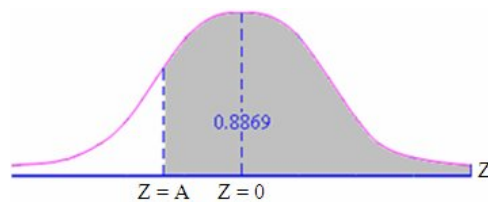


พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับค่ามาตรฐาน A ทางด้านขวามือ คือ 0.3315

เปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่เท่ากับ 0.3315 ตรงกับ $Z = 0.96$

ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ A ทางด้านขวามือ จะได้ $A = 0.96$

2. จากรูป จงหาค่า A



วิธีทำ จากรูปพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานทางด้านขวามือของค่ามาตรฐาน A คือ 0.8869

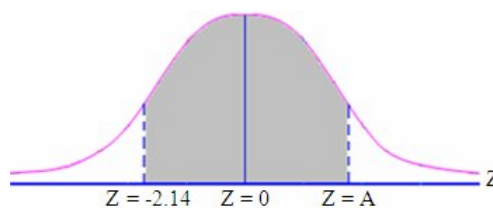
พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานทางขวามือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.5

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน A กับ 0 คือ $0.8869 - 0.5 = 0.3869$

เปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่มีค่าเท่ากับ 0.3869 ตรงกับค่ามาตรฐาน 1.21

ดังนั้น $A = -1.21$

3. จากรูป จงหาค่า A เมื่อกำหนดให้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานระหว่างค่ามาตรฐาน -2.14 กับ A คือ 0.9074



วิธีทำ จากรูปพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน -2.14 กับ A คือ 0.9074

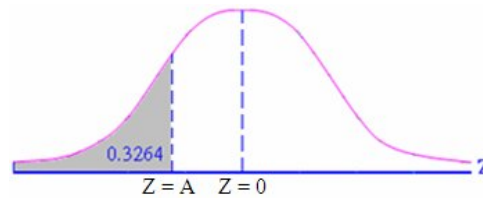
พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน -2.14 กับ 0 คือ 0.4838

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ A คือ $0.9074 - 0.4838 = 0.4236$

เปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่มีค่าเท่ากับ 0.4236 ตรงกับค่ามาตรฐาน 1.43

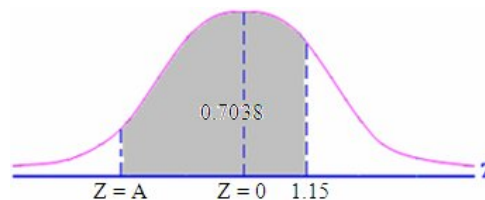
ดังนั้น $A = 1.43$

4. จากรูป จงหาค่า A



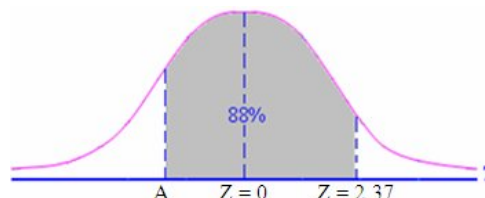
วิธีทำ จากรูปพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ของค่ามาตรฐานต่ำกว่า 0 คือ 0.5
 แต่พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ของค่ามาตรฐาน A คือ 0.3264
 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน A กับ 0 คือ $0.5 - 0.3264 = 0.1736$
 เปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่มีค่าเท่ากับ 0.1736 ตรงกับค่ามาตรฐาน 0.45
 ดังนั้น $A = -0.45$

5. จากรูป จงหาค่า A



วิธีทำ จากรูปพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน A กับ 1.15 คือ 0.7038
 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 1.15 คือ 0.3749
 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน A กับ 0 คือ $0.7038 - 0.3749 = 0.3289$
 เปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่มีค่าเท่ากับ 0.3289 ตรงกับค่ามาตรฐาน 0.95
 ดังนั้น $A = -0.95$

6. จากรูป จงหาค่า A

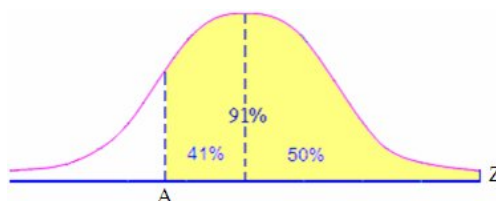


วิธีทำ จากรูปพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน A กับ 2.37 คือ 88% หรือ 0.88
 จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 2.37 คือ 0.4911
 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน A กับ 0 คือ $0.88 - 0.4911 = 0.3889$
 จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 0.3907 ค่ามาตรฐาน คือ 1.23
 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 0.3888 ค่ามาตรฐาน คือ 1.22

นั่นคือ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 0.3888 ค่ามาตรฐาน คือ 1.22 (ใช้ค่าใกล้เคียง)
(เนื่องจาก 0.3888 กับ 0.3889 ค่าต่างกันเพียง 0.0001)

ดังนั้น $A = -1.22$

7. จากรูป จงหาค่า A



วิธีทำ จากรูปพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานทางขวามือของค่ามาตรฐาน A คือ 91% หรือ 0.91

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานทางด้านขวามือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.5

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน A กับ 0 คือ $0.91 - 0.5 = 0.41$

จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 0.4115 ค่ามาตรฐานคือ 1.35

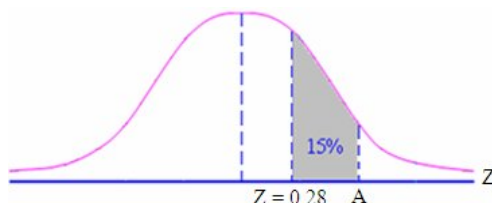
พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 0.4099 ค่ามาตรฐานคือ 1.34

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 0.4100 ค่ามาตรฐาน คือ

$$1.34 + \left(\frac{0.01 \times 0.0001}{0.0016} \right) \approx 1.34$$

ดังนั้น $A = -1.34$

8. จากรูป จงหาค่า A



วิธีทำ จากรูปพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0.28 กับ A คือ 15% หรือ 0.15

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 0.28 คือ 0.1103

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ A คือ $0.1103 + 0.15 = 0.2603$

จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.2611 ค่ามาตรฐานคือ 0.71

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.2580 ค่ามาตรฐานคือ 0.70

จะได้ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.2603 ค่ามาตรฐาน คือ

$$0.70 + \left(\frac{0.01 \times 0.0031}{0.0023} \right) \approx 0.71$$

ดังนั้น $A = 0.71$

ข้อสังเกต พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่ต้องการเปิดคือ 0.2603

แต่ พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.2611 ค่า z เท่ากับ 0.71
 (ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.2603 = 0.2611 - 0.2603 = 0.0008)
 พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.2580 ค่า z เท่ากับ 0.70
 (ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.2603 = 0.2603 - 0.2580 = 0.0023)

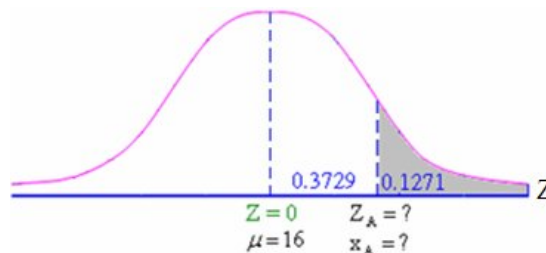
จะเห็นได้ว่า หากเปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานที่มีค่าเท่ากับ 0.2603 ตรงกับค่ามาตรฐาน 0.71 (เราสามารถหาค่าใกล้เคียงได้)

2.2 การหาข้อมูลดิบ (X) จากพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

นักเรียนได้ทราบมาแล้วว่าการหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ เราจะทำการแปลงข้อมูลดิบ (x) ให้เป็นค่ามาตรฐาน (Z) ก่อน จากนั้นนำค่ามาตรฐานที่ได้ไปเปิดตารางหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ดังนั้นในทางกลับกัน เมื่อเราทราบพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติเราก็สามารถหาค่าของข้อมูลดิบ (x) ได้ โดยสามารถทำได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 2 กำหนดให้ $Z > Z_A = 0.1271$, $\mu = 16$, $\sigma = 4$ จงหา x_A

วิธีทำ วาดรูปประกอบจะได้ว่า



เมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ของค่ามาตรฐานสูงกว่า Z_A คือ 0.1271

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ทางด้านขวามือ คือ 0.5

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ Z_A คือ $0.5 - 0.1271 = 0.3729$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 0.3729 ตรงกับค่ามาตรฐาน คือ 1.14

ดังนั้น $Z_A = 1.14$ (อยู่ขวามือมีค่าเป็นจำนวนบวก)

หาค่า x_A เมื่อค่า $Z_A = 1.14$ โดยใช้สูตร

$$\begin{aligned} x_A &= \mu + Z_A \sigma \\ &= 16 + (1.14 \times 4) \\ &= 20.6 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } x_A = 20.6$$

ตัวอย่างที่ 3 การแจกแจงของคะแนนสอบครั้งหนึ่งเป็นการแจกแจงปกติโดยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 72

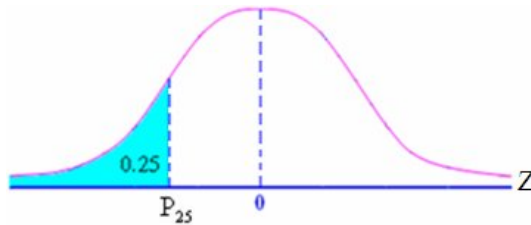
คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12 คะแนน จงหา

- 1) คะแนนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ 25
- 2) คะแนนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ 90

วิธีทำ 1) คะแนนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ 25

ให้ x เป็นคะแนนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ 25

จะได้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานระหว่างค่ามาตรฐาน 0 ถึง P_{25} เท่ากับ 0.25



จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.2518 ค่า Z เท่ากับ 0.68

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.2486 ค่า Z เท่ากับ 0.67

ดังนั้น พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.25

$$\text{ค่า } Z = 0.67 + \left(\frac{0.01 \times 0.0014}{0.0032} \right) \approx 0.6744$$

$$\text{จาก } Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$-0.6744 = \frac{x - 72}{12}$$

$$x = 72 - 8.0928$$

$$x = 63.91$$

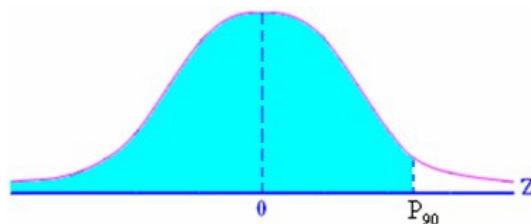
นั่นคือ คะแนนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ 25 คือ 63.91

วิธีทำ 2) คะแนนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ 90

ให้ x คะแนนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่ 90

จะได้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานระหว่างค่ามาตรฐาน 0 ถึง P_{90} คือ

$$0.90 - 0.5 = 0.4$$



จากตาราง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.4015 ค่ามาตรฐาน คือ 1.29

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.3997 ค่ามาตรฐาน คือ 1.28

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานเป็น 0.4

$$\text{ค่ามาตรฐาน คือ } 1.28 + \left(\frac{0.01 \times 0.0003}{0.0018} \right) \approx 1.2817$$

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$0.2817 = \frac{x - 72}{12}$$

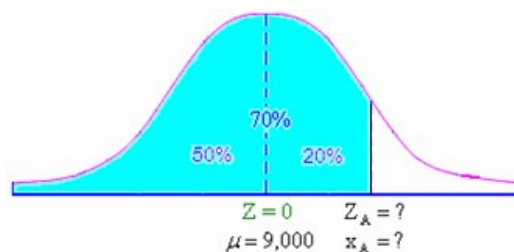
$$x = 72 + 15.3804$$

$$x = 87.38$$

ดังนั้น คะแนนที่เป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 คือ 87.38

ตัวอย่างที่ 4 นายสามารถเป็นพนักงานในบริษัทแห่งหนึ่ง ซึ่งพนักงานมีรายได้เฉลี่ย 9,000 บาทต่อเดือน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 962 บาทต่อเดือน จงหารายได้ของนายสามารถที่รายได้ของพนักงานคนอื่น ๆ ต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์

วิธีทำ กำหนดให้ x_A เป็นรายได้ของนายสามารถ วาดรูปประกอบจะได้ว่า



เมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานของค่ามาตรฐานต่ำกว่า Z_A คือ 70% หรือ 0.70

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานทางด้านซ้ายมือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.50

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 ถึง Z_A คือ $0.70 - 0.50 = 0.20$

เปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานหาค่ามาตรฐาน Z_A ที่มีพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ 0.20 ตรงกับค่ามาตรฐาน 0.52 (ค่าใกล้เคียงที่สุด)

$$\text{ดังนั้น} \quad Z_A = 0.52$$

หาค่า x_A เมื่อทราบค่า $Z_A = 0.52$ โดยใช้สูตร

$$x_A = \mu + Z_A \sigma$$

$$= 9,000 + (0.52 \times 962)$$

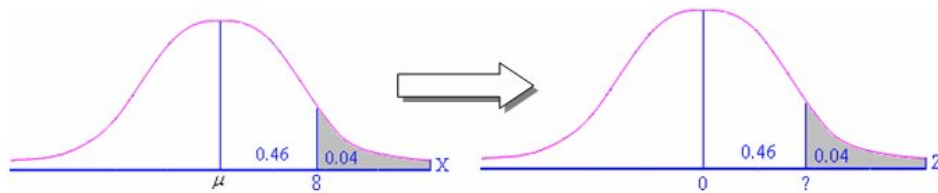
$$= 9,500$$

ดังนั้น รายได้ของนายสามารถประมาณ 9,500 บาท

2.3 หาความรู้เรื่องพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาใช้แก้โจทย์ปัญหา

ตัวอย่างที่ 5 บริษัทผู้ผลิตโทรทัศน์แห่งหนึ่ง ได้สำรวจอายุการใช้งานของหลอดภาพโทรทัศน์ที่บริษัทได้ผลิตขึ้นมา พบว่าอายุการใช้งานมีการแจกแจงปกติ โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.6 ปี ถ้าจำนวน 4% ของหลอดภาพเหล่านี้มีอายุการใช้งานเกินกว่า 8 ปี จงหาอายุการใช้งานเฉลี่ยของหลอดภาพโทรทัศน์ของบริษัทนี้

วิธีทำ พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานบริเวณที่แรเงาแสดง 4% ของหลอดภาพโทรทัศน์ที่มีอายุการใช้งานเกินกว่า 8 ปี



จากรูปจะเห็นได้ว่า จำนวนหลอดภาพที่มีอายุการใช้งาน ตั้งแต่ค่าเฉลี่ยขึ้นไปจนถึง 8 ปี มีอยู่ร้อยละ 46% หรือ 0.46 ของหลอดภาพทั้งหมด

จากตาราง พื้นที่ใต้โค้งปกติมาตรฐาน 0.46 ตรงกับค่ามาตรฐาน z เท่ากับ 1.75
 ค่าความอายุการใช้งานเฉลี่ย (μ) ของหลอดภาพโทรทัศน์ของบริษัทนี้ได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$\text{เมื่อ} \quad Z=1.75, \quad x=8, \quad \sigma=1.6$$

$$\text{จะได้} \quad 1.75 = \frac{8 - \mu}{1.6}$$

$$2.8 = 8 - \mu$$

$$\mu = 5.2$$

ดังนั้น อายุการใช้งานเฉลี่ยของหลอดภาพโทรทัศน์ของบริษัทนี้ เท่ากับ 5.2 ปี

ตัวอย่างที่ 6 ถ้าคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 65 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 คะแนน นักเรียนจะได้เกรดตามช่วงคะแนนมาตรฐาน ดังนี้ ถ้ามีนักเรียนเข้าสอบทั้งหมด 120 คน

$$Z \geq 2.25 \quad \text{ได้ระดับคะแนน A}$$

$$1.50 \leq Z < 2.25 \quad \text{ได้ระดับคะแนน B}^+$$

$$0.75 \leq Z < 1.50 \quad \text{ได้ระดับคะแนน B}$$

$$0.00 \leq Z < 0.75 \quad \text{ได้ระดับคะแนน C}^+$$

$$-0.75 \leq Z < 0.00 \quad \text{ได้ระดับคะแนน C}$$

$$-1.50 \leq Z < -0.75 \quad \text{ได้ระดับคะแนน D}^+$$

$$-2.25 \leq Z < -1.50 \quad \text{ได้ระดับคะแนน D}$$

$$Z < -2.25 \quad \text{ได้ระดับคะแนน F}$$

1. ถ้านักเรียนสอบได้คะแนน 75 คะแนน นักเรียนจะได้เกรดระดับใด
2. ถ้านักเรียนสอบได้คะแนน 68 คะแนน จะตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เท่าไร
3. คะแนนต่ำสุดที่นักเรียนสอบได้เกรด A จะตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เท่าไร
4. ถ้านักเรียนสอบได้เกรด B⁺ คะแนนสอบของนักเรียนจะอยู่ในช่วงใด
5. มีนักเรียนได้ระดับคะแนน F กี่คน ประมาณร้อยละเท่าไร

วิธีทำ 1. ถ้านักเรียนสอบได้คะแนน 75 คะแนน นักเรียนจะได้เกรดระดับใด

$$\text{จากสูตร} \quad Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{85-65}{10} \\
 &= \frac{20}{10} = 2.0
 \end{aligned}$$

ถ้าสอบได้ 75 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานเท่ากับ 2.0 ซึ่งอยู่ในช่วง $1.50 \leq Z < 2.25$ ได้ระดับคะแนน B^+

วิธีทำ 2. ถ้านักเรียนสอบได้คะแนน 58 คะแนน จะอยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เท่าไร

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad Z &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\
 &= \frac{58 - 65}{10} \\
 &= \frac{-7}{10} = -0.7
 \end{aligned}$$

$$\text{เปิดตาราง } Z = -0.7 = 0.2580$$

ถ้าสอบได้คะแนน 68 คะแนน จะอยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25.80

วิธีทำ 3. คะแนนต่ำสุดที่นักเรียนสอบได้เกรด A จะตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่เท่าไร

จากโจทย์ $Z \geq 2.25$ ได้ระดับคะแนน A

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad Z &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\
 2.25 &= \frac{x - 65}{10} \\
 (2.25 \times 10) + 65 &= x \\
 x &= 87.5
 \end{aligned}$$

คะแนนต่ำสุดที่นักเรียนจะได้เกรด A คือ 87.5 คะแนน

แปลงเป็นค่ามาตรฐานได้คือ

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร} \quad Z &= \frac{x - \mu}{\sigma} \\
 &= \frac{87.5 - 65}{10} \\
 &= \frac{22.5}{10} \\
 &= 2.25
 \end{aligned}$$

เปิดตารางพื้นที่ใต้โค้งปกติมาตรฐานที่ค่ามาตรฐานตั้งแต่ 2.25 ขึ้นไปมีพื้นที่ 0.4878

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ทางด้านซ้ายมือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.5

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 2.25 คือ 0.4878

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ของค่ามาตรฐานที่ต่ำกว่า 2.25 คือ $0.5 + 0.4878 = 0.9878$

ดังนั้น นักเรียนที่สอบได้เกรด A คะแนนต่ำสุดคือ 87.5 จะตรงกับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 98.78

วิธีทำ 4. ถ้านักเรียนสอบได้เกรด B⁺ คะแนนสอบของนักเรียนจะอยู่ในช่วงใด จากโจทย์ ช่วงของค่ามาตรฐาน $1.50 \leq Z < 2.25$ ได้ระดับคะแนน B⁺ ดังนั้น จะคำนวณหาคะแนนสอบที่จะได้ระดับคะแนน B⁺ ได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร ค่ามาตรฐาน } Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

คะแนนต่ำสุดที่จะได้เกรด B⁺ เมื่อ $Z = 1.50$ คิดได้ดังนี้

$$150 = \frac{x - 65}{10}$$

$$(1.50 \times 10) + 65 = x$$

$$x = 80$$

คะแนนสอบต่ำสุดที่จะได้ระดับคะแนน B⁺ เท่ากับ 80 คะแนน
คะแนนสูงสุดที่จะได้เกรด B⁺ คิดได้ดังนี้ เนื่องจาก $Z < 2.25$ ได้ระดับคะแนน B⁺

$$2.25 = \frac{x - 65}{10}$$

$$(2.25 \times 10) + 65 = x$$

$$x = 87.50$$

คะแนนสอบสูงสุดที่จะได้เกรด B⁺ ต้องน้อยกว่า 87.50 คะแนน

สรุปได้ว่า ถ้านักเรียนสอบได้เกรด B⁺ นักเรียนจะต้องสอบให้ได้คะแนนอยู่ในช่วงตั้งแต่ 80 คะแนนขึ้นไป แต่น้อยกว่า 87.50 คะแนน

วิธีทำ 5. มีนักเรียนได้ระดับคะแนน F ก็คน ประมาณร้อยละเท่าไร

จากโจทย์ $Z < -2.25$ ได้ระดับคะแนน F

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานทางด้านซ้ายมือของค่ามาตรฐาน 0 คือ 0.5

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน -2.25 กับ 0 คือ 0.4871

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ของค่ามาตรฐานต่ำกว่า -2.25 คือ $0.5 - 0.4871 = 0.0129$

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 1 มีคนทั้งหมด 120 คน

พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน 0.0129 มีคนทั้งหมด 0.0129×120

$$= 1.548 \approx 2 \text{ คน}$$

จำนวนคน 120 คน คิดเป็น 100 เปอร์เซนต์

$$\text{จำนวนคน } 2 \text{ คน คิดเป็น } \frac{100}{120} \times 2 = 1.67 \text{ เปอร์เซนต์}$$

ดังนั้น มีผู้สอบได้ระดับคะแนน F จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 1.67

3. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (ใช้เวลา 5 นาที)

1. ครูสนทนาซักถามถึงปัญหาการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งที่ผ่านมาว่ามีปัญหาการใช้งานอย่างไรบ้าง ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน (P₃)
3. ร่วมกันอภิปรายถึงการเข้าใช้งานใน Web board การติดต่อสื่อสารถึงกันทั้งในระหว่างเรียนและการส่งข้อความถึงครู กรณีมีปัญหาซักถามในปัญหาบางข้อนักเรียนสามารถ E-mail นัดหมายให้ครูอธิบายได้หรือไม่ และนักเรียนมีข้อคิดเห็นในการใช้บทเรียนนี้อย่างไรบ้าง ร่วมกันสรุป (P₂)
4. ครูเน้นเกี่ยวกับการเรียนว่าขอให้นักเรียนมีระเบียบวินัย ปฏิบัติงานตามขั้นตอน มีความซื่อสัตย์ รักษาสมบัติของส่วนรวม มีใจเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ช่วยเหลือกันและกัน มีความอดทน รู้จักรอคอยและมีสมาธิในการเรียน มีความรู้จักระงอใจหรือให้เกียรติผู้อื่นเสมอ

ขั้นทบทวนความรู้เดิม (ใช้เวลา 10 นาที)

5. ครูทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วในบทเรียนที่ผ่านมา เกี่ยวกับเรื่องสมบัติของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ การหาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติโดยใช้ตารางสำเร็จรูป ที่เรียนไปแล้วโดยนำแบบฝึกหัดที่ 2.2 ข้อ 1 – 5 มาร่วมกันเฉลยและตรวจความถูกต้อง แล้วให้แก้ไขข้อที่ผิดส่งครู สำหรับแบบฝึกหัดเพิ่มเติมให้นักเรียนส่งให้ครูตรวจก่อน แล้วจึงนำไปแก้ไขข้อผิดโดยดูเฉลยในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. ครูบรรยายเพิ่มเติมว่า ต่อไปนี้เป็นเรื่องของลักษณะการคำนวณหาค่ามาตรฐานเมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาให้ การคำนวณหาค่าสถิติต่างๆ เมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาให้ การแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ขอให้นักเรียนตั้งใจเรียนและทำตามลำดับขั้นตอนของแต่ละบทเรียน และเมื่อเรียนครบทุกบทเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนด้วย

ขั้นการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

6. ครูให้นักเรียนเข้าสู่ระบบของบทเรียน
7. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง การหาค่ามาตรฐาน (Z) จากพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ
8. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง การหาข้อมูลดิบ (X) จากพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ
9. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา
10. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน
11. ให้นักเรียนออกจากระบบ shutdown และปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

ขั้นการปฏิบัติกิจกรรม

13. ให้นักเรียนเข้าสู่ระบบการเรียน (A₃) ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแจกแจงปกติ (ภายในเวลา 5 นาที)

14. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเพื่อศึกษาเนื้อหาและฝึกคิดคำนวณ หาค่ามาตรฐานโดยกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติให้จากตัวอย่างและแบบฝึกในบทเรียนจนเข้าใจและคิดได้อย่างคล่องแคล่ว (P_1) พร้อมทั้งให้สรุปสูตรหรือตัวอย่างที่น่าสนใจลงในแบบบันทึกกิจกรรมในคู่มือการใช้บทเรียน (ภายในเวลา 10 นาที)

15. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเพื่อศึกษาเนื้อหาและฝึกคิดคำนวณเกี่ยวกับการหาข้อมูลดิบ (X) โดยกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติให้จากตัวอย่างและแบบฝึกในบทเรียนจนเข้าใจและคิดได้อย่างคล่องแคล่ว (P_2) พร้อมทั้งให้สรุปสูตรหรือตัวอย่างที่น่าสนใจลงในแบบบันทึกกิจกรรมในคู่มือการใช้บทเรียน (ภายในเวลา 10 นาที)

16. ให้นักเรียนเข้าสู่บทเรียนเพื่อศึกษาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาและฝึกแก้โจทย์ปัญหา (P_3) เรื่องพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ จากตัวอย่างและแบบฝึกในบทเรียนจนเข้าใจและคิดได้อย่างคล่องแคล่ว (ภายในเวลา 10 นาที)

17. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 จำนวน 10 ข้อ (ภายในเวลา 15 นาที)

18. ครูคอยดูแลให้คำแนะนำการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างใกล้ชิด พร้อมสังเกตความกระตือรือร้น ตรงต่อเวลา (A_1) การทำงานอย่างเป็นระบบ (A_2) ความซื่อสัตย์ (A_3)

19. ให้นักเรียนออกจากระบบ shutdown และปิดเครื่องคอมพิวเตอร์

ขั้นสรุป (ใช้เวลา 5 นาที)

19. ให้นักเรียนเขียนสรุปเกี่ยวกับการคำนวณหาค่ามาตรฐานเมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาให้ การคำนวณหาค่าสถิติต่างๆ เมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาให้ การแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ และส่งครูในชั่วโมงต่อไป (A_1)

20. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2.2 ข้อ 6 – 8 ในหนังสือเรียนเป็นการบ้าน และส่งในชั่วโมงต่อไป

ขั้นประเมินผล

21. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของบทเรียนโดยใช้คู่มือการใช้บทเรียนได้อย่างถูกต้อง

22. สังเกตความกระตือรือร้น ความตรงต่อเวลา ทำงานเป็นระบบ ความซื่อสัตย์

23. สังเกตการตอบคำถาม การแก้ปัญหา การสื่อสารและนำเสนอ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

24. ให้ทำแบบทดสอบประจำบทเรียนหน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ จำนวน 10 ข้อ

25. ตรวจแบบฝึกหัดชุดที่ 5

26. ตรวจแบบฝึกหัดที่ 2.2 ข้อ 1 – 5

4. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. สังเกตการปฏิบัติกิจกรรมของบทเรียนโดยใช้คู่มือการใช้บทเรียนได้อย่างถูกต้อง

2. แบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

3. แบบทดสอบท้ายบทเรียนหน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ จำนวน 10 ข้อ

4. แบบฝึกหัดชุดที่ 5
5. แบบฝึกหัดที่ 2.2 ข้อ 6 - 8
6. แบบสังเกตพฤติกรรม

5. การวัดผลและประเมินผล

ด้าน	การวัด	เกณฑ์การประเมิน	เครื่องมือที่ใช้
1. ด้านความรู้	1. ทดสอบความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์	1. ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป	1. แบบทดสอบประจำหน่วยที่ 3 จำนวน 10 ข้อ
2. ด้านทักษะ/ กระบวนการ	2. สังเกตการอธิบายให้เหตุผล การแก้ปัญหา การเชื่อมโยง ความรู้คณิตศาสตร์	2. ปฏิบัติกิจกรรมได้ ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป	2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนหน่วยที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ (ต่อ)
3. ด้านคุณลักษณะ	3. สังเกตพฤติกรรม การทำงานอย่างเป็นระบบ ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ	3. มีความตรงต่อเวลา และให้ความร่วมมือ การปฏิบัติตามข้อตกลง ทำงานเป็นขั้นตอน	3. แบบสังเกตพฤติกรรม

6. บันทึกหลังสอน

ผลการสอน นักเรียนสามารถที่เข้าสู่ระบบของบทเรียนได้อย่างคล่องแคล่วและดำเนินการเข้าสู่บทเรียน ศึกษาบทเรียนและบันทึกใบงานสรุป จากนั้นนักเรียนเข้าสู่ระบบการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนด้วยความสนุกสนาน แต่หลายคนยังทำแบบทดสอบผิดพลาดและเห็นคะแนนของตนเองต่ำ จึงขอเวลาทบทวนอีกครั้งและทำแบบทดสอบใหม่

ปัญหาและอุปสรรค ระบบของบทเรียนลุ่มบ่อขึ้นเนื่องจากยังมีนักเรียนบางคนที่ยังฝืนไม่ทำข้อสอบข้อนั้นและกดข้ามไปทำข้อต่อไป ทำให้ระบบลุ่ม

ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข ให้นักเรียนทุกคนรีเซ็ตเครื่องและเข้าสู่ระบบบทเรียนใหม่อีกครั้ง และกำชับไม่ให้นักเรียนข้ามข้อที่ทำได้ทั้งไป ไม่เช่นนั้นต้องเสียเวลาเริ่มระบบใหม่

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นายมงคล จิตรโสภิต)

เฉลยใบงานสรุป

ชุดที่ 5 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ

จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

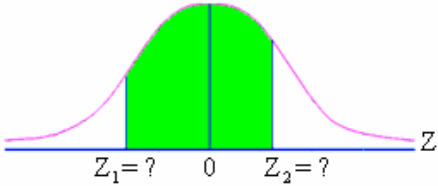
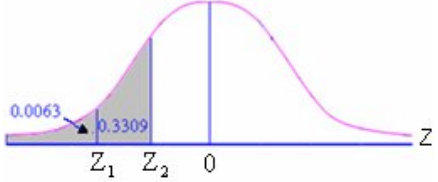
1. การหาค่ามาตรฐาน (Z) เมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาให้ สามารถทำได้โดย นำค่าของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติที่กำหนดให้มาเปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ว่าตรงกับค่ามาตรฐาน (Z) ที่เท่าใด และนั่นคือคำตอบที่ต้องการ

2. การหาข้อมูลดิบ (X) เมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาให้ สามารถทำได้โดย นำค่าของพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติที่กำหนดให้มาเปิดตารางพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ ว่าตรงกับค่ามาตรฐาน (Z) ที่เท่าใด จากนั้นนำค่ามาตรฐานมาคำนวณหาค่าของข้อมูลดิบ (X) จากสูตรของค่ามาตรฐาน ผลลัพธ์คือคำตอบที่ต้องการ

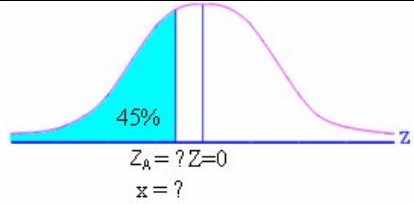
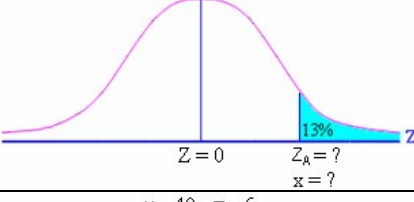
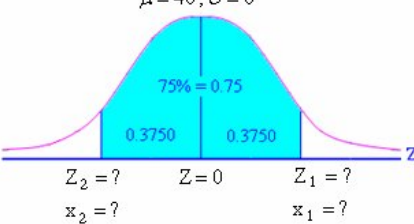


เฉลยแบบฝึกหัด ชุดที่ 5

1. เมื่อกำหนดพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานบริเวณที่แรเงาของรูปต่อไปนี้

ข้อ	พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ	จงหาค่า (Z)
1		$Z_1 = -2.77, Z_2 = 1.02$
2		$Z_1 \approx -2.495, Z_2 = -0.42$

2. เมื่อกำหนดพื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานบริเวณที่แรเงาของรูปต่อไปนี้ จงหาค่าของข้อมูลดิบ (x) เมื่อกำหนดให้ $\mu = 40, \sigma = 6$ (โดยการใช้ค่าใกล้เคียง)

ข้อ	พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติ	จงหาค่า (x)
1		$x = 39.22$
2		$x = 46.78$
3		$x_1 = 46.90, x_2 = 33.10$



แบบทดสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม
ชุดที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ที่ 1 คำนวณหาค่ามาตรฐานของข้อมูลที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง

- จากผลการสอบวิชาภาษาอังกฤษมีการแจกแจงปกติ และมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ 54 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 คะแนน ค่ามาตรฐานของคะแนนระหว่าง 40 คะแนน ถึง 60 คะแนน เป็นเท่าใด (ความเข้าใจ)

ก. -0.4 ถึง 0.6 ข. -1.4 ถึง 0.6 ค. -1.6 ถึง 0.8 ง. -1.6 ถึง 1.8
- ในการสอบครั้งหนึ่ง นางสาวอรุณี ได้คะแนน 80 คะแนน ซึ่งเปลี่ยนเป็นค่ามาตรฐานได้เป็น 2.0 ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนในการสอบครั้งนี้คือ 60 คะแนน และนักเรียนสอบครั้งนี้ด้วย โดยนักเรียนสอบได้คะแนน 75 คะแนน คะแนนสอบของนักเรียนคิดเป็นคะแนนมาตรฐานได้เท่าใด (ความเข้าใจ)

ก. -1.5 ข. 0.5 ค. 1.5 ง. 2.5

จุดประสงค์ข้อที่ 2 เปรียบเทียบข้อมูลต่าง ๆ โดยใช้ค่ามาตรฐานได้

- นักเรียนคนหนึ่งสอบวิชาภาษาอังกฤษและวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งมีคะแนนเต็ม 100 คะแนนเท่ากัน ได้ 72 คะแนน และ 75 คะแนน ตามลำดับ ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนห้องนี้เป็น 70 และ 10 คะแนน และของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์เป็น 73 และ 16 คะแนน ตามลำดับ ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนคนนี้ (การวิเคราะห์)

ก. เรียนวิชาภาษาอังกฤษดีกว่าวิชาคณิตศาสตร์
 ข. เรียนวิชาคณิตศาสตร์ดีกว่าวิชาภาษาอังกฤษ
 ค. เรียนได้ดีทั้งสองวิชา
 ง. ยังสรุปไม่ได้
- ในการสอบครั้งหนึ่งมีวิชาที่ต้องสอบ 2 วิชา ปรากฏว่าจากผู้เข้าสอบทั้งหมดผู้ที่ได้คะแนนรวมสามอันดับแรก คือ นางสาวศิริพร นางสาวศิริวรรณ นายสมเกียรติ ซึ่งได้คะแนนดังต่อไปนี้

	วิชาที่ 1	วิชาที่ 2
นางสาวศิริพร	70	72
นางสาวศิริวรรณ	80	65
นายสมเกียรติ	72	73
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	75	70
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5	10

อยากทราบว่าในการสอบครั้งนี้ ใครสอบได้คะแนนดีที่สุด และใครได้สอบได้คะแนนรองลงมาตามลำดับ (การวิเคราะห์)

- ก. นางสาวศิริพร นางสาวศิริวรรณ นายสมเกียรติ
- ข. นางสาวศิริวรรณ นายสมเกียรติ และนางสาวศิริพร
- ค. นางสาวศิริพร นายสมเกียรติ นางสาวศิริวรรณ
- ง. นายสมเกียรติ นางสาวศิริพร นางสาวศิริวรรณ

จุดประสงค์ข้อที่ 3 คำนวณหาค่าข้อมูลดิบ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลนั้น ๆ ได้ถูกต้อง เมื่อกำหนดค่ามาตรฐานและค่าที่เกี่ยวข้องให้

5. คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 73 และ 16 คะแนน ตามลำดับ ถ้าค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชานี้ของนักเรียนคนหนึ่ง คือ 0.5 อยากทราบว่า นักเรียนคนนี้สอบได้ที่คะแนน (การนำไปใช้)

- ก. 81 คะแนน ข. 85 คะแนน ค. 90 คะแนน ง. 95 คะแนน

6. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ปรากฏว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มนี้เป็น 18 คะแนน เกณฑ์ตัดสินต้องได้คะแนนคิดเป็นค่ามาตรฐานไม่ต่ำกว่า 1.5 ปรากฏว่าผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่า 117 คะแนน ถือว่าสอบตก ถามว่าในการสอบคราวนี้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มนี้เป็นเท่าใด (การนำไปใช้)

- ก. 81 คะแนน ข. 85 คะแนน ค. 90 คะแนน ง. 95 คะแนน

7. ในการสอบวัดความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่งซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 575 คะแนน และถ้านักเรียนเป็นนักเรียนอยู่ในห้องเรียนนี้ สอบได้คะแนน 705 คะแนน ซึ่งคิดเป็นค่ามาตรฐานได้ 2 จงหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสอบครั้งนี้ (การนำไปใช้)

- ก. 42 คะแนน ข. 45 คะแนน ค. 50 คะแนน ง. 65 คะแนน

จุดประสงค์ข้อที่ 4 บอกสมบัติของค่ามาตรฐานได้ถูกต้อง

8. ข้อใดกล่าวถึงสมบัติของค่ามาตรฐานไม่ถูกต้อง (ความรู้ความจำ)

- ก. ค่ามาตรฐานเป็นค่าที่ไม่มีหน่วยกำกับ
- ข. ค่ามาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1
- ค. ค่ามาตรฐานของข้อมูลใดๆ จะเป็นจำนวนบวกหรือจำนวนลบก็ได้
- ง. ค่ามาตรฐานจะเป็นจำนวนบวกหรือจำนวนลบขึ้นอยู่กับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จุดประสงค์ข้อที่ 5 นำความรู้เรื่องค่ามาตรฐานไปแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง

9. ในการสอบชิงทุนการศึกษา นายประพันธ์ ซึ่งสอบได้ที่ 1 ได้คะแนน 650 คะแนน และ น.ส.มะลิวัลย์ ซึ่งสอบได้ที่ 10 ได้คะแนน 540 คะแนน ถ้าคะแนนมาตรฐานของนายประพันธ์ และ น.ส.มะลิวัลย์ เป็น 3 และ 1.9 ตามลำดับ จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบครั้งนี้ (การนำไปใช้)

ก. $\mu = 350, \sigma = 100$

ข. $\mu = 400, \sigma = 100$

ค. $\mu = 450, \sigma = 100$

ง. $\mu = 350, \sigma = 120$

10. ถ้าคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 70 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 คะแนน นักเรียนจะได้เกรดตามช่วงค่ามาตรฐาน (Z) ดังนี้

$Z \geq 2.25$ ได้ระดับคะแนน A

$1.50 \leq Z < 2.25$ ได้ระดับคะแนน B⁺

$0.75 \leq Z < 1.50$ ได้ระดับคะแนน B

$0.00 \leq Z < 0.75$ ได้ระดับคะแนน C⁺

$-0.75 \leq Z < 0.00$ ได้ระดับคะแนน C

$-1.50 \leq Z < -0.75$ ได้ระดับคะแนน D⁺

$-2.25 \leq Z < -1.50$ ได้ระดับคะแนน D

$Z < -2.25$ ได้ระดับคะแนน F

นักเรียนจะต้องทำคะแนนต่ำสุดเท่าไร จึงไม่ติด F (การนำไปใช้)

ก. 45.5 คะแนน

ข. 47.5 คะแนน

ค. 52.5 คะแนน

ง. 55.5 คะแนน

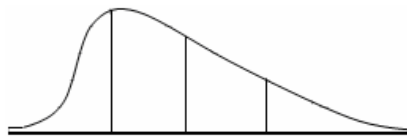
แบบทดสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม
ชุดที่ 2 เรื่อง การแจกแจงปกติและเส้นโค้งปกติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
มีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ข้อ 6 บอกความหมายของการแจกแจงข้อมูลด้วยกราฟเส้นโค้งแบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

1. พื้นที่ใต้เส้นโค้งของความถี่หมายถึงข้อใด (ความเข้าใจ)

ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล	ข. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
ค. ความถี่ของข้อมูล	ง. ค่าฐานนิยมของข้อมูล
2. จากกราฟในข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุด (ความเข้าใจ)

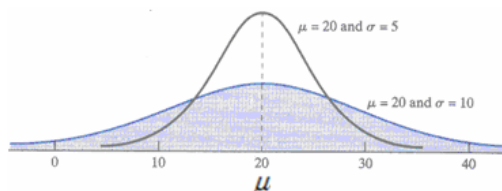


- | | |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะมีค่าน้อยที่สุด | ข. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะมีค่ามากที่สุด |
| ค. ค่าฐานนิยมมีค่ามากที่สุด | ง. ค่ามัธยฐานมีค่ามากที่สุด |

จุดประสงค์ข้อ 7 อธิบายถึงลักษณะของการแจกแจงปกติได้ถูกต้อง

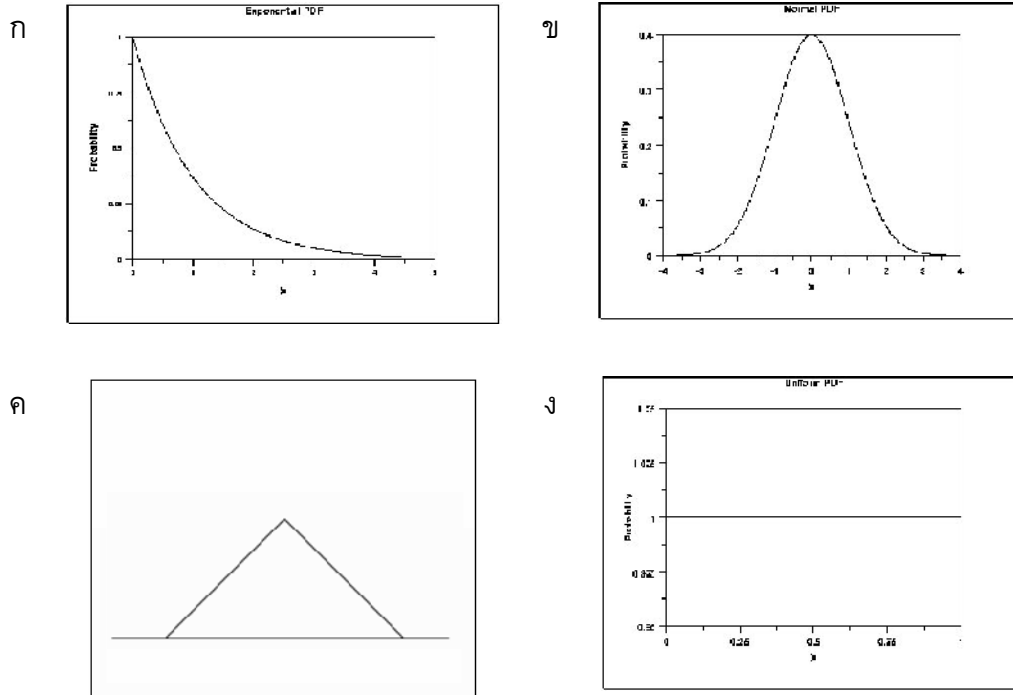
3. ลักษณะของเส้นโค้งของการแจกแจงปกติขึ้นอยู่กับค่าใดต่อไปนี้ (ความเข้าใจ)

ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและมัธยฐาน	
ข. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและฐานนิยม	
ค. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
ง. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
4. จากรูป ข้อใดกล่าวถูกต้อง (ความเข้าใจ)



- | | |
|--|--|
| ก. โค้งปกติ 2 รูปนี้ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากัน แต่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตไม่เท่ากัน | |
| ข. โค้งปกติ 2 รูปนี้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากัน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานก็เท่ากัน | |
| ค. เส้นโค้งปกติ 2 รูปนี้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตต่างกันและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่างกัน | |
| ง. โค้งปกติ 2 รูปนี้ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากัน แต่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่างกัน | |

5. เกี่ยวกับเส้นโค้งปกติ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
- เส้นโค้งปกติเป็นโค้งรูปสมมาตร
 - เส้นโค้งปกติเป็นเส้นโค้งประชันคว่ำ
 - ปลายโค้งทั้งสองข้างไม่ตัดกับฐาน
 - ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมไม่จำเป็นต้องเท่ากัน
6. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของการแจกแจงปกติไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)
- เส้นโค้งปกติจะมีความโค้งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฐานนิยม
 - ถ้าข้อมูลมีการกระจายมากเส้นโค้งปกติจะมีความโค้งน้อย
 - ถ้าข้อมูลมีการกระจายน้อยเส้นโค้งปกติจะมีความโค้งมาก
 - จุดยอดโค้งอยู่กึ่งกลางของเส้นโค้งแสดงถึงค่าข้อมูลที่มีความถี่สูงสุด
7. จากรูป การแจกแจงข้อมูลในข้อใดที่เป็นการแจกแจงแบบปกติ (ความรู้ความจำ)



จุดประสงค์ข้อ 8 อธิบายถึงสมบัติของการแจกแจงแบบปกติได้ถูกต้อง

8. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของการแจกแจงแบบปกติ (ความเข้าใจ)
- การแจกแจงแบบปกติต้องมีพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติต้องมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ
 - การแจกแจงแบบปกติต้องมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมเท่ากัน
 - การแจกแจงแบบปกติต้องมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตมากกว่ามัธยฐานมากกว่าฐานนิยม
 - การแจกแจงแบบปกติเป็นการแจกแจงความถี่ของข้อมูลซึ่งเส้นโค้งมีลักษณะเป็นรูปประชัน

9. จากสมบัติของเส้นโค้งปกติ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- ก. เส้นโค้งความถี่เป็นเส้นโค้งปกติ หรือรูปประฆังคว่ำ
- ข. ฐานของโค้งปกติที่อยู่ทางด้านซ้ายของแกนสมมาตร แสดงถึงค่าของข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- ค. เส้นโค้งปกติจะมีความโด่งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการกระจายของข้อมูล
- ง. ปลายเส้นโค้งทั้งสองข้างเมื่อต่อออกไปจะตัดกับแกนนอน

10. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

- ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชฌิม และฐานนิยมมีค่าเท่ากัน และจะอยู่ ณ จุดที่เส้นตรงซึ่งลากผ่านจุดโด่งสุดของเส้นโค้งนั้นตั้งฉากกับแกนนอน
- ข. เส้นตรงที่ลากจากจุดโด่งสุดของเส้นโค้ง และตั้งฉากกับแกนนอน จะเป็นแกนสมมาตรซึ่งทำให้ส่วนของเส้นโค้งปกติทั้งสองด้านสมมาตรกัน
- ค. ปลายทั้งสองข้างของเส้นโค้งปกติจะค่อยๆ ลาดลงสู่แกนนอน แต่จะไม่ตัดแกนนอน
- ง. การกระจายของข้อมูลที่มีการแจกแจงความถี่เป็นเส้นโค้งปกติถ้าข้อมูลชุดใดมีการกระจายมาก เส้นโค้งปกติจะมีความโด่งมากหรือค่อนข้างโด่งถ้าข้อมูลชุดใดมีการกระจายน้อย เส้นโค้งปกติจะมีความโด่งน้อยหรือค่อนข้างแบน

แบบทดสอบย่อยวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม
ชุดที่ 3 เรื่อง พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
มีทั้งหมด 10 ข้อ เวลา 15 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ข้อ 9 บอกสมบัติของเส้นโค้งปกติได้ถูกต้อง

1. จากสมบัติของเส้นโค้งปกติ ข้อใดกล่าว ไม่ถูกต้อง (ความรู้ความจำ)
 - ก. เส้นโค้งความถี่เป็นเส้นโค้งปกติ หรือรูประฆังคว่ำ
 - ข. ปลายเส้นโค้งทั้งสองข้างเมื่อต่อออกไปจะไม่ตัดกับแกนนอน
 - ค. เส้นโค้งปกติจะมีความโด่งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล
 - ง. ฐานของโค้งปกติที่อยู่ทางด้านซ้ายของแกนสมมาตร แสดงถึงค่าของข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต

จุดประสงค์ที่ 10 หาพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติโดยใช้ตารางสำเร็จรูปได้ถูกต้อง

2. พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน 0 กับ 2.60 เป็นเท่าใด (ความเข้าใจ)

ก. 0.4953	ข. 0.4778	ค. 0.4783	ง. 0.4798
-----------	-----------	-----------	-----------
3. พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐาน ระหว่างค่ามาตรฐาน -0.25 กับ 1.30 เป็นเท่าใด (ความเข้าใจ)

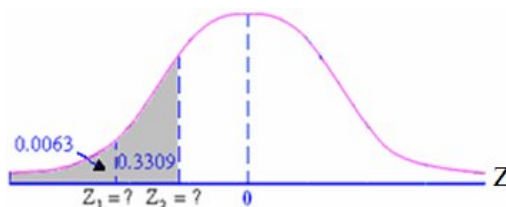
ก. 0.9998	ข. 0.5019	ค. 0.4938	ง. 0.4940
-----------	-----------	-----------	-----------
4. พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติระหว่างค่ามาตรฐาน -2.21 กับ -0.39 เป็นเท่าใด (ความเข้าใจ)

ก. 0.3437	ข. 0.3437	ค. 0.3347	ง. 0.4373
-----------	-----------	-----------	-----------
5. พื้นที่ภายใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานทางด้านซ้ายของค่ามาตรฐาน -1.47 เป็นเท่าใด (ความเข้าใจ)

ก. 0.0708	ข. 0.0803	ค. 0.1809	ง. 0.2908
-----------	-----------	-----------	-----------

จุดประสงค์ข้อ 11 คำนวณหาค่ามาตรฐาน (Z) ได้ถูกต้องเมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติให้

6. จากรูป จงหาค่า Z_1, Z_2 (ใช้ค่าโดยประมาณ) (การนำไปใช้)



- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| ก. $Z_1 = -2.77, Z_2 = 1.02$ | ข. $Z_1 = -2.49, Z_2 = -0.42$ |
| ค. $Z_1 = 2.77, Z_2 = 3.02$ | ง. $Z_1 = 2.49, Z_2 = 0.42$ |

จุดประสงค์ข้อ 12 คำนวณหาข้อมูลดิบ (X) ได้ถูกต้องเมื่อกำหนดพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติและค่าอื่น ๆ ให้

7. จงหาข้อมูลที่มีค่ามาตรฐาน -1.5 ชุดของข้อมูลมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 90 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10 (การนำไปใช้)

ก. 65

ข. 70

ค. 75

ง. 95

8. กำหนดให้ข้อมูลชุดหนึ่ง มีการแจกแจงปกติ โดยมี $\mu = 40, \sigma = 6$ จงหาข้อมูลที่มีข้อมูลอื่นน้อยกว่าอยู่ 45% (การวิเคราะห์)

ก. 39.25

ข. 42.22

ค. 45.22

ง. 45.50

9. ระดับสติปัญญาของผู้สมัครงาน 600 คน ของบริษัทแห่งหนึ่ง มีการแจกแจงปกติ โดยมีระดับสติปัญญาเฉลี่ย 115 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 12 ถ้าบริษัทต้องการรับพนักงานที่มีระดับสติปัญญาอย่างน้อย 125 จงหาว่าผู้สมัครงานเหล่านี้มีจำนวนกี่คนที่จะไม่ได้รับการคัดเลือก สมมติว่าในการคัดเลือกมิได้พิจารณาคุณสมบัติข้ออื่นเลย (การนำไปใช้)

ก. 458 คน

ข. 465 คน

ค. 478 คน

ง. 488 คน

จุดประสงค์ข้อ 13 นำความรู้เรื่องพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาใช้แก้โจทย์ปัญหาได้

10. การสอบวิชาภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10 ถ้านางสาวชื่นจิตและนางสาวชื่นใจ สอบได้คะแนนคิดเป็นค่ามาตรฐานแล้วรวมกันเป็น 3 จงหาผลรวมของคะแนนทั้งสองคน

ก. 110 คะแนน

ข. 130 คะแนน

ค. 135 คะแนน

ง. 145 คะแนน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม
เรื่อง การแจกแจงปกติ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีทั้งหมด 20 ข้อ เวลา 60 นาที

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์ที่ 1 กำหนดค่ามาตรฐานของข้อมูลที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง

1. ผลการสอบวิชาภาษาอังกฤษมีการแจกแจงปกติ และมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบ 54 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 คะแนนคะแนนมาตรฐานที่นักเรียนได้คะแนนระหว่าง 35 คะแนน ถึง 50 คะแนน อยู่ในช่วงใด (ความเข้าใจ)

ก. มากกว่า -0.5 แต่ไม่ต่ำกว่า -1.5

ข. มากกว่า -1.9 แต่ไม่ต่ำกว่า -0.4

ค. มากกว่า 1.9 แต่ไม่ต่ำกว่า 0.4

ง. มากกว่า -0.4 แต่ไม่ต่ำกว่า 1.9

จุดประสงค์ที่ 2 นำค่ามาตรฐานไปเปรียบเทียบกับข้อมูลต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

2. ในการสอบครั้งหนึ่งมีวิชาที่ต้องสอบ 2 วิชา ปรากฏว่าจากผู้เข้าสอบทั้งหมดมีผู้ที่ได้คะแนนรวมกันสูงสุด 3 คน คือ นางสาวศิริพร นางสาวศิริวรรณ นายสมเกียรติ ซึ่งได้คะแนนดังต่อไปนี้

	วิชาที่ 1	วิชาที่ 2
นางสาวศิริพร	70	72
นางสาวศิริวรรณ	80	65
นายสมเกียรติ	72	73
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	75	70
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5	10

อยากทราบว่าในการสอบครั้งนี้ ใครสอบได้คะแนนดีที่สุด และใครสอบได้คะแนนรองลงมาตามลำดับ (ความเข้าใจ)

- ก. นางสาวศิริพร นางสาวศิริวรรณ นายสมเกียรติ
 ข. นางสาวศิริวรรณ นายสมเกียรติ นางสาวศิริพร
 ค. นางสาวศิริพร นายสมเกียรติ นางสาวศิริวรรณ
 ง. นายสมเกียรติ นางสาวศิริพร นางสาวศิริวรรณ
3. ถ้าคะแนนสอบวิชาต่างๆ ของ ด.ญ.มนัสชนก ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแต่ละวิชาของนักเรียนทั้งหมดในชั้นที่ ด.ญ.มนัสชนก เรียนอยู่เป็นดังนี้

วิชา	คะแนนที่สอบได้	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ภาษาไทย	80	85	15
ภาษาอังกฤษ	60	75	20
วิทยาศาสตร์	70	65	5
คณิตศาสตร์	75	65	5

ด.ญ.มนัสชนก เรียนวิชาไหนได้ดีที่สุด (ความเข้าใจ)

ก. ภาษาไทย

ข. ภาษาอังกฤษ

ค. วิทยาศาสตร์

ง. คณิตศาสตร์

จุดประสงค์ที่ 3 คำนวณหาค่าข้อมูลดิบ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลนั้น ๆ ได้เมื่อกำหนดค่ามาตรฐานให้

4. ในการสอบวิชาคณิตศาสตร์ปรากฏว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มนี้เป็น 18 คะแนน เกณฑ์ตัดสินต้องได้คะแนนที่คิดเป็นค่ามาตรฐานไม่ต่ำกว่า 1.5 ปรากฏว่าผู้ที่ได้คะแนนต่ำกว่า 117 คะแนน ถือว่าสอบตก ถามว่าในการสอบคราวนี้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มนี้เป็นเท่าใด (การนำไปใช้)

ก. 70	ข. 75	ค. 85	ง. 90
-------	-------	-------	-------
5. ในการสอบวิชาเคมีของนักเรียนห้องหนึ่ง ปรากฏว่าคะแนนที่นายกันทำได้เท่ากับ 30 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานเท่ากับ 1 ส่วนนายแสนทำได้เท่ากับ 15 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานเท่ากับ -2 จงหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสอบครั้งนี้ (การนำไปใช้)

ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 25 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 คะแนน
ข. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 30 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 คะแนน
ค. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 35 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5 คะแนน
ง. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 45 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6 คะแนน
6. ในการสอบครั้งหนึ่ง นายธนวิชได้คะแนน 75 คะแนน ซึ่งเปลี่ยนเป็นค่ามาตรฐานจะได้ 1.5 ถ้าค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนในการสอบครั้งนี้คือ 63 คะแนน ถ้านายธวัชชัยสอบครั้งนี้ด้วยและนายธวัชชัยสอบได้ 50 คะแนน จงหาค่ามาตรฐานของคะแนนของนายธวัชชัย (การนำไปใช้)

ก. -2.6	ข. -1.6	ค. 0.6	ง. 1.6
---------	---------	--------	--------

จุดประสงค์ที่ 4 บอกสมบัติของค่ามาตรฐานได้ถูกต้อง

7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

ก. ลักษณะการกระจายของค่ามาตรฐานเหมือนกับการกระจายของข้อมูลดิบ
ข. ค่ามาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นศูนย์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นหนึ่ง
ค. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่ามาตรฐานของข้อมูลต้องมีหน่วยกำกับ
ง. ค่ามาตรฐานที่เป็นลบ แสดงว่าข้อมูลนั้นน้อยกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต และถ้าเป็นจำนวนบวกแสดงว่าข้อมูลนั้นมากกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิต

จุดประสงค์ที่ 5 นำความรู้เรื่องค่ามาตรฐานไปแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง

8. การสอบวิชาภาษาไทยมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 50 คะแนนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 10 คะแนน ถ้านางสาวชื่นจิตและนางสาวชื่นใจ สอบได้คะแนนคิดเป็นค่ามาตรฐานแล้วรวมกันเป็น 3 จงหาผลรวมของคะแนนทั้งสองคน (การนำไปใช้)

ก. 90 คะแนน	ข. 110 คะแนน	ค. 130 คะแนน	ง. 135 คะแนน
-------------	--------------	--------------	--------------
9. ในการสอบคัดเลือกเข้าทำงานแห่งหนึ่ง มีวิชาที่ต้องสอบ 2 วิชา ปรากฏว่าจากผู้สมัครทั้งหมดมีผู้ที่ได้คะแนน 3 อันดับแรก คือ นางสาววิชุดา นางสาวสุกานดา และนางสาวนันทนา ซึ่งได้คะแนนดังนี้

	วิชาที่ 1	วิชาที่ 2
นางสาววิชุดา	70	72
นางสาวสุกานดา	80	65
นางสาวนันทนา	72	76
ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	75	70
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5	10

ถ้าหน่วยงานแห่งนี้ต้องการรับเพียงคนเดียวและสำรองหนึ่งคนผู้ที่ได้รับการคัดเลือกไว้เป็นตัวจริง และตัวสำรองคือใคร (การวิเคราะห์)

- ก. นางสาววิชุดาเป็นตัวจริง นางสาวนันทนาเป็นตัวสำรอง
- ข. นางสาวสุกานดาเป็นตัวจริง นางสาวนันทนาเป็นตัวสำรอง
- ค. นางสาวนันทนาเป็นตัวจริง นางสาววิชุดาเป็นตัวสำรอง
- ง. นางสาววิชุดาเป็นตัวจริง นางสาวสุกานดาเป็นตัวสำรอง

10. คะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์มีการแจกแจงปกติ มีค่าเฉลี่ยเลขคณิต 70 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 10 คะแนน ถ้านักเรียนสอบได้ค่ามาตรฐาน 2.50 นักเรียนสอบได้กี่คะแนน (การนำไปใช้)

- ก. 76 คะแนน
- ข. 79 คะแนน
- ค. 85 คะแนน
- ง. 95 คะแนน

จุดประสงค์ที่ 6 บอกความหมายของการแจกแจงข้อมูลด้วยกราฟเส้นโค้งแบบต่าง ๆ ได้

11. พื้นที่ใต้เส้นโค้งของความถี่หมายถึงข้อใด (ความเข้าใจ)

- ก. ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล
- ข. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
- ค. ค่าฐานนิยมของข้อมูล
- ง. ความถี่ของข้อมูล

จุดประสงค์ที่ 7 อธิบายถึงลักษณะของการแจกแจงปกติได้ถูกต้อง

12. ข้อใดกล่าวถึงลักษณะของการแจกแจงปกติไม่ถูกต้อง (ความเข้าใจ)

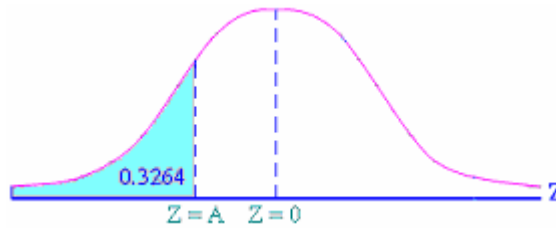
- ก. จุดยอดโค้งจะอยู่กึ่งกลางของเส้นโค้งปกติ
- ข. ถ้าข้อมูลมีการกระจายมากเส้นโค้งปกติจะมีความโค้งน้อย
- ค. ถ้าข้อมูลมีการกระจายน้อยเส้นโค้งปกติจะมีความโค้งมาก
- ง. เส้นโค้งปกติจะมีความโค้งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับฐานนิยม

จุดประสงค์ที่ 8 อธิบายถึงสมบัติของการแจกแจงแบบปกติได้ถูกต้อง

13. ข้อใดไม่ใช่สมบัติของการแจกแจงแบบปกติ (ความเข้าใจ)

- ก. การแจกแจงแบบปกติต้องมีพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติต้องมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ
- ข. การแจกแจงแบบปกติต้องมีค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมเท่ากัน
- ค. การแจกแจงแบบปกติต้องมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตมากกว่ามัธยฐานมากกว่าฐานนิยม
- ง. การแจกแจงแบบปกติเป็นการแจกแจงความถี่ของข้อมูลซึ่งเส้นโค้งมีลักษณะเป็นรูปประฆัง

19. จากรูป จงหาค่า A เมื่อกำหนดให้พื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาตรฐานด้านซ้ายมือของค่ามาตรฐาน A คือ 0.3264 (การนำไปใช้)



- ก. -1.45 ข. -0.45 ค. -0.35 ง. -0.25

จุดประสงค์ที่ 14 นำความรู้เรื่องพื้นที่ใต้เส้นโค้งปกติมาใช้แก้โจทย์ปัญหาได้

20. การสอบวิชาสถิติระดับปริญญาตรีปี 1 ของสถาบันอุดมศึกษาแห่งหนึ่งมีนักศึกษาเข้าสอบ 300 คน โดยคะแนนสอบมีการแจกแจงปกติซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 45 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 15 คะแนน ถ้าทางสถาบันต้องการเลือกคนสอบได้คะแนนยอดเยี่ยม 6 คน เพื่อเข้าเรียนโดยไม่ต้องเสียค่าเล่าเรียนสถาบันจะยึดถือคะแนนดิบเท่าใดเป็นหลัก

- ก. 70 คะแนนขึ้นไป ข. 76 คะแนนขึ้นไป
ค. 80 คะแนนขึ้นไป ง. 85 คะแนนขึ้นไป

ภาคผนวก ง

1. แบบสอบถามการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
2. แบบสอบถามการสร้างแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
3. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ด้านเนื้อหา
4. แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” ด้านเทคโนโลยีการศึกษา
5. แบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

แบบสอบถาม

เรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง แบบประเมินชุดนี้แบ่งเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญ

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความเป็นจริง และเติมคำหรือข้อความลงใน

ช่องว่าง

1. ชื่อ.....นามสกุล.....
2. คุณวุฒิทางการศึกษา
 - ปริญญาตรี หรือเทียบเท่า สาขา.....
 - ปริญญาโท หรือเทียบเท่า สาขา.....
 - ปริญญาเอก หรือเทียบเท่า สาขา.....
 - อื่นๆ (โปรดระบุ).....
3. ตำแหน่งทางวิชาการ
 - อาจารย์
 - ผู้ช่วยศาสตราจารย์
 - รองศาสตราจารย์
 - ศาสตราจารย์
4. ประสบการณ์ด้านการสอน
 - ระดับอุดมศึกษา.....ปี
 - ระดับมัธยมศึกษา.....ปี
 - รองศาสตราจารย์.....ปี
 - ศาสตราจารย์.....ปี

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างเพื่อแสดงระดับความคิดเห็น เห็นด้วย ไม่แน่ใจ และ
ไม่เห็นด้วย กับข้อความต่างๆ ดังนี้

ข้อความถาม	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
ด้านรายละเอียดหน้าโฮมเพจ			
1. ควรระบุชื่อวิชา ระบุชื่อผู้สอน			
2. ควรระบุหัวข้อเรื่อง สำคัญสำคัญของรายวิชา			
3. ควรระบุผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจากการเรียน			
4. ควรมีคำอธิบายคำแนะนำการใช้บทเรียน			
5. ควรมีรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลของผู้สอน			
6. ควรมีรายละเอียดข้อมูลของผู้เรียน			
7. ควรมีการเข้าสู่ระบบของผู้เรียนโดยการใส่ชื่อและรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ห้องเรียน			
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
8. เนื้อหาควรมีความสมบูรณ์ในตนเองสำเร็จรูป			
9. เนื้อหาควรมีลักษณะเป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม			
10. เนื้อหาควรมีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ กราฟิก และเสียง			
11. ควรมีการใช้คำถามและกระตุ้นผู้เรียนในการเรียนรู้			
12. ควรมีสถานการณ์ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหา			
13. ควรมีการสร้างจุดเชื่อมโยงไปยังแหล่งเสริมความรู้ที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียน			
14. ควรมีการติดต่อระหว่างผู้เรียนและผู้เรียน ตลอดจนผู้เรียนและผู้สอนโดยใช้กระดานข่าว			
15. ควรมีการติดต่อระหว่างผู้เรียนและผู้สอนโดยใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์			
16. ควรมีการติดต่อระหว่างผู้เรียนและผู้เรียน ตลอดจนผู้เรียนและผู้สอนโดยใช้ห้องสนทนา			
17. ควรมีการติดต่อระหว่างผู้เรียนและผู้สอนโดยใช้โทรศัพท์			

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
ด้านการวัดและประเมินผล			
18. ควรมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนด้วยตนเองผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต			
19. ควรมีแบบทดสอบท้ายบทเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต			
20. ควรมีการให้แรงเสริมแก่ผู้เรียนเมื่อตอบคำถามถูกต้อง			
21. ควรมีการแสดงผลของคะแนนเมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบท้ายบทเรียน			
22. ควรมีการแสดงค่าของผลคะแนนเป็นร้อยละในการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนของผู้เรียน			
ด้านการนำเสนอผลงาน			
23. ควรมีการส่งเสริมการทำกิจกรรมของผู้เรียนด้านการใช้ความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้			
24. ควรมีส่วนให้ผู้เรียนได้แสดงผลงานของตนเอง			
25. ควรมีการร่วมแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้สอน ตลอดจนผลงานของผู้เรียน			

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

แบบสอบถาม

เรื่อง การสร้างแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างเพื่อแสดงระดับความคิดเห็น เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย และ
ไม่เห็นด้วย กับข้อความต่างๆ ดังนี้

ข้อความ	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
ด้านลักษณะของตัวอักษร ข้อความ กราฟิก			
1. รูปภาพและกราฟิกที่ใช้ประกอบในบทเรียน			
2. รูปแบบของตัวอักษร			
3. สีของตัวอักษรที่ใช้ในเนื้อหาบทเรียน			
4. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียน			
5. เสียงประกอบบทเรียน			
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
6. ลักษณะและวิธีการเข้าสู่บทเรียน			
7. การเรียนการสอนช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามอิสระ			
8. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกเวลา			
9. ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาได้ตามต้องการ			
10. นักเรียนสามารถย้อนกลับไปศึกษาบทเรียนได้ตามต้องการ			
ด้านการติดต่อปฏิสัมพันธ์			
11. ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน			
12. ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน			
13. ผู้เรียนสามารถติดต่อได้ทั้งในและนอกเวลาเรียน			
14. การมีหลากหลายช่องทางในการติดต่อสื่อสาร			
15. ช่วยเสริมสร้างความกล้าในการถามและแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน			

ข้อคำถาม	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย
ด้านบรรยากาศในการเรียนและการเชื่อมโยงแหล่งความรู้เพิ่มเติม			
16. นักเรียนเรียนอย่างมีความสุขในการเรียน			
17. นักเรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่องตามความต้องการของตนเอง			
18. นักเรียนสามารถเรียนได้แม้ว่าไม่ได้อยู่ในห้องเรียน			
19. นักเรียนสามารถค้นคว้าความรู้จากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง			
20. นักเรียนสามารถนำความรู้จากการเรียนไปประยุกต์สู่การเรียนรู้ใหม่ได้ด้วยตนเอง			
ด้านการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ			
21. การมีรูปภาพประกอบช่วยให้เข้าใจและน่าสนใจมากขึ้น			
22. การทำแบบฝึกหัดผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต			
23. การทำแบบทดสอบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต			
24. การแสดงผลคะแนนของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ			
25. การใช้อักษรที่เน้นข้อความในแบบฝึกหัด			
ด้านการเข้าสู่ระบบ รูปแบบ และการใช้บทเรียน			
26. ระยะเวลาในการโหลดข้อมูล			
27. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง			
28. วิธีการเข้าสู่ระบบการเรียน			
29. การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง			
30. รูปแบบการเรียนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต			

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินคุณภาพ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พ.ศ. 2552

สำหรับผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา

ผู้ประเมิน..... วันที่..... ปีการศึกษา.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย “✓” ลงในช่องว่างทางขวามือ ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง					
1.1 วัตถุประสงค์มีความชัดเจน					
1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์					
1.3 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบทเรียน					
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.5 ลำดับขั้นในการดำเนินเรื่อง					
1.6 ความชัดเจนในการดำเนินเรื่อง					
1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน					
1.8 ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการเรียน					
1.9 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง					
รวมคะแนน					
2. แบบทดสอบ					
2.1 ความชัดเจนของคำสั่ง					
2.2 ความสอดคล้องระหว่างบททดสอบกับเนื้อหา					
2.3 จำนวนข้อของแบบทดสอบ					
2.4 ชนิดของแบบทดสอบที่เลือกใช้					
2.5 ความเหมาะสมของคำถาม					
2.6 ความเหมาะสมของตัวเลือก					
2.7 ความสัมพันธ์ของเวลาในการทำแบบทดสอบ					
2.8 วิธีการสรุปคะแนนรวม					
รวมคะแนน					

ข้อเสนอนี้

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์

แบบประเมินคุณภาพ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พ.ศ. 2552

สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา

ผู้ประเมิน..... วันที่..... ปี

การศึกษา.....

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย "✓" ลงในช่องว่างทางขวามือ ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

เรื่องที่ประเมิน	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
1. ภาพและภาษา					
1.1 ความตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ					
1.2 ความสอดคล้องระหว่างภาพเนื้อหา					
1.3 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน					
1.4 ภาพกราฟิกที่ใช้ประกอบบทเรียน					
1.5 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้					
รวมคะแนน					
2. ตัวอักษรและสี					
2.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ					
2.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้					
2.3 สีของตัวอักษร โดยภาพรวม					
2.4 สีของพื้นหลังบทเรียนโดยภาพรวม					
2.5 สีของภาพกราฟิก โดยภาพรวม					
รวมคะแนน					
3. การจัดการบทเรียน					
3.1 การนำเสนอชื่อเรื่องหลักของบทเรียน					
3.2 การนำเสนอชื่อเรื่องย่อยของบทเรียน					
3.3 การควบคุมบทเรียน เช่น การใช้เมาส์					
3.4 การออกแบบหน้าจอภาพโดยภาพรวม					

เรื่องที่ประเมิน	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
	5	4	3	2	1
3.5 การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน					
3.6 ความเหมาะสมในการจัดการของบทเรียนเพื่อจัดเก็บไฟล์ข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน					
3.7 ความเหมาะสมของคำถามระหว่างบทเรียน					
รวมคะแนน					

ข้อเสนอแนะ

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

คำชี้แจง

1. แบบวัดความพึงพอใจฉบับนี้ เป็นแบบวัดความพึงพอใจในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ” มีจำนวน 33 ข้อ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย “✓” ลงในช่องว่างทางขวามือ ที่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนเพียงช่องเดียว คำตอบของนักเรียนนั้นไม่ถูกหรือผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีความรู้สึกที่แตกต่างกันไป
3. ในแต่ละช่องที่แสดงความพึงพอใจ มีความหมายดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นมากที่สุด
พึงพอใจมาก	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นมาก
พึงพอใจมากปานกลาง	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นปานกลาง
พึงพอใจน้อย	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อย
พึงพอใจน้อยที่สุด	หมายความว่า	นักเรียนเห็นด้วยกับข้อความนั้นน้อยที่สุด

ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ด้านลักษณะของตัวอักษร ข้อความ กราฟิก					
1. รูปภาพและกราฟิกที่ใช้ประกอบในบทเรียนทำให้บทเรียนน่าสนใจ					
2. รูปแบบของตัวอักษรอ่านง่ายและชัดเจน					
3. สีของตัวอักษรที่ใช้ในเนื้อหาบทเรียน สีพื้น จอ สี ภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้บทเรียนน่าสนใจ					
4. ขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในบทเรียนมีความเหมาะสม					
5. เสียงประกอบบทเรียนทำให้มีความสุขในการเรียน					
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน					
6. ลักษณะและวิธีการเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ					
7. กิจกรรมในบทเรียนช่วยให้ข้าพเจ้าค้นพบความรู้ด้วยตนเอง					
8. กิจกรรมในบทเรียนช่วยพัฒนาความคิดของข้าพเจ้า					
9. กิจกรรมในบทเรียนช่วยฝึกให้ข้าพเจ้าทำงานอย่างเป็นระบบ					
10. กิจกรรมในบทเรียนกระตุ้นให้ข้าพเจ้าเกิดการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง					
ด้านการติดต่อปฏิสัมพันธ์					
11. ข้าพเจ้าสามารถมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนในชั้นเรียน					
12. ข้าพเจ้าสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอน					
13. การมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนทำให้ข้าพเจ้าเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
14. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีหลากหลายช่องทางในการติดต่อสื่อสาร					
15. บทเรียนช่วยเสริมสร้างความกล้าในการถามและแสดงความคิดเห็นของข้าพเจ้า					

ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ด้านบรรยากาศในการเรียนและการเชื่อมโยงแหล่งความรู้เพิ่มเติม					
16. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้ข้าพเจ้าเรียนอย่างมีความสุข					
17. ข้าพเจ้าสามารถใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่องตามความต้องการของข้าพเจ้า					
18. กิจกรรมในบทเรียนช่วยส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนของข้าพเจ้ามากขึ้น					
19. บทเรียนนี้ช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถค้นคว้าความรู้จากแหล่งเรียนรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง					
ด้านการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ					
20. แบบฝึกหัดในบทเรียนช่วยฝึกทักษะการคิดคำนวณของข้าพเจ้า					
21. แบบฝึกหัดในบทเรียนช่วยให้ข้าพเจ้าทำงานอย่างเป็นระบบ					
22. โจทย์ปัญหาในบทเรียนช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาของข้าพเจ้า					
23. การแสดงผลคะแนนของแบบฝึกหัดและแบบทดสอบในบทเรียนทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจในการเรียน					
24. การมีรูปภาพประกอบในแบบฝึกหัดทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจมากขึ้น					
ด้านการเข้าสู่ระบบ รูปแบบ และการใช้บทเรียน					
25. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ใช้ระยะเวลาในการโหลดข้อมูลรวดเร็ว					
26. ข้าพเจ้าสามารถแก้ปัญหาในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ได้ด้วยตนเอง					
27. การนำเข้าสู่บทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีความน่าสนใจ					

ข้อความ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
28. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยในการเรียนรู้ด้วยตนเองของข้าพเจ้า					
29. รูปแบบการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต					
30. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ช่วยให้ข้าพเจ้าเรียนรู้ได้ตามอิสระ					
31. คำสั่ง/เครื่องหมายบอกเส้นทางไปยังส่วนต่างๆ ของเนื้อหาหรือกิจกรรมในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีความชัดเจน					
32. การสรุปเนื้อหาสาระสำคัญในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความถูกต้อง กระชับ และเข้าใจง่าย					
33. กิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ข้าพเจ้ามีกำลังใจอยากเรียน อยากทำ และก่อให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์					
รวมคะแนน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์

ภาคผนวก จ

1. ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน
2. ภาพกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”

ตัวอย่างบทเรียน หน่วยที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน

The image displays two screenshots of a web-based learning environment. The top screenshot shows a user interface with a header 'Your best choice!' and a main content area with a rainbow background. A callout box points to a menu item labeled 'บทเรียนเรื่องค่ามาตรฐาน' (Lesson on Standard Value). Another callout box points to a button labeled 'แบบทดสอบก่อนเรียน' (Pre-test). The bottom screenshot shows a 'Pre-test' section titled 'ITEM SUBJECTS' with a list of four multiple-choice questions in Thai. The questions are:

1. ค่ามาตรฐานของข้อมูลที่มีลักษณะเป็นเชิงปริมาณคือข้อใด
2. ค่ามาตรฐานของข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากชุดข้อมูลใด
3. ค่ามาตรฐานของข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของข้อมูลเชิงปริมาณ
4. ค่ามาตรฐานของข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของข้อมูลเชิงปริมาณ

At the bottom of the pre-test section, there is a 'ส่งคำตอบ' (Submit Answer) button.

Srinakharinwirot University :: E-learning for School - Windows Internet Explorer

http://www.sru.ac.th/learningfor-school/

จุดประสงค์การเรียนรู้

- สามารถหาค่าของค่ามาตรฐาน
- สามารถหาพื้นที่ของค่ามาตรฐาน
- สามารถเปรียบเทียบข้อมูล
- การคำนวณค่ามาตรฐาน
- การหาค่ามาตรฐานเฉลี่ย
- แนวคิดทฤษฎีที่ 1
- การหาพื้นที่ของค่ามาตรฐาน
- การหาพื้นที่เฉลี่ยเลขคณิต
- การหาพื้นที่ของค่ามาตรฐาน

บทเรียนที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน (Standard Score)

จุดประสงค์การเรียนรู้
เมื่อเรียนหัวข้อนี้แล้วผู้เรียนสามารถที่จะคำนวณ ค่ามาตรฐาน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลได้

1. ลักษณะความหมาย ความสำคัญ และสิ่งที่ต้องคำนึงถึง
2. จำนวนค่ามาตรฐานของข้อมูลที่สามารถหาได้
3. ขั้นตอนการหาค่ามาตรฐาน โดยที่ค่ามาตรฐานได้

1. ความหมายค่าข้อมูลดิบ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลได้ (เรื่องค่ามาตรฐาน)

2. การหาพื้นที่ของค่ามาตรฐาน

3. การหาพื้นที่ของค่ามาตรฐาน

start | Windows Internet Explorer

http://www.sru.ac.th/learningfor-school/

ความหมายของค่ามาตรฐาน

ความหมายของค่ามาตรฐาน

ค่ามาตรฐาน (Standard score)

คือ จำนวนที่นำมาใช้เปรียบเทียบข้อมูลของตัวแปรตั้งแต่สองตัวขึ้นไปว่าข้อมูลใดมีค่ามากกว่ากัน

โดยใช้สูตร $Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

"ก่อนที่จะนำข้อมูลต่างๆ มาบอกกว่าข้อมูลใดดีกว่ากัน เราจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับอะไรบางอย่าง...?"

ข้อมูลต่อไปนี้ เป็นคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนห้องหนึ่ง จำนวน 50 คน เป็นดังนี้

32	25	50	65	25	45	29	35	33	39
45	37	40	31	27	39	39	48	42	51
22	26	25	33	39	46	47	48	51	23
33	35	48	25	24	26	39	47	46	35
32	25	28	34	47	46	52	44	43	29

ข้อมูลที่ยกตัวอย่างนี้ เป็นข้อมูลดิบ (X) เพียง 1 ชุด หากเราจะนำมาเปรียบเทียบกัน เราต้องดำเนินการดังนี้

start | Windows Internet Explorer

http://www.sru.ac.th/learningfor-school/

การหาค่ามาตรฐาน

การหาค่ามาตรฐานของข้อมูลดิบเพียงชุดเดียว					การหาค่ามาตรฐานของข้อมูลดิบสองชุด				
อันดับ	คะแนนเชิงทศนิยม (X)	(X - μ)	(X - μ) ²	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	อันดับ	คะแนนเชิงทศนิยม (X)	(X - μ)	(X - μ) ²	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	32	-7.5	56.25	0.75	1	45	7.5	56.25	0.75
2	25	-14.5	210.25	1.45	2	37	-7.5	56.25	0.75
3	50	3.5	12.25	0.35	3	40	-4.5	20.25	0.45
4	65	18.5	342.25	1.85	4	31	-15.5	240.25	1.55
5	25	-14.5	210.25	1.45	5	27	-11.5	132.25	1.15
6	45	5.5	30.25	0.55	6	39	3.5	12.25	0.35
7	29	-11.5	132.25	1.15	7	39	3.5	12.25	0.35
8	35	-5.5	30.25	0.55	8	48	14.5	210.25	1.45
9	33	-7.5	56.25	0.75	9	42	7.5	56.25	0.75
10	39	-1.5	2.25	0.15	10	47	12.5	156.25	1.25
11	22	-18.5	342.25	1.85	11	48	13.5	182.25	1.35
12	26	-14.5	210.25	1.45	12	51	16.5	272.25	1.65
13	25	-14.5	210.25	1.45	13	23	-18.5	342.25	1.85
14	50	3.5	12.25	0.35	14	33	-11.5	132.25	1.15
15	65	18.5	342.25	1.85	15	48	14.5	210.25	1.45
16	25	-14.5	210.25	1.45	16	25	-14.5	210.25	1.45
17	45	5.5	30.25	0.55	17	28	-11.5	132.25	1.15
18	29	-11.5	132.25	1.15	18	34	-5.5	30.25	0.55
19	35	-5.5	30.25	0.55	19	47	12.5	156.25	1.25
20	33	-7.5	56.25	0.75	20	46	11.5	132.25	1.15
21	39	-1.5	2.25	0.15	21	52	18.5	342.25	1.85
22	22	-18.5	342.25	1.85	22	44	11.5	132.25	1.15
23	26	-14.5	210.25	1.45	23	43	-10.5	110.25	1.05
24	25	-14.5	210.25	1.45	24	43	-10.5	110.25	1.05
25	50	3.5	12.25	0.35	25	29	-11.5	132.25	1.15
26	65	18.5	342.25	1.85	26	43	-10.5	110.25	1.05
27	25	-14.5	210.25	1.45	27	29	-11.5	132.25	1.15
28	45	5.5	30.25	0.55	28	43	-10.5	110.25	1.05
29	29	-11.5	132.25	1.15	29	29	-11.5	132.25	1.15
30	35	-5.5	30.25	0.55	30	29	-11.5	132.25	1.15
31	33	-7.5	56.25	0.75	31	29	-11.5	132.25	1.15
32	39	-1.5	2.25	0.15	32	29	-11.5	132.25	1.15
33	22	-18.5	342.25	1.85	33	29	-11.5	132.25	1.15
34	26	-14.5	210.25	1.45	34	29	-11.5	132.25	1.15
35	25	-14.5	210.25	1.45	35	29	-11.5	132.25	1.15
36	50	3.5	12.25	0.35	36	29	-11.5	132.25	1.15
37	65	18.5	342.25	1.85	37	29	-11.5	132.25	1.15
38	25	-14.5	210.25	1.45	38	29	-11.5	132.25	1.15
39	45	5.5	30.25	0.55	39	29	-11.5	132.25	1.15
40	29	-11.5	132.25	1.15	40	29	-11.5	132.25	1.15
41	35	-5.5	30.25	0.55	41	29	-11.5	132.25	1.15
42	33	-7.5	56.25	0.75	42	29	-11.5	132.25	1.15
43	39	-1.5	2.25	0.15	43	29	-11.5	132.25	1.15
44	22	-18.5	342.25	1.85	44	29	-11.5	132.25	1.15
45	26	-14.5	210.25	1.45	45	29	-11.5	132.25	1.15
46	25	-14.5	210.25	1.45	46	29	-11.5	132.25	1.15
47	50	3.5	12.25	0.35	47	29	-11.5	132.25	1.15
48	65	18.5	342.25	1.85	48	29	-11.5	132.25	1.15
49	25	-14.5	210.25	1.45	49	29	-11.5	132.25	1.15
50	45	5.5	30.25	0.55	50	29	-11.5	132.25	1.15

http://localhost/hibs/oa2.xls - Windows Internet Explorer

การหาความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

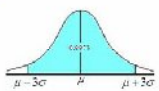
เลขที่	คะแนนเชิงทฤษฎี (X)	$(X - \mu)^2$	ส่วนเบี่ยงเบน	เลขที่	คะแนนเชิงทฤษฎี (X)	$(X - \mu)^2$	ส่วนเบี่ยงเบน
11				1	11		
12	5	42		2	29		
13	6	21		3	6		
14	4	47		4	26		
15	4	47		5	10		
16	-	-		6	49		
17	2	21		7	6		
18	-	-		8	30		
19	7	28		9	46		
20	0	27		10	39		
21	sum			รวม	492		
22	mean			เฉลี่ย	9.34		
23	std			std			

จงเขียนฟังก์ชันและค่าเฉลี่ยเป็นอย่างไรบ้าง
เฉลยคำตอบ


ความสำคัญของค่ามาตรฐาน

1.2 ความสำคัญของค่ามาตรฐาน

- ค่ามาตรฐานจะบอกให้ทราบว่าค่าสังเกตนั้นๆ อยู่ห่างจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็นกี่เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และอยู่ใต้นหางโลเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ย



- ค่าสังเกตที่มากกว่าค่าเฉลี่ยจะมีค่ามาตรฐานเป็นจำนวนบวก ส่วนค่าสังเกตที่น้อยกว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะมีค่ามาตรฐานเป็นจำนวนลบ ค่าสังเกตที่เท่ากับค่าเฉลี่ยเลขคณิตจะมีค่ามาตรฐานเป็นศูนย์

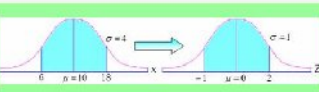


- เราจะแปลงค่าสังเกตหรือค่ามาตรฐานจากค่าสังเกตแต่ละชุดที่มีการแจกแจงแบบสมมาตร เพื่อให้ข้อมูลมีมาตรฐานเดียวกัน เนื่องจากค่ามาตรฐานเป็นค่าที่ไม่มีหน่วยกำกับแล้วจึงนำค่ามาตรฐานมาเปรียบเทียบกัน

สมบัติของค่ามาตรฐาน

1.3 สมบัติของค่ามาตรฐาน

- ค่ามาตรฐานเป็นจำนวนที่ไม่มีหน่วยกำกับ
- ค่ามาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเป็น 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1
- ค่ามาตรฐานของข้อมูลใดๆ จะเป็นจำนวนบวกหรือจำนวนลบก็ได้
- ค่ามาตรฐานจะอยู่ระหว่าง ± 3
- ลักษณะการกระจายของค่ามาตรฐานเหมือนกับการกระจายของข้อมูลดิบ



www.ck12.org - Windows Internet Explorer

การเปรียบเทียบข้อมูล

Welcome

2.1 การเปรียบเทียบข้อมูล

เราทราบมาแล้วว่าการเปรียบเทียบค่าของข้อมูลตั้งแต่สองค่าขึ้นไปที่มาจากข้อมูลคนละชุดว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่เพียงไร บางครั้งเราไม่สามารถเปรียบเทียบกันโดยตรงได้ ทั้งนี้เนื่องจากค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลแต่ละชุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมักจะไม่เท่ากัน

ดังนั้น เพื่อให้การเปรียบเทียบมีความถูกต้องมากขึ้น เราจะต้องแปลงค่าสังเกตหรือค่ามาตรฐานจากค่าสังเกตแต่ละชุดที่มีการแจกแจงแบบสมมาตร เพื่อให้ข้อมูลมีมาตรฐานเดียวกัน เพราะเนื่องจากตามาตรฐานเป็นค่าที่ไม่มีความหมายถ้าไม่แล้วจึงนำค่ามาตรฐานมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งค่ามาตรฐานของข้อมูลใดมากกว่า ก็ว่าข้อมูลนั้นดีกว่าข้อมูลที่มีค่ามาตรฐานน้อยกว่า

การคำนวณค่ามาตรฐาน

Welcome

นักเรียนลองพิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้นี้ครับ

ตัวอย่างที่ 1

จากการสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนจำนวน 45 คนซึ่งมีการแจกแจงปกติแล้วได้ค่าคะแนนทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตได้ 54 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานคือ 10 คะแนน จงหาว่า

1. ถ้านักเรียนได้คะแนน 85 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้เท่าไร
2. ถ้าถ.ญ. วชิราสอบได้ 54 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้เท่าไร
3. ค่ามาตรฐานที่นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้คะแนนระหว่าง 40 คะแนน ถึง 60 คะแนน เป็นเท่าไร

1. ถ้านักเรียนได้คะแนน 85 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้เท่าไร

$$\text{คะแนนจุด} \quad Z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

2. ถ้าถ.ญ. วชิราสอบได้ 54 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้เท่าไร

1.5
 0.9
 0
 1.5

3. ค่ามาตรฐานที่นักเรียนกลุ่มหนึ่งได้คะแนนระหว่าง 40 คะแนน ถึง 60 คะแนน เป็นเท่าไร

-2.4 ถึง 1.6
 -2.0 ถึง 1.6
 -1.6 ถึง 0.6
 1.4 ถึง 0.6

...อ่านต่อครับ...

วิธีทำข้อ 1

วิธีทำ หา Z เมื่อ $X = 85$, $\mu = 54$ และ $\sigma = 10$

จากค่ามาตรฐานของ X คือ $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{85 - 54}{10} = 3.1$

ดังนั้น ถ้านักเรียนได้คะแนน 85 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้ 3.1

จากนั้นดูค่ามาตรฐาน เป็นค่าที่ได้มาจาก การนำข้อสอบ (X) ไปลบกับค่าเฉลี่ยข้อสอบแล้วหารค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไว้ในข้อสอบ และข้อสอบ (X) คือคะแนนสอบ 80 คะแนน ค่าเฉลี่ยข้อสอบทั้งหมดคือ 54 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบในครั้งนั้นคือ 10 คะแนน เมื่อคำนวณแล้วได้ค่ามาตรฐาน คือ 3.1

คลิกเพื่อดูคำตอบ
Click Here

*** ** ** ** **

วิธีทำข้อ 2

วิธีทำ หา Z เมื่อ $X = 54$, $\mu = 54$ และ $\sigma = 10$

จากค่ามาตรฐานของ X คือ $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{54 - 54}{10} = 0$

ดังนั้น ถ้านักเรียนได้คะแนน 54 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้ 0

หากนักเรียนทำข้อสอบ (X) คือคะแนนสอบ 54 คะแนนกับค่าเฉลี่ยข้อสอบของคะแนนทั้งหมดคือ 54 คะแนน ซึ่งก็คือหากนักเรียนคำนวณแล้วได้ค่ามาตรฐาน เป็น 0

คลิกเพื่อดูคำตอบ
Click Here

ถ้าได้คะแนนข้อสอบ (X) มีค่าเท่ากับค่าเฉลี่ยของข้อสอบ ค่ามาตรฐานจะเป็น 0 เสมอ

เมื่อนักเรียนได้คะแนน 40 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้ ดังนี้

วิธีทำ หา Z เมื่อ $X = 40$, $\mu = 54$ และ $\sigma = 10$

จากค่ามาตรฐานของ X คือ $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{40 - 54}{10} = -1.4$

ดังนั้น ถ้านักเรียนได้คะแนน 40 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้ -1.4

ข้อสังเกต... การสอบครั้งที่นักเรียนได้ 54 คะแนน คิดได้ 40 คะแนน หากนักเรียนได้ค่าเฉลี่ยค่าคะแนนเฉลี่ย ค่ามาตรฐานที่ได้จะเป็นลบ...

เมื่อนักเรียนได้คะแนน 60 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้ ดังนี้

วิธีทำ จากค่ามาตรฐานของ X คือ $Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{60 - 54}{10} = 0.6$

ดังนั้น ถ้านักเรียนได้คะแนน 60 คะแนน คิดเป็นค่ามาตรฐานได้ 0.6

ดังนั้นข้อ 3 ถูก เพราะ ถ้า คะแนนที่นักเรียนได้คือ คะแนนรวม 40 คะแนน ถึง 60 คะแนน

จากรูปต่อไปนี้...นักเรียนจะหาอย่างไรจึงจะสามารถบอกได้ว่า นักเรียนคนนี้เรียนวิชาอะไรดีกว่ากัน...?

ตัวอย่างที่ 2 นักเรียนคนหนึ่งสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 10 คะแนนเท่ากับ 100 คะแนนเท่ากับ 16 72 คะแนน และ 75 คะแนน ตามลำดับ ถ้าค่าเฉลี่ยกลางคือและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนคนนี้คือ 70 และ 10 คะแนน และค่าเฉลี่ยกลางคือและส่วนเบี่ยงเบนของวิชาคณิตศาสตร์คือ 73 และ 16 คะแนน ตามลำดับ จงเปรียบเทียบความถนัดของนักเรียนคนนี้ดีกว่ากัน

ตัวอย่างนี้ใช้เพื่อสอนนักเรียนเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ให้เป็นต้น สมมติว่า นักเรียนคนนี้เรียนวิชาภาษาอังกฤษ และเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นักเรียนจะหาอย่างไรจึงจะสามารถบอกได้ว่า นักเรียนคนนี้จะเรียนวิชาอะไรดีกว่ากัน? ลองดูค่ามาตรฐานของวิชาภาษาอังกฤษและวิชาคณิตศาสตร์ต่อไปนี้...

คลิกที่นี่

- ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษ คือ 0.1 วิชาคณิตศาสตร์ คือ 1.121
- ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษ คือ 0.2 วิชาคณิตศาสตร์ คือ 1.125
- ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษ คือ 1.2 วิชาคณิตศาสตร์ คือ 1.221
- ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษ คือ 1.5 วิชาคณิตศาสตร์ คือ 1.321

แล้วข้อนี้ นักเรียนสรุปได้ว่าอย่างไรดี...?

ตัวอย่างการคำนวณค่ามาตรฐานเพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน

แนวคิด

วิชา	ค่าเฉลี่ยของ X คือ	σ	$\frac{x-\mu}{\sigma}$
อังกฤษ	72-70	10	- 0.2
คณิตศาสตร์	75-73	16	- 0.125

ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษน้อยกว่าค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ แสดงว่า นักเรียนคนนี้เรียนวิชาภาษาอังกฤษได้ดีกว่าวิชาคณิตศาสตร์

"เห็นตัวอย่างแล้ว...เข้าใจหรือยังครับ"

คลิกที่นี่เพื่อดูคำตอบ

เหตุที่ต้องแปลงข้อมูลดิบ (X) ให้เป็นค่ามาตรฐาน

แนวคิด

การเปรียบเทียบค่าของข้อมูลตั้งแต่สองค่าขึ้นไปที่มาจากข้อมูลที่มีความแตกต่างกันหรือไม่เท่ากัน บางครั้งเราไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ ทั้งนี้เนื่องจากค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลแต่ละชุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมักจะแตกต่างกัน

ดังนั้น เพื่อให้การเปรียบเทียบมีความถูกต้องมากขึ้น จึงมีความจำเป็นต้องแปลงข้อมูลแต่ละชุดให้เป็นค่ามาตรฐาน (ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับหนึ่ง) โดยให้สูตรหาค่ามาตรฐานแล้วจึงเปรียบเทียบข้อมูลทั้งสองที่มาเพื่อหาว่าค่ามาตรฐานใด การแปลงข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัวให้เป็นค่ามาตรฐานนี้ โดยทั่วไปคือการแปลงข้อมูลให้มีค่ามาตรฐานที่ค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1

ตัวอย่างที่ 2 นักเรียนคนหนึ่งสำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 10 คะแนนเท่ากับ 100 คะแนนเท่ากับ 16 72 คะแนน และ 75 คะแนน ตามลำดับ ถ้าค่าเฉลี่ยกลางคือและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนสอบวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนคนนี้คือ 70 และ 10 คะแนน และค่าเฉลี่ยกลางคือและส่วนเบี่ยงเบนของวิชาคณิตศาสตร์คือ 73 และ 16 คะแนน ตามลำดับ จงเปรียบเทียบความถนัดของนักเรียนคนนี้ดีกว่ากัน

เป็นการหาค่ามาตรฐานของคะแนนสอบของนักเรียนแล้ว เราก็จะบอกได้ว่านักเรียนคนนี้เรียนวิชาอะไรดีกว่ากัน...ดังนั้น สรุปได้ว่า...


ค่ามาตรฐาน

ตัวอย่าง

ข้อ 1	จำนวนชายของ X คือ	x	$\frac{x - \mu}{\sigma}$	
	ดังนั้น ค่าเฉลี่ย ของคะแนนสอบวิชาเคมี เคียงคุณ		$\frac{71 - 70}{10}$	= 0.2
	คะแนนของคะแนนสอบวิชาฟิสิกส์ เคียงคุณ		$\frac{75 - 73}{16}$	= 0.125
			-	0.2

ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาฟิสิกส์ของคุณของนักเรียนคนหนึ่งสูงว่า ค่าเฉลี่ย ของคะแนนสอบวิชาฟิสิกส์ เคียงคุณ มากกว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบวิชาเคมี เคียงคุณได้กี่ % วิชาฟิสิกส์ เคียงคุณ

"เห็นตัวอย่างแล้ว... เข้าใจหรือยังครับ"



Click Here
คลิกเพื่อดูคำตอบ

1) การแปลงข้อมูลดิบ (x) ให้เป็นค่ามาตรฐาน

การแปลงค่าของข้อมูลของตัวแปรแต่ละตัวให้เป็นค่ามาตรฐาน คือการแปลงข้อมูลแต่ละตัวที่มีค่าตั้งแต่ลบเลขยกกำลังเท่ากับ 0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

ใช้สูตร ... $Z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma}$ เมื่อ ... i คือ 1, 2, 3, ..., N

Z_i	คือ ค่ามาตรฐาน ค่าที่ 1 ของตัวแปร x
X_i	คือ ค่าที่ 1 ของตัวแปร x
μ	คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูล
σ	คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลชุดนั้นๆ



หมายเหตุ : ค่าของ Z_i ซึ่งต้น อาจเรียกได้หลายชื่อ เช่น คะแนน Z (Z score) หรือค่า Z (Z value) หรือคะแนนมาตรฐาน (standard score) หรือค่ามาตรฐาน ซึ่งเป็นชื่อกลาง ๆ ใช้ได้ทั่วไปในวิชาของ Z_i จะเป็นคะแนนหรือไม่เป็นคะแนน อาจเป็นน้ำหนักตัว หรือ ราคาสินค้า ฯลฯ แต่ในการเรียนการสอนต่อไปนี้ใช้

ตัวอย่างที่ 3 จากข้อมูลต่อไปนี้

วิชา	จำนวนผู้สอบ	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
คณิตศาสตร์	200	76	10
ฟิสิกส์	100	80	20

กำหนดหมาย คะแนนวิชาฟิสิกส์ได้ 82 คะแนน และวิชาฟิสิกส์ได้ 90 คะแนน นายมานะเรียนวิชาอะไรได้ดีกว่ากัน

ลองคิดดูกันนะครับ... แล้วอย่าลืมว่า มีกฎเกณฑ์ไว้

- นายมานะเรียนวิชาภาษาฟิสิกส์ได้ดีกว่าวิชาคณิตศาสตร์
- นายมานะเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าวิชาภาษา ฟิสิกส์

อย่าลังใจ คิดไว้ให้ดี เรียนเอง คิดเอง การคำนวณค่ามาตรฐานเองครับ... ลองคิดดูจากตัวอย่างที่ 3 นี้ด้วยนะครับ

www.kit13.com/สอนคณิตศาสตร์ไทย - Windows Internet Explorer


วิชา	จำนวนผู้สอบ	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
คณิตศาสตร์	200	76	10
ฝรั่งเศส	100	80	20

กำหนดคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้ 82 คะแนน และวิชาฝรั่งเศสได้ 90 คะแนน นายมานะเห็นวิชาอะไรได้ดีกว่ากัน

วิธีทำ ค่ามาตรฐานของคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ = $\frac{82 - 76}{10} = \frac{6}{10} = 0.6$

ค่ามาตรฐานของคะแนนวิชาภาษาฝรั่งเศส = $\frac{90 - 80}{20} = \frac{10}{20} = 0.5$

ค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาคณิตศาสตร์ของนายมานะสูงกว่าค่ามาตรฐานของคะแนนสอบวิชาฝรั่งเศส ดังนั้น นายมานะจึงควรเลือกเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าวิชาภาษาฝรั่งเศส ครับ



start | สมบัติคณิตศาสตร์ | Local Internet | 100%

สมบัติที่ 14 เรื่อง การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย - Windows Internet Explorer

การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย


2) การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย (Z)

การเปรียบเทียบข้อมูลกรณีที่มีข้อมูลหลายชุด เราจะต้องแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นค่ามาตรฐาน แล้วนำค่ามาตรฐานของข้อมูลแต่ละชุดนั้นมาหาตามมาตรฐานเฉลี่ยจากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งเราสามารถหาค่ามาตรฐานเฉลี่ยได้ โดยใช้สูตร

$$Z = \frac{\sum Z_i}{N}$$

เมื่อ ... i คือ 1, 2, 3, ..., N

Z แทน ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของข้อมูล
 Z_i แทน ค่าที่ i ของตัวแปร Z



start | สมบัติคณิตศาสตร์ | Local Internet | 33.3%

สมบัติที่ 15 เรื่อง การหาค่ามาตรฐานเฉลี่ยที่ 1 - Windows Internet Explorer

ตัวอย่างที่ 4 ในการสอบคัดเลือกเข้าทำงานแห่งหนึ่ง มีวิชาที่ต้องสอบ 2 วิชา ปรากฏว่าจากผู้มีสิทธิ์ทั้งหมดมีผู้ที่จะเขารวมกันสามอันดับแรก คือ นางสาวสุชาดา นางสาวสุดารัตน์ และนางสาวจิตาซึ่งได้คะแนนดังต่อไปนี้

	วิชาที่ 1	วิชาที่ 2
นางสาวสุชาดา	70	72
นางสาวสุดารัตน์	80	65
นางสาวจิตา	72	76
ค่าเฉลี่ยของคณิตศาสตร์	75	70
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	5	10

สำนักงานแห่งนี้ต้องการรับเพียงคนเดียวและสำรองเงินเดือน ผู้ที่จะได้รับการคัดเลือกให้เป็นตัวจริง และตัวสำรองคือใคร

1. ค่ามาตรฐานของคะแนนของนางสาวสุชาดา เป็นเท่าใด

วิธีทำ ค่ามาตรฐาน Z₁ = $\frac{x_1 - \bar{x}}{\sigma}$

ค่ามาตรฐานของคะแนนของนางสาวสุชาดา

วิชาที่ 1 _____

วิชาที่ 2 _____

กรณีสี่ 15 การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย 1

ใช้ค่า ตาม เครื่องมือ Z , $\frac{\Sigma x - \mu}{n}$

คำนวณค่าของคะแนนเฉลี่ยของวิชาภาษาอังกฤษ

วิชาที่ 1

วิชาที่ 2

คำนวณฐานของคะแนนของนางสาวสวลัด

วิชาที่ 1

วิชาที่ 2

คำนวณฐานของคะแนนของนางสาวฉวีลา

วิชาที่ 1

วิชาที่ 2

คำนวณฐานเฉลี่ยของคะแนนของ 2 วิชาของนางสาวสวลัด

คำนวณฐานเฉลี่ยของคะแนนของ 2 วิชาของนางสาวฉวีลา

คำนวณฐานเฉลี่ยของคะแนนของ 2 วิชาของนางสาวสวลัด

เนื่องจากค่ามาตรฐานเฉลี่ยของคะแนนสอบทั้งสองวิชานางสาว สูงกว่าค่ามาตรฐานเฉลี่ยของคะแนนสอบทั้งสองวิชาของนางสาว และ

กรณีสี่ 15 การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย 1

เนื่องจากค่ามาตรฐานเฉลี่ยของคะแนนสอบทั้งสองวิชานางสาว สูงกว่าค่ามาตรฐานเฉลี่ยของคะแนนสอบทั้งสองวิชาของนางสาว และ

นางสาว ตามที่เขียน


ดังนั้น สวมใส่ค่านางสาว คือ มีสิทธิ์รับเข้าทำงาน และรับนางสาว เป็นตัวสำรอง

กรุณาคlickปุ่มหรือคลิกตรงตำแหน่งที่ถูกต้อง

คลิกที่นี่

- นางสาวสวลัด คือ ผู้มีคะแนนดีปานกลาง และมีนางสาวฉวีลาเป็นคู่แข่ง
- นางสาวฉวีลา คือ ผู้มีคะแนนดีปานกลาง และมีนางสาวสวลัดเป็นคู่แข่ง
- นางสาวสวลัด คือ ผู้มีคะแนนดีปานกลาง และมีนางสาวฉวีลาเป็นคู่แข่ง
- นางสาวสวลัด คือ ผู้มีคะแนนดีปานกลาง และมีนางสาวสวลัดเป็นคู่แข่ง

...ตัวอย่างการคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย 2 ...



กรณีสี่ 20 การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย 2

การคำนวณค่ามาตรฐานเฉลี่ย 2

Welcome

ดังตารางที่ 5 ให้นักเรียนเรียงเรียงกับคำนวณจำนวนนักเรียนค่า 3 ข้อดี พนักงาน 2 คนผลผลิตก็ยิ่งมากขึ้นส่วนที่ 3 ข้อดี โดยพิจารณาจากผลผลิตของงานของฝ่ายบริหารการดำเนินงานดังตาราง

พนักงาน	จำนวนผลิตที่เสร็จได้ใน		
	อาทิตย์ที่ 1	อาทิตย์ที่ 2	อาทิตย์ที่ 3
พนักงานที่ 1	10	4	7
พนักงานที่ 2	6	7	8
ค่าเฉลี่ยผลผลิต	7	5	10
จำนวนของคะแนน	3	2	1

- พนักงานที่ 1 ของฝ่ายบริหารมีผลผลิตดีกว่าพนักงานที่ 2
- พนักงานที่ 2 ของฝ่ายบริหารมีผลผลิตดีกว่าพนักงานที่ 1

>>> ทำแบบฝึกหัดเรื่องค่ามาตรฐานเฉลี่ย <<<

หน้าเว็บที่ 21 คำนวณค่าเฉลี่ยของฐานแบบ 2

ชนิดของฐาน	ส่วนที่ 1		
ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3
ค่ามาตรฐานของจำนวนเฉลี่ยค่าที่หักจากชนิดที่ 1 ของ A	$= \frac{3-7}{4} = -1$	$= \frac{4-8}{4} = -1$	$= \frac{7-15}{4} = -2$
ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของจำนวนเฉลี่ยค่าที่หักจากชนิดที่ 1 ของ A	$= \frac{14(2)(-1) + 2(-1) + 1(-2)}{4} = -1$		
ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 1	ชนิดที่ 2	ชนิดที่ 3
ค่ามาตรฐานของจำนวนเฉลี่ยค่าที่หักจากชนิดที่ 2 ของ A	$= \frac{6-7}{2} = -\frac{1}{2}$	$= \frac{7-6}{2} = \frac{1}{2}$	$= \frac{8-11}{2} = -\frac{3}{2}$
ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของจำนวนเฉลี่ยค่าที่หักจากชนิดที่ 2 ของ A	$= \left[\frac{1}{3} \left(-\frac{1}{2} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} \right) + \frac{1}{3} \left(-\frac{3}{2} \right) \right] = -\frac{1}{3}$		

จะได้ค่า ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของจำนวนเฉลี่ยค่าที่หักจากชนิดที่ 2 ของ A ได้เท่ากับ ค่ามาตรฐานเฉลี่ยของจำนวนเฉลี่ยค่าที่หักจากชนิดที่ 1 ของ A ได้ เพราะ
 ดังนั้นสรุปได้ว่า ค่ามาตรฐานของชนิดที่ 2 ของ A มีค่าเท่ากับ ค่ามาตรฐานของชนิดที่ 1

การหาค่ามาตรฐานเฉลี่ย ตามปฏิบัติดังนี้

1. คำนวณค่ามาตรฐานของค่าที่หักของแต่ละชุด
2. นำค่ามาตรฐานของค่าที่หักของแต่ละชุดมาหาค่ามาตรฐานเฉลี่ย
3. นำค่ามาตรฐานเฉลี่ยของค่าที่หักของแต่ละชุดมาหาค่ามาตรฐานเฉลี่ย

กลับไปตัวอย่างเดิม

หน้าเว็บที่ 22 แบบฝึกหัดชุดที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน

1. จงหาค่าเฉลี่ยของฐานแบบที่ 2 ของนักเรียนชายได้แก่

ชื่อ	ข้อมูล (X)	ค่าเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่ามาตรฐาน (Z)
1	40	50	10	<input type="text"/>
2	65	50	10	<input type="text"/>
3	75	50	10	<input type="text"/>
4	80	50	10	<input type="text"/>
5	85	50	10	<input type="text"/>

1.2

ชื่อ	ข้อมูล (X)	ค่าเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่ามาตรฐาน (Z)
------	------------	---------------	--------------------------	----------------

หน้าเว็บที่ 22 แบบฝึกหัดชุดที่ 1 เรื่อง ค่ามาตรฐาน

1.2

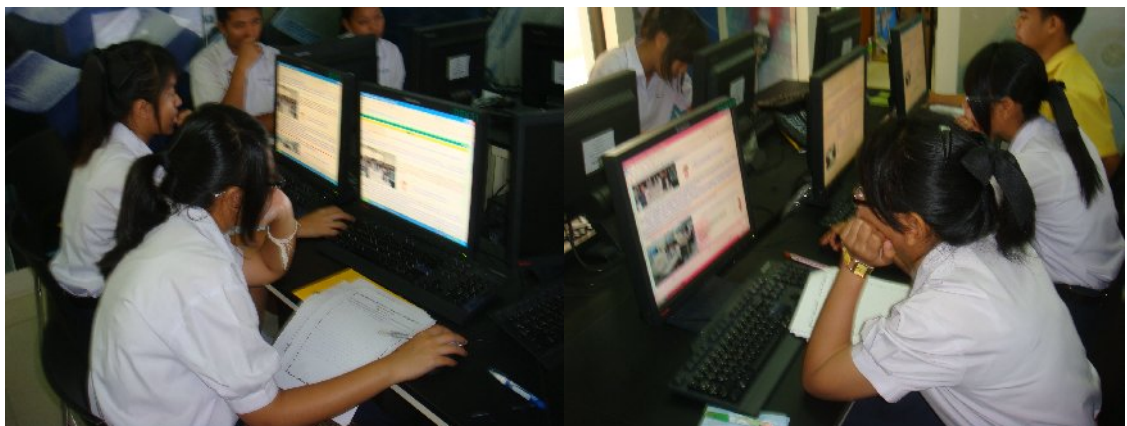
ชื่อ	ข้อมูล (X)	ค่าเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่ามาตรฐาน (Z)
1	80	40	10	<input type="text"/>
2	80	50	10	<input type="text"/>
3	80	60	10	<input type="text"/>
4	80	70	10	<input type="text"/>
5	80	80	10	<input type="text"/>

1.3

ชื่อ	ข้อมูล (X)	ค่าเฉลี่ย (M)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S)	ค่ามาตรฐาน (Z)
1	45	50	5	<input type="text"/>
2	65	50	10	<input type="text"/>

บรรยากาศการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแจกแจงปกติ”







ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความพึงพอใจ และสื่อเทคโนโลยีการศึกษา

1. อาจารย์ประสาท สอำนาจศ์
ข้าราชการบำนาญ อดีตรองอธิบดีกรมวิชาการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชวลิต สูงใหญ่
รองผู้อำนวยการและหัวหน้าหมวดวิชาคณิตศาสตร์
โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (ฝ่ายมัธยม)
3. อาจารย์นวนน้อย เจริญผล
ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานครเขต 2

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายมงคล จิตรโสภิต
วัน เดือน ปีเกิด	20 มิถุนายน 2506
สถานที่เกิด	อำเภอปรางค์ชัย จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	59/260 ม. 3 ต.บ้านฉาง อ.เมืองปทุมธานี จ.ปทุมธานี 12000
สถานที่ทำงานในปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยปทุมธานี ต.บ้านกลาง อ.เมืองปทุมธานี จ.ปทุมธานี 12000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2525	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนปรางค์ชัยประชานิรมิต
พ.ศ. 2528	ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง วิชาเอกสุขศึกษา จากวิทยาลัยครูนครราชสีมา
พ.ศ. 2533	ครุศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกภาษาไทย จากสถาบันราชภัฏสวนสุนันทา
พ.ศ. 2547	ศึกษาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
พ.ศ. 2553	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ