

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

๕ ก.ค. ๒๕๔๘

บทคัดย่อ
ของ
วิชุดา นิยมลาภ

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
เมษายน ๒๕๔๘

วิชาดา นิยมลาก. (2548). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 . ปรินทิพนิพนธ์ กค.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม : อาจารย์ณัฏฐิกา โตจินดา, อาจารย์ประมุข แก้วเนียม

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูล จังหวัดสระบุรี จำนวน 30 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง แบบแผนการวิจัยเป็นกลุ่มเดี่ยวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลคือ การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างโดยการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.22/80 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภายหลังได้รับการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช อยู่ในระดับมาก

A DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON DRY DIPTEROCARP
FOREST ECOSYSTEM IN SAKAERAT BIOSPHERE RESERVE AREA
FOR THE THIRD KEY STAGE STUDENTS

AN ABSTRACT
BY
WICHUDA NIYOMLAP

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
April 2005

Wichuda Niyomlap. (2005). *A Development of Computer-Assisted Instruction on Dry Dipterocarp forest ecosystem in Sakaerat Biosphere Reserve area for the third key stage students*. Master Thesis, M.Ed.(Secondary Education). Bangkok : Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisory Committee : Nullika Tojinda, Pramukh Geawniam.

The purposes of research were to develop and experiment for efficiency of a Computer-Assisted Instruction on Dry Dipterocarp forest ecosystem in Sakaerat Biosphere Reserve area for the third key stage students by setting up its efficient criteria 80/80 ,to study learning achievement with Computer-Assisted Instruction Including students' satisfaction.

The samples of this research were 30 students of Mathayom Suksa 1 to Mathayom Suksa 3, Saohiavimonvitayanukul school in Saraburi, During the second semester of the 2005 Academic year. These samples were selected by the Purposive random sampling. The research design used was one-group pretest-posttest design. Data analysis was achieved by the t-test for dependent sample technique.

The findings were as follows :

1. The efficiency of the lesson was 80.22/80, which was higher than the criterion.
2. The achievement of the experimental group after being taught utilizing the Computer-Assisted Instruction lesson was statistically higher than before taught at the .05 level of significance.
3. The Attitude of students taught by the Computer-Assisted Instruction were good.

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ปริญญาพนธ์
ของ
วิชุดา นิยมลาม

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
เมษายน 2548
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช
สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ของ

นางสาววิชุดา นิยมलग

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสิริ จีระเดชากุล)

วันที่ 30 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธาน

(อาจารย์ณัฏฐิกา ใจจินดา)

..... กรรมการ

(อาจารย์ประมุข แก้วเนียม)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เบาใจ)

ประกาศคุณูปการ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ณัฏฐิกา โดจินดา และอาจารย์ประมุข แก้วเนียม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาชี้แนะ ให้ข้อคิดเห็นในมุมมองต่าง ๆ ทางการวิจัยนับตั้งแต่เริ่มดำเนินการทำวิจัย กระทั่งสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ด้วยความเอาใจใส่ ผู้วิจัยซาบซึ้งอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงในความกรุณาครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.สมชาย ชูชาติ และผศ.ดร.ไพโรจน์ เบาลใจ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ข้อคิดเห็นเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์แก่ปริญาานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.วินัย วีระวัฒนานนท์ ที่ได้กรุณาอบรมสั่งสอนและช่วยปูพื้นฐานด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษามาประยุกต์ใช้ในผลงานวิจัย ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิ 4 ท่านที่ช่วยสละเวลามาทำการประเมินและให้คำแนะนำต่างต่าง ๆ เกี่ยวกับ CAI ขอขอบคุณอาจารย์กนก โพธิเวส อาจารย์นงนุช ร้อยภา อาจารย์เวชกร วิรัชลาภ และอาจารย์สุอังคณา แก่นโนนสังข์

ขอขอบคุณอาจารย์ราตรี โมทะสิตต์ อาจารย์สุจิน โมทะสิตต์ และอาจารย์สุปราณี อินทพิบูลย์ ที่ได้สละเวลาให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการทำวิจัยให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

ขอขอบคุณ คุณจำลอง แปลกสระน้อย คุณสมชัย เสวครบุรี คุณวีรัตน์ พลอยครบุรี คุณสุจิตรา โกศล และเจ้าหน้าที่ทุกคนในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชที่ไม่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมด ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลและให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ แก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์ภาษิต สุโพธิ์ อาจารย์ควรรคิด วามะพันธ์ อาจารย์พรศรี ทองทวี คุณฉวีวรรณ สุทธิปาริชาติ คุณนิตยา วิมลศักดิ์ คุณมณฑล ดันพิทยคุปต์ และคุณอัศวิน บัวภูมิ เพื่อน ๆ สาขาการมัธยมศึกษา(กลุ่มการสอนสิ่งแวดล้อม)ที่ช่วยเหลือผู้วิจัยในด้านต่าง ๆ ตลอดจนกำลังใจและมิตรภาพความเป็นเพื่อนที่ทุกคนมีให้ตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณศุภกิจ ภูเจริญศิลป์ ที่ได้ช่วยเหลือผู้วิจัยในด้านต่าง ๆ ในการทำปริญาานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ รวมทั้งกำลังใจอันมีค่ายิ่งต่อผู้วิจัยที่ให้เสมอมา

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้การอบรมเลี้ยงดูปลูกฝังให้เห็นความสำคัญของการศึกษา และเป็นกำลังใจที่สำคัญอย่างยิ่งแก่ลูก ลูกจะขอจดจำพระคุณนี้และเก็บไว้ในดวงใจของลูกตลอดกาล คุณค่าของปริญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา และอาจารย์ที่เคารพรักทุกท่าน

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย	7
พื้นที่ศึกษา.....	7
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	8
ตัวแปรที่ศึกษา.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
2 เอกสารเกี่ยวกับการวิจัย.....	11
เอกสารเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
ทฤษฎีทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	12
ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	13
การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	19
ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	21
หลักการเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสร้างบทเรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	23
เอกสารเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าเต็งรังและพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช.....	25
ความหมายของระบบนิเวศ.....	25
องค์ประกอบของระบบนิเวศ.....	26
ประเภทของระบบนิเวศ.....	27
กลไกความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ.....	28
ปัจจัยเกื้อหนุนระบบนิเวศ.....	33
ความหมายของป่าเต็งรัง.....	36
ระบบนิเวศป่าเต็งรัง.....	37

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ความเป็นมา ประโยชน์และความสำคัญของพื้นที่ สงวนชีวมณฑลสะแกราช.....	39
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านต่าง ๆ.....	43
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสิ่งแวดล้อม.....	45
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	47
การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	47
การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	49
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	55
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	58
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	63
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	63
ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	64
ผลการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	70
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	77
สรุปผลการวิจัย.....	77
การวิเคราะห์ผลการวิจัย.....	80
การอภิปรายผล.....	80
ข้อเสนอแนะ.....	84
บรรณานุกรม.....	87
ภาคผนวก.....	92

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ก.....	93
ภาคผนวก ข.....	132
ภาคผนวก ค.....	152
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	154

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ข้อมูลจำนวนนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนเส้าไห่วิมลวิทยานุกูล	48
2 การวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรัง ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช	56
3 ผลการประเมินวิเคราะห์ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบฝึกหัดและเกมส์ ให้คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน.....	64
4 ผลการประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ.....	65
5 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน.....	66
6 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ 80/80.....	70
7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน(Pretest-Posttest).....	71
8 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	72
9 คะแนนค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบฝึกหัดและเกมส์.....	133
10 ค่าคะแนนค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 40 ข้อ.....	135
11 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน.....	136
12 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน 30 คนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน (โรงเรียนเส้าไห่วิมลวิทยานุกูล).....	139
13 ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 40 ข้อ.....	147
14 การเลือกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (P) จากจำนวน 40 ข้อเหลือ 20 ข้อ.....	148
15 คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบฝึกหัดรวมนักเรียน 15 คน (โรงเรียนวัดลำด้อยตั้ง).....	149
16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	150

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แผนที่ขอบเขตพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช.....	7
2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรง.....	13
3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งหรือสาขา.....	14
4 บทเรียนย้อนกลับ.....	14
5 บทเรียนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ.....	15
6 บทเรียนแบบข้ามกรอบและย้อนกลับ.....	15
7 บทเรียนแบบหลายเส้นทางเดิน.....	16
8 บทเรียนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว.....	16
9 บทเรียนแบบมีกรอบซ่อมเสริม.....	17
10 บทเรียนแบบมีกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง.....	18
11 บทเรียนแบบแตกกิ่งคู่.....	18
12 บทเรียนแบบแตกกิ่งประกอบ.....	19
13 แสดงความสัมพันธ์ของระบบนิเวศ.....	28
14 ห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร.....	29
15 วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Multistage Random Sampling.....	48
16 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่ สงวนชีวมณฑลสะแกราช.....	50
17 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังใน พื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช.....	52
18 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยรูปแบบ One-Group Pretest Posttest Design.....	58

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหาสิ่งแวดล้อมและปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรด้านป่าไม้ ที่ถูกทำลายให้เสื่อมโทรมลงทั้งนี้มิใช่สาเหตุมาจากการเพิ่มจำนวนของประชากรอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความต้องการอุปโภคบริโภคผลผลิตจากธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมีการคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ การพัฒนากรรมวิธีการต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตให้ได้ทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพเพียงพอต่อความต้องการอย่างต่อเนื่อง มนุษย์จำเป็นต้องพึ่งพาปัจจัยพื้นฐานจากทรัพยากรป่าไม้ โดยกิจกรรมต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ทำลงไปด้วยความตั้งใจหรือด้วยความที่รู้เท่าไม่ถึงการณ์ ก็เพราะยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับระบบสมดุลทางธรรมชาติ จึงส่งผลให้ระบบนิเวศของป่าไม้ถูกทำลายและเสียสมดุล

ป่าไม้เป็นทรัพยากรที่มีคุณค่ามหาศาล นับว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญมากต่อสภาพแวดล้อม ระบบนิเวศของป่าไม้ประกอบด้วย ดิน สัตว์ป่า ต้นไม้หรือพืชพรรณ และสิ่งมีชีวิตจำนวนมากพึ่งพาอาศัยอยู่ร่วมกัน ป่าไม้อำนวยความสะดวกแก่มนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม แต่เมื่อประชากรมนุษย์มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว การใช้ประโยชน์จากป่าไม้ก็มีเพิ่มมากขึ้นจนเกินกำลังการผลิต การแผ้วถางทำลายป่าไม้เพื่อเหตุผลต่าง ๆ ก่อให้เกิดความแปรปรวนของธรรมชาติ เช่น ฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล เกิดความแห้งแล้ง ขาดน้ำกินน้ำใช้(สุกานต์ โรจนไพรวงศ์. 2544 : 136) นับตั้งแต่ปี พ.ศ.2530 เป็นต้นมาประเทศไทยประสบกับภาวะขาดแคลนน้ำอย่างต่อเนื่องเรื่อยมาและมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยในปี พ.ศ.2542 สภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีปริมาณที่ผันแปรและลดน้อยลงประกอบกับในช่วงที่ผ่านมามีประเทศไทยประสบภาวะฝนทิ้งช่วง เป็นผลให้ลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้รับความเสียหายโดยเฉพาะพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้ทำนาปีในเขตชลประทาน ผลกระทบเกิดอย่างต่อเนื่องไปจนถึงลุ่มน้ำเพชรบุรีและปราณบุรี ส่วนปัญหาการขาดแคลนน้ำที่เกิดขึ้นทุกปี มักเกิดขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ อุบลราชธานีและยโสธร ซึ่งเกิดภาวะขาดแคลนน้ำต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี(กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.2545 : 65) เหตุที่ทำให้เกิดสภาวะขาดแคลนน้ำอย่างต่อเนื่องก็มีผลมาจากประเทศไทยมีการตัดไม้ทำลายป่าทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงทุกปี พื้นที่ป่าไม้ในปัจจุบันลดลงอย่างมากจนเหลือเพียง 25.28% ในปี 2541 ระหว่างปี 2538-2541 (สุกานต์ โรจนไพรวงศ์.2544 : 136) พบว่า พื้นที่ป่าไม้ลดลงเฉลี่ยปีละ 0.5 ล้านไร่ โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีอัตราการสูญเสียป่าสูงสุด เฉลี่ย 0.84 ล้านไร่ต่อปี ซึ่งมีได้เป็นการสูญเสียเพียงเฉพาะพื้นที่ป่าไม้เท่านั้น แต่เป็นการสูญเสียความสมดุลของระบบนิเวศป่าไม้ รวมถึงสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่มีในป่า ตลอดจนจุลินทรีย์ต่าง

๑) ที่อยู่ในดิน เกิดผลกระทบได้รับความเสียหายเป็นระบบลูกโซ่ กลไกในการปรับสภาพตัวเอง(Self Regulation) ของป่าไม้ เกิดจากความสามารถของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในระบบนิเวศ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลาย ถ้าในระบบนิเวศของป่าไม้มีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะด้านกายภาพ หรือด้านชีวภาพแล้วองค์ประกอบของระบบนิเวศนี้สามารถปรับตัวเองให้ทันต่อสภาพที่เปลี่ยนแปลงไปได้ นั่น ระบบนิเวศของป่าไม้ก็จะยังคงความสมดุลตามธรรมชาติต่อไป แต่ถ้าองค์ประกอบเหล่านี้ ไม่สามารถปรับสภาพให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้ระบบนิเวศป่าไม้ก็จะล่มสลายและพื้นที่ป่าไม้ก็จะหมดไปในที่สุด พื้นที่ป่าไม้ประเภทต่าง ๆ เป็นระบบนิเวศที่สำคัญของประเทศ ถ้าระบบนิเวศป่าไม้ ถูกทำลายก็จะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอื่น ๆ อาทิ ทะเล ทะเลสาบ หนอง บึง ลำน้ำ ต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน

ป่าไม้ในประเทศไทยมี 2 ประเภท(กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.2545 : 22) คือป่าไม้ผลัดใบ(Evergreen Forest) คือ ป่าที่มีพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ที่ไม่ทิ้งใบหมดทั้งต้น ป่าประเภทนี้อยู่ในบริเวณที่มีฝนตกชุกตลอดปี ได้แก่ ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าสนเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าพุ่มป่าทาม ป่าพรุ ป่าชายเลน และป่าชายหาด ส่วนป่าประเภทที่ 2 คือป่าผลัดใบ(Deciduous Forest) ป่าผลัดใบเป็นป่าที่มีพันธุ์ไม้ที่ผลัดใบหมดทั้งต้นในฤดูแล้งหรือเวลาที่มีปริมาณความชื้นในอากาศน้อย สภาพป่าค่อนข้างโปร่ง ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าทุ่ง ป่าหญ้าเขตร้อน และป่าเต็งรัง

ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest) เป็นป่าที่มีความสำคัญยิ่งต่อประเทศไทย เนื่องจากมีพื้นที่การขึ้นกระจายครอบคลุมบริเวณกว้างขวางทั้งภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคตะวันตกของประเทศ ป่าเต็งรังในประเทศไทยนั้นครอบคลุมพื้นที่ถึงประมาณ 147,000 ตารางกิโลเมตร(พงษ์ศักดิ์ สุนหาพ.2536 : 1) ลักษณะของป่าเต็งรังมักขึ้นอยู่ในพื้นที่ราบและดินลึก จึงง่ายต่อการบุกรุกทำลายเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรและด้านอื่น ๆ พรรณไม้ป่าเต็งรังส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการแปรสภาพจากไม้ท่อนไม้ซุงมาเป็นอุปกรณ์เพื่อก่อสร้างบ้านเรือน ใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมปอไมยาสูบ อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ในอีกมุมหนึ่งป่าเต็งรังเป็นระบบนิเวศที่ประกอบด้วยสัตว์ป่านานาชนิด เป็นแหล่งเก็บหาของป่าหรือผลิตภัณฑ์ชั้นรองต่าง ๆ ทั้ง ฟิน ถ่าน สมุนไพร ชัน ยาง พืชผัก และเห็ด รวมทั้งมนุษย์ใช้เป็นแหล่งเก็บหาของป่าและเลี้ยงสัตว์ต่าง ๆ ด้วย นอกจากนี้ส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ใบไม้บางชนิดในป่าเต็งรังก็ใช้ประโยชน์ในการห่อหรือบรรจุอาหาร มุงหลังคา ทำฝาเรือน ยางชันใช้ทำไม้และอุตสาหกรรม ผลและเปลือกไม้บางชนิดใช้เป็นยาสมุนไพร มนุษย์อาศัยผลิตผลจากป่าเต็งรังเพื่อใช้เป็นปัจจัยขั้นพื้นฐานในการดำรงชีวิตประจำวันของตนเอง ไม่ว่าจะเป็นอาหาร ยารักษาโรค ไม้ที่ใช้ทำที่อยู่อาศัย ฟินที่ใช้หุงข้าว การที่จะทำให้ป่าเต็งรังเป็นแหล่งผลิตปัจจัยขั้นพื้นฐานให้มนุษย์ได้บริโภคได้อย่างเพียงพอต้องขึ้นอยู่กับความสมดุลทางธรรมชาติในระบบนิเวศของป่าเต็งรัง ระบบนิเวศป่าเต็งรังมีองค์ประกอบเหมือนป่าไม้ทั่ว ๆ ไป คือ มีผู้ผลิต ผู้บริโภค ผู้ย่อยสลาย ปัจจัยทางด้านกายภาพอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ป่าเต็งรังแตกต่างจากป่าทั่วไปก็คือ ไฟป่า เป็นตัวกำหนดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศป่าเต็งรังนับว่าเป็นความหลากหลายทางชีวภาพอย่างหนึ่งของป่าเต็งรัง ป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชภายใต้การดูแลของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราช สถาบันวิจัย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดว่ามีความสมบูรณ์ทั้งทางด้านกายภาพและด้านชีวภาพของระบบนิเวศป่าเต็งรังที่มีอยู่ในประเทศไทย จนได้รับการรับรองจาก UNESCO ให้เป็นแหล่งสงวนชีวมณฑล(Biosphere Resever) ซึ่งอยู่ในจำนวนหนึ่งใน 408 แห่งเครือข่ายโลกจาก 94 ประเทศ(พันธวัช สัมพันธ์พานิช.2543 : 5) อย่างไรก็ตามป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชนี้ยังประสบกับปัญหาทางด้าน การไม่ได้รับความร่วมมือของประชาชนที่อยู่โดยรอบพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช จากรายงานแผนการพัฒนากิจการสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราช(สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2539 : 16) พบว่า ที่ผ่านมามีประชาชนที่อาศัยอยู่รอบบริเวณสถานีวิจัยป่าบริเวณนี้เป็นแหล่งอาหาร หาของป่า ตัดไม้ ล่าสัตว์ แต่เมื่อมีการประกาศจัดตั้งสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราชทำให้ประชาชนขาดผลประโยชน์ จึงได้เกิดการต่อต้านและลักลอบตัดไม้และล่าสัตว์ป่าเมื่อมีโอกาส ซึ่งเป็นปัญหาต่อสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราชอยู่เป็นลำดับ

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชจัดได้ว่าเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่นำวิกฤต ดังนั้นการดำเนินการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ต้องแก้ไขที่ต้นเหตุ ซึ่งมีสาเหตุมาจากกิจกรรมทั้งทางตรงและทางอ้อมของมนุษย์ การแก้ไขปัญหาวีธีหนึ่งคือต้องทำการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้มาตรการทางกฎหมาย การสร้างสิ่งจูงใจทางเศรษฐกิจ การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การจัดการปัญหาด้านเทคนิค ตลอดจนการให้การศึกษ เพื่อส่งเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความจำเป็นต้องเร่งดำเนินการอย่างเร่งด่วน การใช้กระบวนการทางการศึกษา เข้ามาช่วยให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ และตระหนักถึงคุณค่าของการมีป่าไม้ เป็นสิ่งที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการทำลายป่าไม้ แนวทางในการแก้ปัญหา คือการสร้างกระบวนการให้การศึกษามีระบบและแบบแผนเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะคิด ความตระหนัก ความรู้สึก ทักษะต่อการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น การศึกษาที่ถูกต้องจะสามารถช่วยปลูกฝังความรู้ ความเชื่อและค่านิยม ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญของการตัดสินใจและแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อให้มนุษย์ได้เรียนรู้ถึงผลที่เกิดขึ้นจากการกระทำของตนเอง การให้ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาแก่นักเรียนในระดับชั้นมัธยม ถือเป็นแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาในระยะยาว เพราะการศึกษาเพื่อพัฒนานักเรียนในระดับชั้นมัธยม ซึ่งเป็นกำลังสำคัญของชาติในอนาคต ด้วยการสร้างจิตสำนึกทางสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความตระหนักถึงปัญหา เพื่อหาแนวทางการป้องกันและแก้ปัญหาสีวมณฑลได้อย่างถูกต้อง การให้การศึกษแก่นักเรียนในระดับมัธยมศึกษา เนื่องจากเด็กในวัยนี้มีลักษณะอ่อนไหวทางด้านจิตใจ มีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อและค่านิยมได้มาก สามารถที่จะปลูกฝังความรู้ความเข้าใจ เพื่อให้มีพฤติกรรมที่ต้องการได้ง่าย และเร็วกว่าผู้ใหญ่(อมรา เล็กเริงสินธุ์.2540 : 53-55) การให้การศึกษแก่นักเรียนในระดับชั้นมัธยม นั้นจะเน้นให้นักเรียนรู้ถึงปัญหาและแนวทางในการปฏิบัติตนต่อสิ่งแวดล้อม ที่นักเรียนสามารถนำไปปฏิบัติได้ และเป็นการให้ความสำคัญกับนักเรียน ด้วยการเปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักและเห็น

คุณค่าตนเอง โดยเน้นให้นักเรียนตระหนักว่าตนเองมีบทบาทต่อสังคมและท้องถิ่นในการป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

การจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 ได้กำหนดสาระเนื้อหาการเรียนรู้ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา ได้แก่ เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม โดยมีหัวข้อย่อยในการสอนดังนี้ คือ 1. ระบบนิเวศท้องถิ่น 2. สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ และ 3. ความหลากหลายทางชีวภาพ เมื่อพิจารณาถึงหลักสูตรการเรียนการสอนพบว่า เนื้อหาในเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช ยังไม่มีเนื้อหาโดยตรง แต่ความรู้และเนื้อหาในเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกับการสอนเรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ศึกษาในเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชเป็นความรู้เพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนสามารถที่จะเรียนรู้ เข้าใจถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อมได้ดีขึ้น อันจะนำไปสู่ความตระหนักและการร่วมมือเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางสังคม จากความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมีผลต่อการศึกษาในปัจจุบัน ทำให้การศึกษาจำเป็นต้องนำเอาความรู้ทางด้านเทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำให้การศึกษาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาจึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงแนวทางการให้ความรู้แก่นักเรียน ให้นักเรียนรู้สึกมีความสุข สนุกกับการเรียน เป็นคนเก่ง รู้จักคิด วิเคราะห์และมีความใฝ่รู้อยู่ตลอดเวลา การนำสื่อเข้ามาตอบสนองต่อการเรียนรู้ด้วยตนเองจึงมีอิทธิพลต่อนักเรียนมากขึ้น และในบรรดาสื่อการเรียนการสอนที่สามารถตอบสนองต่อการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer Assisted Instruction : CAI) เพราะเป็นสื่อที่สามารถตอบสนองต่อการเรียนรู้ได้ทุกระดับ ทุกรูปแบบโดยเฉพาะการเรียนรู้รายบุคคลที่มีความแตกต่างของนักเรียน เนื่องจากมีความสามารถที่จะเสนอเนื้อหาการช้อนคำตอบ การเสริมแรง อีกทั้งยังสามารถรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ทันทีที่นักเรียนต้องการทราบ ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างหนึ่งก็คือ เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยให้การสอนที่เน้นคุณภาพและสร้างความคงทนในการจำ สามารถเรียนได้แม้ในที่ห่างไกล นักเรียนสามารถลดเวลาเรียนในชั้นเรียน ลดความจำเป็นที่ต้องใช้ผู้สอนที่มีประสบการณ์และสามารถปรับปรุงเนื้อหาบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว(ฉันทะ อ่องสำยอง. 2535 : 3)

จากปัญหาสิ่งแวดล้อมและการลดลงของทรัพยากรป่าไม้และปัญหาที่เกิดขึ้นกับพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชเป็นสาเหตุให้ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงความสำคัญของการให้ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาแก่นักเรียนในระดับมัธยม โดยเบื้องต้นเน้นความสำคัญที่ลูกหลานของชุมชนท้องถิ่นในจังหวัดที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช อันเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถสื่อให้ประชาชนทั่วไปได้เห็นคุณค่าและคุณประโยชน์ของป่าไม้ คุณค่าของทรัพยากรสิ่งแวดล้อม โดยที่นักเรียนในระดับมัธยมจะเป็นตัวประสานที่ดีกับคนในท้องถิ่นในด้านการให้ความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้องต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และนักเรียนในระดับมัธยมจะเป็นแรงสนับสนุนช่วยจุดประกายให้ประชาชนหรือคนในท้องถิ่นหันมาใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างสื่อ CAI เพื่อ

เป็นเครื่องมือในการสอนเรื่องสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยผู้วิจัยมีความมุ่งหวังว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้ ทำให้นักเรียนในระดับมัธยมสามารถเรียนรู้และเข้าใจถึงระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชได้เป็นอย่างดี และสามารถนำความรู้ที่ได้รับนี้ไปประยุกต์ปรับใช้กับสถานการณ์ทางด้านสิ่งแวดล้อมในถิ่นที่อยู่อาศัยของตนเองได้ และอาจขยายผลไปสู่นักเรียนในระดับมัธยมกลุ่มเป้าหมายอื่น ๆ ต่อไป นอกจากนี้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจจะพัฒนาเกี่ยวกับการสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อประโยชน์ในด้านการศึกษาด้านอื่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3)
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช

สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สูงกว่าก่อนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
3. นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

ความสำคัญของการวิจัย

ผลจากการวิจัยครั้งนี้นอกจากจะได้สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช ที่ใช้สำหรับเป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 แล้ว ครู นักเรียนและสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราชยังได้รับประโยชน์จากการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลประโยชน์สำหรับครู

1. ประหยัดเวลาในการเตรียมการสอน ทำให้ครูมีเวลาในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม และปรับปรุงการสอนของตัวเองให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. ประหยัดเวลาในการสอนทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในการสอนได้ง่ายขึ้น
3. มีเวลาเอาใจใส่นักเรียนในเรื่องอื่น ๆ มากขึ้น เช่น พฤติกรรมของนักเรียน และสามารถควบคุมดูแลพัฒนาการของนักเรียนได้อย่างใกล้ชิด
4. ทำให้สุขภาพของครูผู้สอนดีขึ้นทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ในด้านสิ่งแวดล้อมสภาพห้องเรียนจากเดิมที่เต็มไปด้วยเอกสาร หนังสือ แผ่นซอล์ค เศษกระดาษ การเอาใจใส่ต่อสื่อที่ใช้สอนของนักเรียน
5. เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้นักเรียนเป็นศูนย์กลางด้วยการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วย
6. เป็นแนวทางในการผลิตและพัฒนาสื่อทางด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยใช้เป็นคู่มือการสอนสำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3

ผลประโยชน์สำหรับนักเรียน

1. นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าเต็งรัง
2. นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตัวเอง
3. นักเรียนสามารถเรียนได้ตามอัตราความสามารถของตนเองไม่จำเป็นต้องรอไปพร้อมกัน
4. นักเรียนสามารถทบทวนบทเรียนในเวลาใดก็ได้ หรือจะมีการทบทวนบทเรียนซ้ำหลาย ๆ ครั้งก็ได้
5. ลดความตึงเครียดในการทำความเข้าใจต่อบทเรียน เนื่องจากสื่อที่ใช้สามารถดึงความสนใจจากนักเรียนได้มาก ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น
6. สุขภาพทางด้านร่างกายของนักเรียนดีขึ้น เนื่องจากไม่ต้องรับฝุ่นจากกระดาษ ผงจากซอล์คเขียนกระดานดำ กลิ่นสารเคมีจากไวร์บอร์ด
7. ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความเข้าใจในบทบาทของตนเองที่มีต่อสิ่งแวดล้อมได้มากขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่นักเรียนมีต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบตัว

ผลประโยชน์สำหรับสถานีวิจัยสะแกราช

1. ช่วยเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและ การอนุรักษ์ธรรมชาติ ให้กับนักเรียน นักศึกษาและบุคคลทั่วไปโดยผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น
2. เป็นการประชาสัมพันธ์ให้แก่ประชาชนทั่วไปได้รู้จัก ได้เห็นคุณค่ารวมทั้งเห็น

ความสำคัญและประโยชน์ของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชที่มีต่อตนเองและสังคม โดยใช้ลูกหลานของประชาชนเหล่านั้นเป็นสื่อในการสร้างความเข้าใจอันดีและช่วยสนับสนุนต่อการดำเนินงานของหน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่

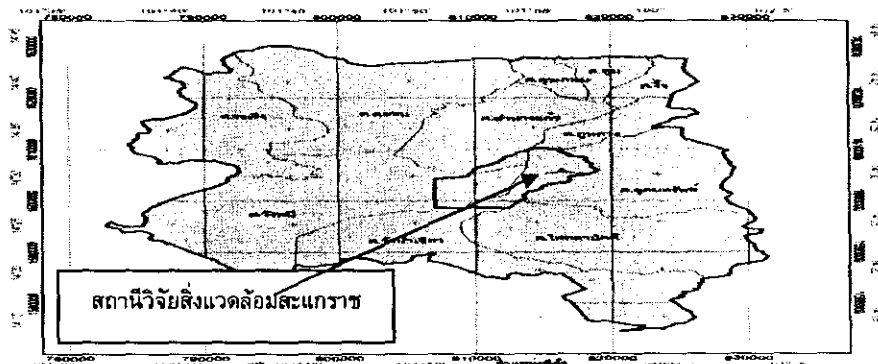
3. ได้รับความร่วมมือจากประชาชนในการอนุรักษ์รักษาทรัพยากรธรรมชาติและป่าเต็งรังที่จะพัฒนาให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และประเทศโดยรวม

นอกจากนี้ในหน่วยงานอื่น ๆ ยังสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น หน่วยงานเกี่ยวกับด้านสิ่งแวดล้อมศึกษาก็จะสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปใช้เป็นสื่อเพื่อให้ความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม หน่วยงานทางการศึกษาก็จะสามารถนำสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำสื่อในการสอนในวิชาอื่น ๆ ได้ และยังสามารถเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่มีความสนใจที่จะทำการพัฒนาหรือทำการวิจัยเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช ตั้งอยู่ในเขตตำบลภูหลวง อำเภอปักธงชัย ต่อเนื่องถึงตำบลวังน้ำเขียว และตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของตัวเมืองนครราชสีมา ซึ่งมีประชากรจำนวน 62,255 คน(ข้อมูลปี 2545) มีหมู่บ้านที่อยู่โดยรอบพื้นที่มีจำนวน 159 หมู่บ้าน มีโรงเรียนที่ให้การศึกษาในระดับก่อนชั้นประถมศึกษา และชั้นมัธยมรวมทั้งสิ้น 62 แห่ง โรงเรียนเหล่านี้ตั้งอยู่ในเขตอำเภอวังน้ำเขียวและอำเภอปักธงชัยรวมทั้งสิ้นเป็นจำนวน 11 ตำบล ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราชดังภาพประกอบ 1 (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.2545 : 2-10)



ภาพประกอบ 1 แผนที่ขอบเขตพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช

ที่มา: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2545). รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนารูปแบบจัดทำฐานข้อมูลของแหล่งสงวนชีวมณฑลสะแกกราช. หน้า 11

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูล ตำบลเสนาให้ อำเภอเสนาให้ จังหวัดสระบุรี ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีสภาพแวดล้อมและความเป็นอยู่ใกล้เคียงกับนักเรียนในเขตพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช โดยโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูลมีนักเรียนทั้งในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีจำนวนทั้งสิ้น 1,728 คน ผู้วิจัยได้เลือกนักเรียนจำนวน 30 คนจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

1.2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักเรียนได้รับหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การคิดค้นและดำเนินการจัดทำสาระการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดทำเป็นสื่อสำหรับการเรียนการสอน ในการวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Macromedia Authoware 6.5

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนโดยมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างนักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนตามปกติ โดยที่โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะนำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนที่บันทึกเก็บไว้นำมาเสนอในรูปแบบที่สร้างเป็นโปรแกรมและมีการนำภาพ เสียง กราฟิก วิดีโอ ตัวอักษร ข้อความ แบบทดสอบและเกมส์เข้ามาจัดประกอบไว้ในบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์

3. ระบบนิเวศป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarps Forest Ecosystem) หมายถึง พื้นที่ป่าไม้ที่มีองค์ประกอบทางด้านผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้ย่อยสลาย ซึ่งล้วนมีความสัมพันธ์กันโดยอาศัยปัจจัยทางด้านกายภาพและชีวภาพของสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ที่มีลักษณะพืชพรรณธรรมชาติเป็นป่าโปร่ง สภาพพื้นดินเป็นดินลูกรัง ดอนล่างของพื้นป่าจะมีพืชเล็ก ๆ และหญ้าขึ้นโดยทั่วไป พรรณไม้ที่พบส่วนมากคือ ไม้เต็ง ไม้รัง เหียง พลวง ยางกราด ระบบนิเวศของป่าชนิดนี้ดำรงสภาพอยู่ได้โดยมีไฟ

ป่าเป็นตัวกำหนดเพื่อปรับระบบให้มีสภาวะสมดุล หากไม่มีไฟไหม้ป่าเป็นเวลานาน ๆ ป่านี้จะเปลี่ยนเป็นป่าผสมผลัดใบ

4. พื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช หมายถึง พื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในเขตอำเภอวังน้ำเขียว และอำเภอบึงกรวย จังหวัดนครราชสีมาที่ได้รับการรับรองจากองค์การ UNESCO ให้เป็นพื้นที่ที่มีระบบนิเวศธรรมชาติที่สำคัญ มีองค์ประกอบของความหลากหลายในระบบพืชพันธุ์ ป่าไม้ และสัตว์ป่า และมีศักยภาพที่ตอบสนองต่อจุดมุ่งหมายของโปรแกรมมนุษย์และชีวมณฑล 3 ประการคือ เพื่อการอนุรักษ์(Conservation) เพื่อการพัฒนา(Development) และเป็นเครือข่ายสากลในงานวิจัยพร้อมทั้งเฝ้าติดตามผล(Logistic)

5. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นใช้ได้ผลดี โดยพิจารณาจากค่าที่ได้จากการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

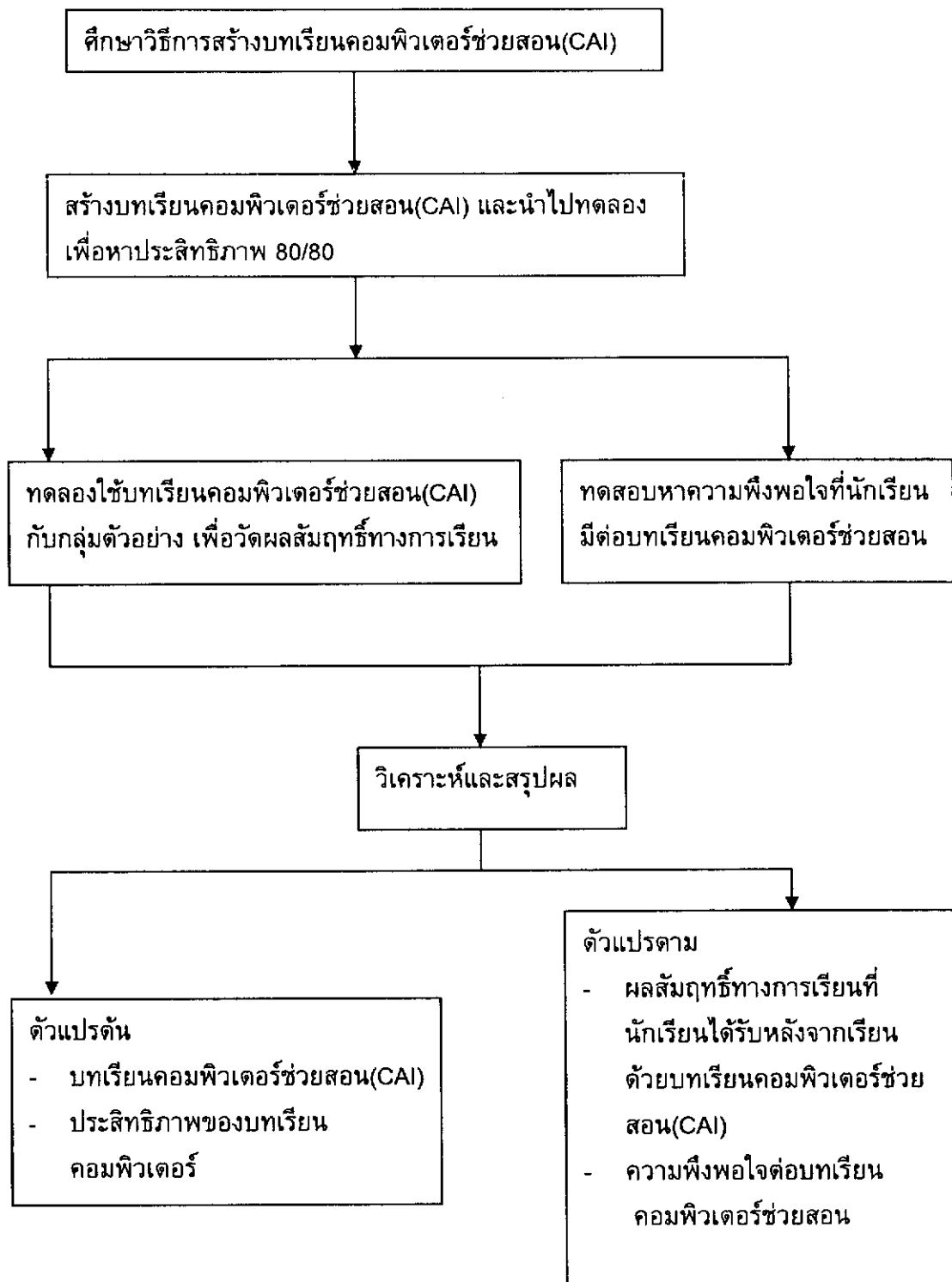
5.1 80 ตัวแรก คือ เมื่อผู้ทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลทั้งหมด สามารถทำแบบทดสอบภายในแต่ละบทเรียนได้ถูกต้อง โดยคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80

5.2 80 ตัวหลัง คือ เมื่อผู้ทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลทั้งหมด สามารถทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือแบบทดสอบที่เป็นเนื้อหาของทุกบทเรียนซึ่งจัดทำไว้อีกหนึ่งชุดได้ถูกต้อง โดยคะแนนเฉลี่ยทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 80

6. ความพึงพอใจ หมายถึง ทศนคติด้านบวก ความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเชิงการประเมินค่าไปในทางด้านบวก

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง นักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช และมีทักษะในเรื่องที่เรียนเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารเกี่ยวกับการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าเอกสารและรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเป็นเอกสารเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนที่ 2 เอกสารเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าเต็งรังและพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช และส่วนสุดท้ายเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เอกสารเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ย่อมาจาก Computer Assisted Instruction หรือ CAI (ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 23) หมายถึงการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล นักเรียนแต่ละคนจะได้นั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเมนเฟรม เรียกโปรแกรมสำเร็จรูปที่จัดเตรียมไว้สำหรับการสอนวิชานั้น ๆ ขึ้นมาบนจอภาพซึ่งจะแสดงบทเรียนเป็นคำอธิบาย หรือรูปภาพ สอดคล้องกันกับ ยิน ภูววรรณ(2531 : 15)ให้นิยามของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ ขณะที่สุกรี รอดโพธิ์ทอง(2532 : 61) ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นวิธีการเรียน ซึ่งมีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสื่อนำเสนอเนื้อหา เรื่องราว เป็นการเรียนโดยตรงและเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่นเดียวกับกับอมร สุขจำรัส.(2533 : 13)กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเทคนิคการสอนที่อยู่บนพื้นฐานการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์เป็นตัวเก็บโปรแกรม ควบคุมการนำเสนอบทเรียนจนนักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียน นอกจากนี้ปยุตนรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์(2532 : 98-112) ยังได้ให้ความหมายถึงการใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยสอน แทนการบรรยายโดยตรงจากครูผู้สอนซึ่งไม่ดึงดูดความสนใจในการเรียน การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามาช่วยทำให้นักเรียนเกิดความสนใจมากขึ้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้สามารถใช้ได้ทั้งในสถานศึกษาและหน่วยงานฝึกอบรมต่าง ๆ เครื่องคอมพิวเตอร์จะเป็นตัวนำเสนอกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำเสนอเนื้อหาด้วยภาพนิ่งทั้งที่เป็นสีและขาวดำ ภาพเคลื่อนไหวในลักษณะแอนิเมชันหรือภาพเคลื่อนไหวตามธรรมชาติ การให้เสียงตลอดจนไปถึงความสามารถในการประเมินผลการเรียนด้วยตัวนักเรียนเอง และเก็บบันทึกผลการเรียนนั้นในหน่วยความจำภายในเครื่อง และบุญชม ศรีสะอาด(2537 : 123)ได้กล่าวสรุปแนวคิด

เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า เป็นนวัตกรรมที่นับวันจะมีความสำคัญและได้รับการนำไปใช้ในการเรียนมากขึ้น เนื่องจากมีคุณลักษณะพิเศษที่เหมาะสมเอื้อต่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาให้มีขนาดเล็กลงและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น แนวโน้มในการพัฒนาด้านโปรแกรมต่าง ๆ ให้มีคุณภาพสูงขึ้นยังคงดำเนินต่อไปโดยไม่หยุดยั้ง มนุษย์จึงเรียนรู้ที่จะใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนมากขึ้น

จึงสรุปได้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือการนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนโดยมีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นให้เหมาะสมกับเนื้อหาแบบต่าง ๆ ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับคอมพิวเตอร์

1.2 ทฤษฎีทางการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุนทรีย์ สัตยพันธ์(ในเอกชัย พุ่มดวง. 2543: 25-26; อ้างจากสุนทรีย์ สัตยพันธ์. 2538.

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องน้ำเพื่อชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. หน้า 28-29)ได้กล่าวถึงทฤษฎีทางการศึกษาที่นำมาประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. ทฤษฎีเสริมด้วยเวลา(Timely Reinforcement) ตามทฤษฎีของสกินเนอร์(Skinner) มีใจความว่าการเสริมแรงโดยทันทีด้วยข้อมูลย้อนกลับภายใน 2 วินาที จะเป็นข้อมูลย้อนกลับที่ช่วยให้นักเรียนมีการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ความสามารถในการยุติ หรือ สรุปเรื่องราวให้สมบูรณ์(Phenomenon of Closure)ตามทฤษฎีที่ว่า นักเรียนต้องนึกถึงบทเรียนที่ตนไม่สามารถสรุปได้ลงตัว และมักลืมบทเรียนที่ตนทำได้ดี บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถชี้แนะแนวทางการเรียนให้กับนักเรียนเพื่อให้เกิดมโนภาพ และสามารถสรุปบทเรียนด้วยตนเองได้

3. ข้อจำกัดของความจำในช่วงสั้น ๆ (Limitation of short-term-Memory) นักเรียนสามารถจดจำข้อมูลต่าง ๆ ในช่วงเวลาที่เรียนรู้สั้น ๆ ได้เมื่อข้อมูลเหล่านั้นไม่ยาวเกินไป แต่ถ้าเป็นเรื่องซับซ้อนแล้ว นักเรียนไม่สามารถจดจำได้มาก การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้โดยเพิ่มมิติ สี ระดับความเข้มของสี ภาพเคลื่อนไหว เสียงเพื่อให้นักเรียนสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

4. การสอนให้รอบรู้(Teaching for Mastery) เป็นไปตามทฤษฎีของ ไฮการ์ด(Hilgard) และโบว์เออร์(Bower)ว่าคอมพิวเตอร์สามารถให้อิสระเกี่ยวกับเวลา และความอดทนอย่างไม่มีขีดจำกัด การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้การเรียนรู้ประสบผลดี ซึ่งนักเรียนจะใช้เวลาในการเรียนรู้เท่าใดก็ได้

1.3 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์

ประเภทของบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แบบลิเนียลหรือแบบเส้นตรง และแบบสาขาหรือแบบกิ่ง(กิดานันท์ มลิทอง. 2536 : 171)

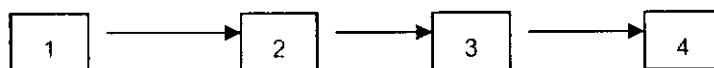
1.3.1 แบบลิเนียล หรือแบบเส้นตรง(Linear Programming) เป็นบทเรียน

โปรแกรมที่จัดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้บทเรียนหรือกระทำการตอบสนองเหมือนกันหมดทุกคน และต้องศึกษาทุก ๆ กรอบ(Frame)ของบทเรียนเหมือนกัน โปรแกรมถูกจัดเรียงไว้ตามลำดับเพื่อให้ นักเรียนก้าวไปที่ละขั้นตอนจากง่ายไปหายาก จนกระทั่งจบบทเรียนดังภาพประกอบ 2 บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง มีหลักการในการสร้างบทเรียนโดยยึดหลักการแบ่งเนื้อหาเป็นขั้นตอนเล็ก ๆ ในแต่ละกรอบพร้อมด้วยคำถาม แต่มีการให้นักเรียนตอบได้เป็น 2 ลักษณะคือ แบบสร้างคำตอบ (Construct) ในช่องว่างที่กำหนดไว้ หรือเลือกจากคำตอบที่มีให้เป็นแบบเลือกตอบ(Multiple Choices)

ก. บทเรียนที่ให้นักเรียนสร้างคำตอบเอง เนื้อหาจะแบ่งเป็นขั้นตอนสั้น ๆ โดยขนาดของกรอบจะต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะอธิบายเนื้อหาทั้งหมดในขั้นตอนนั้น ๆ การเรียนเนื้อหาที่ละน้อยจะทำให้เข้าใจง่ายช่วยมิให้ตอบผิด

ข. บทเรียนที่ให้นักเรียนเลือกตอบ โดยเมื่อนักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องแล้วจะมีสิ่งเร้าตัวถัดไปมาเสนอให้ แต่ถ้านักเรียนเลือกข้อผิดพลาดก็ต้องกลับไปอ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาในกรอบเดิมอีกครั้งหนึ่งแล้วจึงเลือกคำตอบใหม่จนกว่าจะถูกต้อง การตอบถูกจึงเป็นการให้รางวัลหรือการเสริมแรงแก่นักเรียน และทำให้เกิดการเรียนรู้จากการตอบถูก

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะนี้ เป็นการสร้างกรอบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วยกรอบเนื้อหา หรือกรอบคำถามเรียงต่อกันไปในทิศทางเดียวกัน สร้างง่าย แต่ไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบัน เพราะไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลเนื่องจากการจัดเรียงเนื้อหาตายตัว มีการแตกย่อยเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างละเอียด ทำให้นักเรียนได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ทำให้อาจเป็นที่เบื่อหน่ายสำหรับนักเรียนได้เร็ว ที่ต้องเรียนผ่านทุกกรอบเหมือนกัน

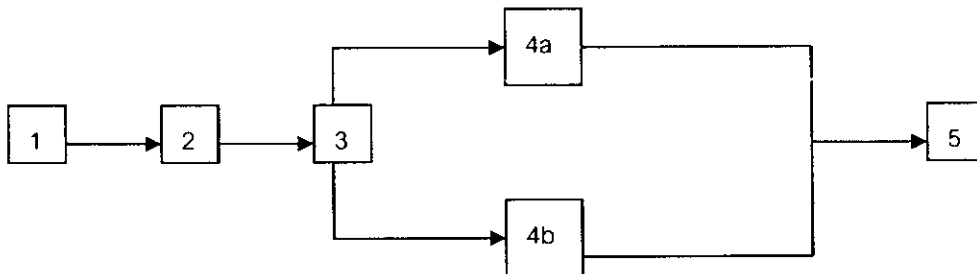


ภาพประกอบ 2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นตรง

1.3.2 แบบสาขาหรือแบบกิ่ง(Branching Programming) บทเรียนโปรแกรมแบบ

สาขา มีการเรียงลำดับขั้นหรือกรอบจะไม่เป็นตามลำดับให้ทางเลือกตามระดับความรู้และความเข้าใจของนักเรียน ถ้านักเรียนตอบคำถามในกรอบนั้นได้ ก็อาจจะข้ามกรอบบางกรอบไปเพื่อเรียนในกรอบของเนื้อหาหรือบทเรียนที่กำหนด แต่ถ้านักเรียนตอบผิดก็ได้รับการอธิบายเหตุผลหรือ

สาเหตุที่ผิดและอาจได้รับบทเรียนเพิ่มเติมอีกบทเรียนดังภาพประกอบ 3 ลักษณะนี้ได้รับความนิยมจากนักเรียนมากกว่าแบบเส้นทางเดียวเพราะมีลักษณะท้าทาย และน่าสนใจมากกว่าเหมาะต่อการเรียนของนักเรียน

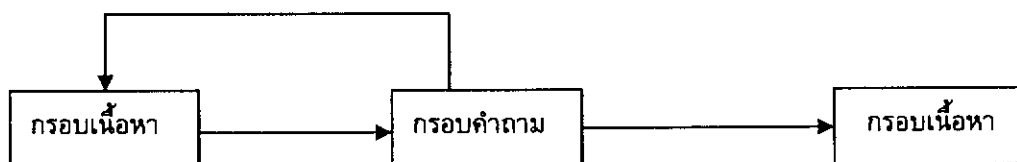


ภาพประกอบ 3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งหรือสาขา

จากภาพประกอบ 3 บทเรียนโปรแกรมแบบสาขานี้ได้รับความนิยมจากนักเรียนมากกว่าแบบเส้นทางเดียวเพราะมีลักษณะท้าทาย และน่าสนใจมากกว่าเหมาะต่อการเรียนของนักเรียนสามารถจำแนกได้ 9 รูปแบบดังนี้

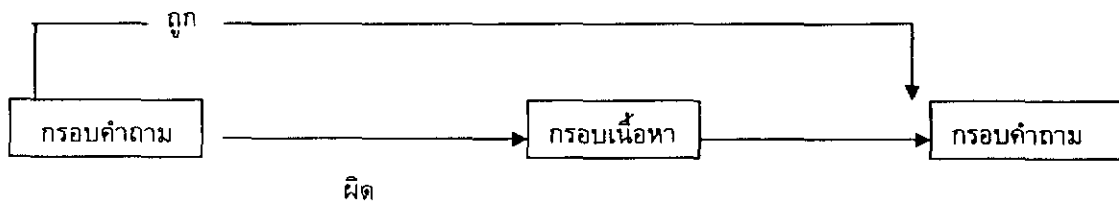
ก. แบบย้อนกรอบ(Linear Format With Repetition) มีลักษณะคล้ายกับแบบเส้นตรง ต่างกันที่รูปแบบนี้ มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา โดยถ้านักเรียนตอบคำถามถูกต้อง ก็ผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป แต่ถ้าไม่ถูกต้อง นักเรียนจะต้องย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมใหม่ และตอบคำถามเดิมอีก ดังภาพประกอบ 4

ผิด



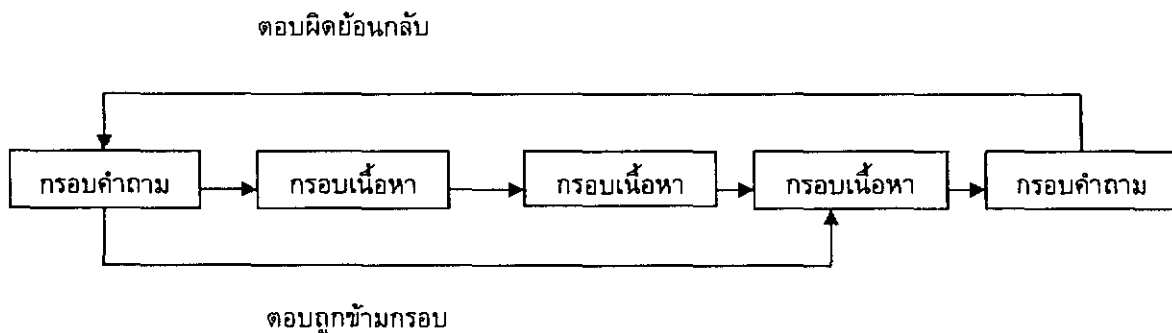
ภาพประกอบ 4 บทเรียนย้อนกลับ

ข. แบบสอบก่อนข้ามกรอบ(Prestest and Skip Format) ก่อนที่จะเรียนเนื้อหาในจุดประสงค์ใด บทเรียนจะทดสอบนักเรียนก่อนเรียนเนื้อหานั้น ถ้าสอบผ่านก็จะข้ามกรอบเนื้อหานั้นไปยังกรอบเนื้อหาอื่น ซึ่งเป็นลักษณะของการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลดังภาพประกอบ 5



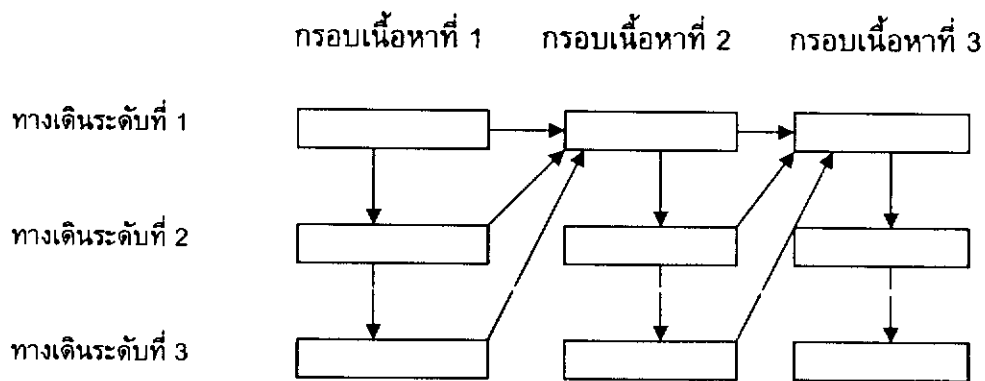
ภาพประกอบ 5 บทเรียนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ

ค. แบบข้ามและย้อนกรอบ(Gates Frames) กำหนดนักเรียนไปยังกรอบต่าง ๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ในเนื้อหาที่ให้ในลักษณะของบทเรียนแบบเส้นตรง ทั้งนี้อาจให้นักเรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบ หรืออาจกลับมากกรอบที่ผ่านมาแล้วเพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วน ดังภาพประกอบ 6



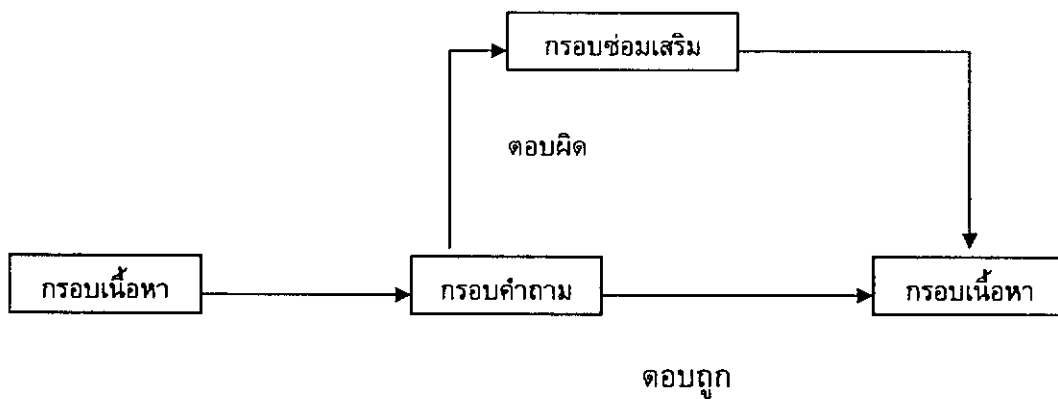
ภาพประกอบ 6 บทเรียนแบบข้ามกรอบและย้อนกลับ

ง. แบบหลายเส้นทางเดิน(Secondary Tracks) ประกอบด้วยกรอบในเส้นทางเดินหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีรายละเอียดมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่าที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 โดยที่กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อกับกรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เส้นทางเดินของนักเรียนจึงมีได้หลายเส้นทาง ขึ้นอยู่กับว่า นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใดหรือไม่ และกรอบในทางเดินระดับที่ 2 และ 3 จะให้เนื้อหา รายละเอียดน้อยไปสู่มาก ตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกันเพียงแต่ว่ามี การขยายความหมายของคำบางคำให้ชัดเจน ดังภาพประกอบ 7



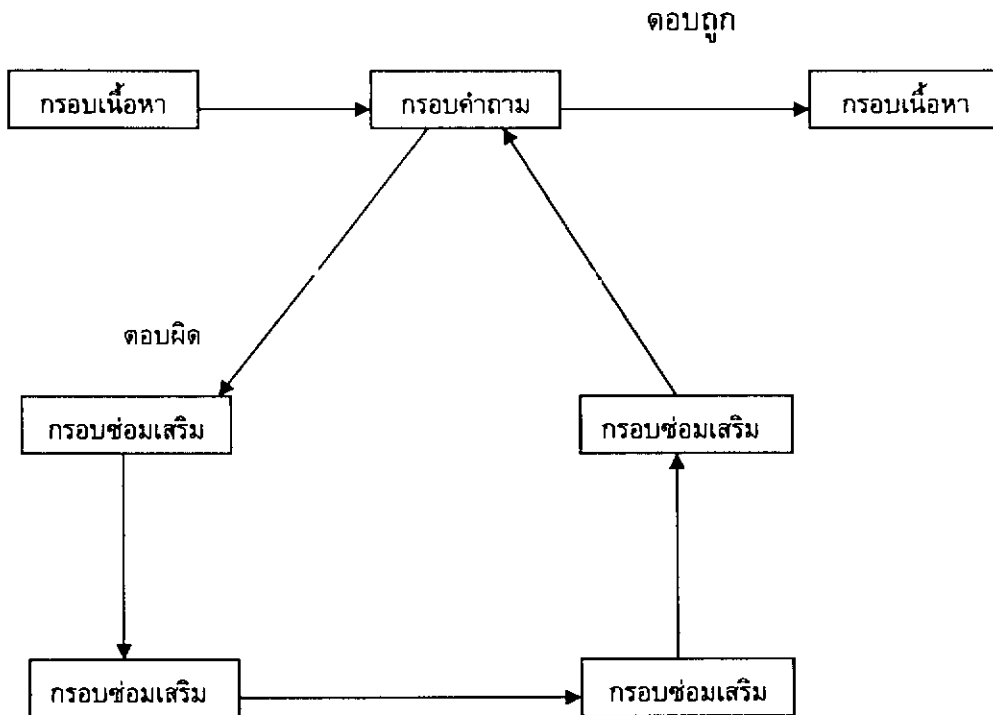
ภาพประกอบ 7 บทเรียนแบบหลายเส้นทางเดิน

จ. แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว(Single Remedial Branch) จะเริ่มด้วยกรอบเนื้อหา ตามด้วยกรอบคำถาม ถ้านักเรียนตอบถูกจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวก และเรียนเนื้อหากรอบต่อไป ถ้าตอบไม่ถูกนักเรียนก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริม ก่อนไปสู่เนื้อหาในกรอบต่อไป ดังภาพประกอบ 8



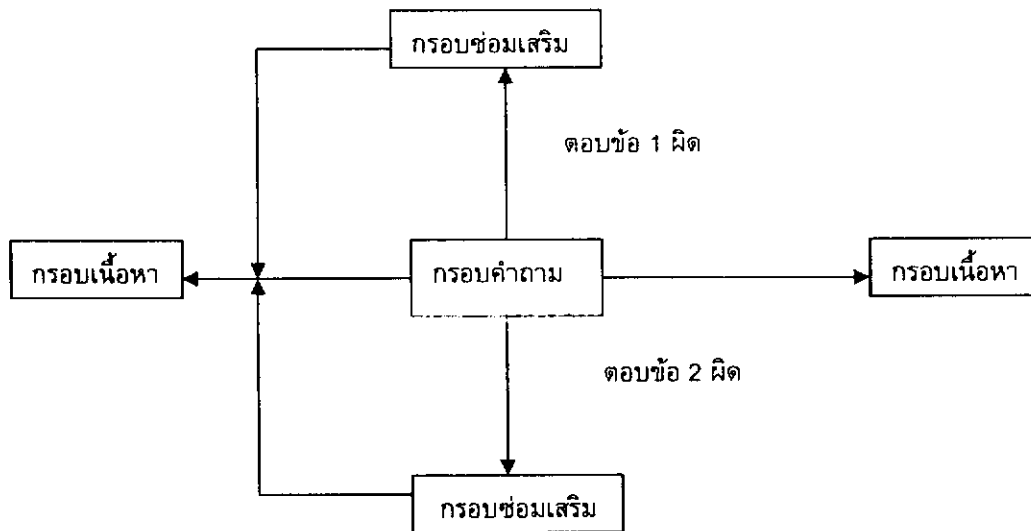
ภาพประกอบ 8 บทเรียนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว

ฉ. แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม(Remedial Loops) มีลักษณะคล้ายกับกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว แต่รูปแบบนี้จะมีกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกันเป็นชุดบทเรียนย่อย 5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่นักเรียนยังขาดอยู่ก่อนที่จะมุ่งส่งนักเรียนกลับสู่กรอบเนื้อหาเดิม ดังภาพประกอบ 9



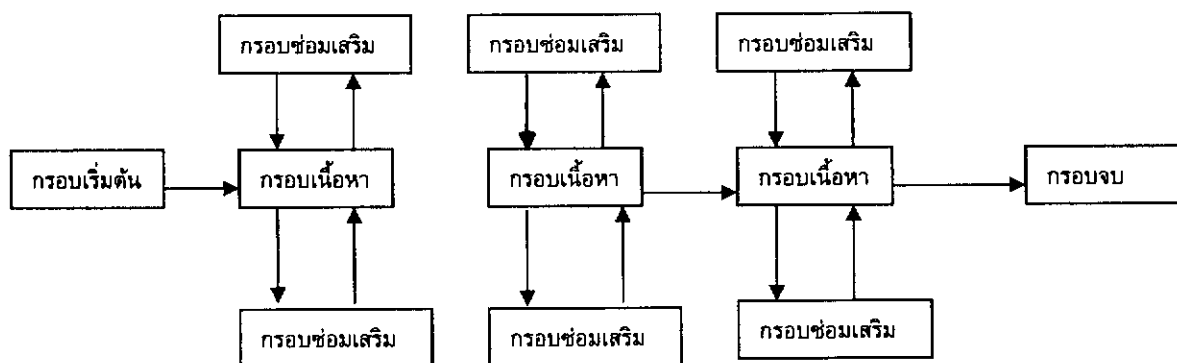
ภาพประกอบ 9 บทเรียนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม

ซ. แบบมีกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง(Multiple Remedial Branches) ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาแล้วตามด้วยกรอบที่แตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริม คำตอบที่นักเรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป นั่นคือ นักเรียนตอบถูก ก็จะไปยังกรอบเนื้อหาใหม่ แต่ถ้านักเรียนตอบผิดก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อนที่จะย้อนกลับมายังคำถามเดิมใหม่ ดังภาพประกอบ



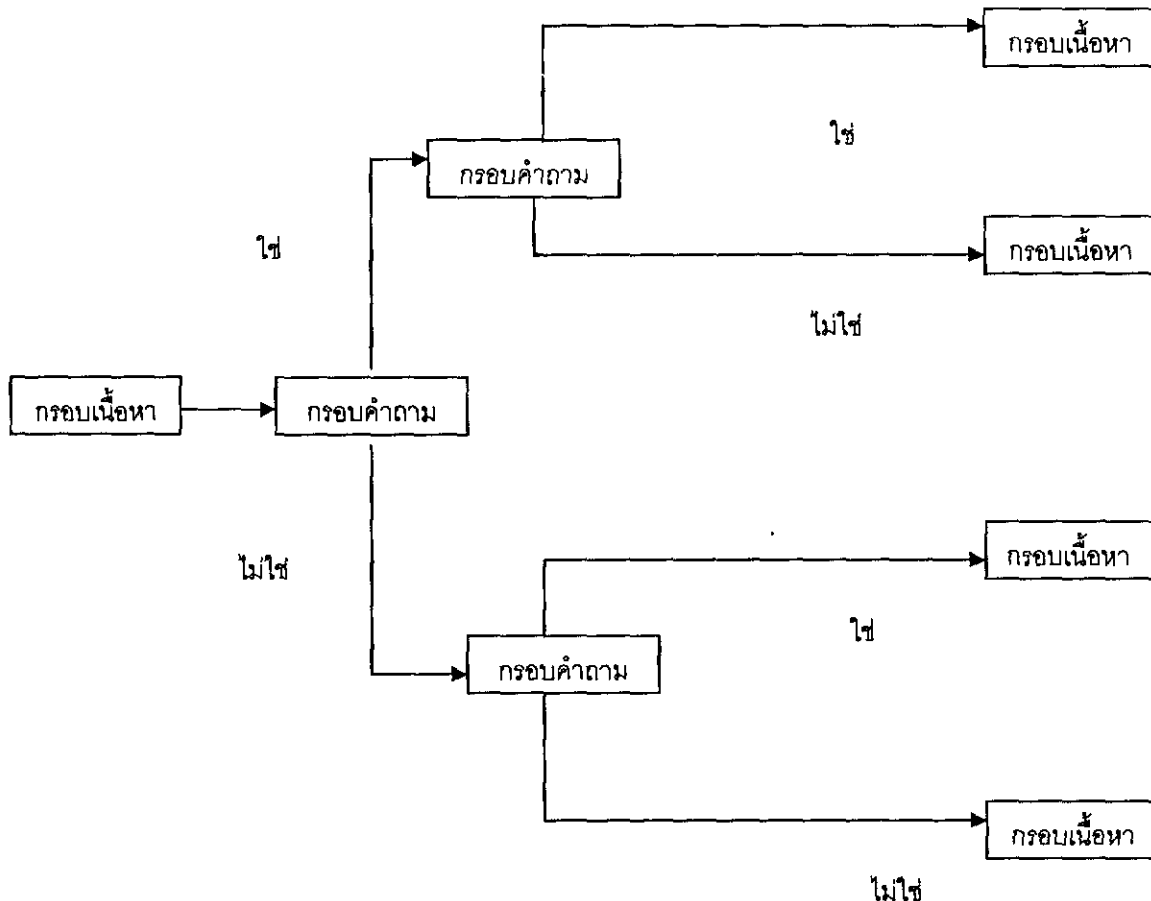
ภาพประกอบ 10 บทเรียนแบบมีกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง

ซ. แบบแตกกิ่งคู่ (Branching Frame Sequence) ประกอบด้วยเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบ จะแสดงข้อมูลที่นักเรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์แก้ปัญหา และเลือกคำตอบที่มีอยู่ คำตอบที่นักเรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้านักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ก็จะไปยังกรอบเนื้อหาต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็ต้องไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงกลับมากรอบเดิม เพื่อศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 บทเรียนแบบแตกกิ่งคู่

ฉ.แบบกิ่งประกอบ (Compound Branches) รูปแบบนี้ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน หรือในสถานการณ์แก้ปัญหา คำถามจะอยู่ในรูปแบบที่มีคำตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ โดยกิ่งแยกออกจากแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจ และความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 บทเรียนแบบแตกกิ่งประกอบ

1.4 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ดำเนินการตามองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน ดังนี้

1.4.1 การวางแผน(Plan) เพื่อให้การออกแบบบทเรียนตรงตามวัตถุประสงค์ (goals) ทั้งการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของนักเรียน

1.4.2 การดำเนินการ(Procedure) การดำเนินการออกแบบการเรียนการสอน
ต้องคำนึงถึง

ก. การเรียนรู้วิธีระบบ (Systems Approach) การเรียนรู้ระบบจะเน้นถึงระบบการพัฒนาการเรียนการสอน (Instructional Development System) แบบต่าง ๆ เช่น แบบแอนเดอร์สัน และฟอสท์ คือมีขั้นตอนตามลำดับตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ รายการทดสอบ การวิเคราะห์งาน ภูมิความรู้ของนักเรียน การเลือกสื่อ การพัฒนาวัสดุอุปกรณ์การสอน การประเมินผล

ข. การเรียนรู้เชิงวิวัฒนาการ (Evolution Approach) การเรียนรู้เชิงวิวัฒนาการในด้านการออกแบบการเรียนการสอนที่เป็นการเรียนรู้ เพื่อให้ทราบถึงผลการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการตัดสินใจเลือก

ค. การเรียนรู้วิธีทางคณิตศาสตร์และสถิติ (Mathematical /Statistical Approach) การเรียนรู้วิธีการทางคณิตศาสตร์และสถิติ เพื่อวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2532) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา เนื้อหาใหม่ (Tutorial) โดยเน้นการผสมผสานของกราฟิก สี ภาพเคลื่อนไหว การเปรียบเทียบ การให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม การให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นภาพ ขั้นตอนการออกแบบนี้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้นของกาเย ดังนี้

1. การเข้าใจสร้างความสนใจให้พร้อมที่จะเรียน ทำได้โดยการให้ภาพสี และหรือเสียง ประกอบในการสร้างไตเติล (title) กราฟิกที่ใช้ควรมีขนาดใหญ่ ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน จะทำให้นักเรียนทราบถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา ซึ่งเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาเพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น วัตถุประสงค์ที่บอกควรมีลักษณะเป็นคำสั้น ๆ เข้าใจง่าย ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปใช้ภาพเคลื่อนไหวและกราฟิกง่าย ๆ โดยที่วัตถุประสงค์ควรขึ้นที่ละข้อบนหน้าจอ

3. ทบทวนความรู้เดิม เป็นการประเมินความรู้เดิมของนักเรียน การเตรียมนักเรียนหรือการทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

4. ให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาที่กะทัดรัด ง่าย และเข้าใจความ ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานานไป เข้าใจยากหรือออกแบบโปรแกรมในส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ภาพประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญอาจใช้กราฟิกในลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ ภาพ เนื้อหาที่ยากและซับซ้อนควรใช้ตัวชี้หน้า (cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้อ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรนำเสนอกราฟิกเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลาย ๆ แบบ

5. แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา นักเรียนจะจำได้ดีถ้าบทเรียนที่มีระบบการนำเสนอเนื้อหาดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของนักเรียน และควรแสดงให้เห็นว่าส่วนย่อยมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่ และสิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักเรียน ควรมีการกระตุ้นให้นักเรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

6. กระตุ้นการตอบสนอง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนร่วมคิดร่วมกิจกรรมซึ่งย่อมทำให้นักเรียนจำเนื้อหาได้ดี ควรให้นักเรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราวไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร้าความคิด อาจใช้กราฟิกหรือเกมส์ช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำ ๆ และไม่ควรมีคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของนักเรียน คำถาม และผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกัน

7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ บทเรียนจะกระตุ้นนักเรียนได้มากถ้าบทเรียนนั้นมีความท้าทาย โดยบอกจุดหมายที่ชัดเจนและให้ผลย้อนกลับเพื่อบอกว่านักเรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด ผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากนักเรียนตอบสนองบอกให้ผู้เรียนทราบว่าถูกหรือผิด เช่น ใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้เคียง จากจุดหมายและควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อเร้าความสนใจ

8. ทดสอบ เพื่อเป็นการประเมินผลการเรียนและให้นักเรียนสามารถจำได้ ควรคำนึงด้วยว่าแบบทดสอบตรงจุดประสงค์ของบทเรียน ข้อทดสอบ คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้นักเรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไป ควรให้ผลย้อนกลับครั้งเดียวในหนึ่งคำถามและควรบอกนักเรียนถึงวิธีที่จะตอบให้ชัดเจน

9. การนำความรู้ไปใช้ ควรให้นักเรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรเพื่อทบทวนแนวคิดสำคัญ เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจทำประโยชน์ได้และบอกนักเรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

1.5 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.5.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536 : 138-139)

1. ด้านสีสัมผัส ความสวยงาม เนื่องจากบทเรียนที่มีสีสัมผัสดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ดีกว่าสีขาวดำ และยังมีผลในด้านความจำคงทนกว่า

2. ด้านเสียง นอกจากใช้เสียงเป็นสิ่งเร้ายังสามารถใช้เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ในการตอบถูกผิด

3. ด้านกราฟิก การใช้ภาพหรือกราฟิกประกอบบทเรียนในคอมพิวเตอร์จะได้เปรียบในแง่การทำให้เคลื่อนไหวได้ประกอบคำอธิบาย เช่น การทำให้เคลื่อนไหวช้า ๆ หรือเร็ว ๆ พร้อมกับสีที่เปลี่ยนไป จะทำให้นักเรียนเข้าใจ สนใจมากขึ้นและกราฟิกจะเป็นสิ่งดึงดูดใจนักเรียน

4. ด้านการศึกษารายบุคคล เนื่องจากนักเรียนถ้ามีโอกาสได้เรียนรู้ตามความสามารถและความสนใจของตนเองแล้วการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุดและได้เปรียบเทียบบทเรียนแบบโปรแกรมคือสามารถนำมาใช้ได้อีก เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียนเป็นสำคัญ

5. ด้านกิจกรรม เพราะลักษณะของบทเรียนนั้นจะเป็นการพูดคุยกันระหว่างนักเรียน

กับคอมพิวเตอร์ นักเรียนมีโอกาสเลือก ดัดสนใจ หรือแสดงความคิดเห็นของตนเองได้ด้วยการเติมข้อมูล

6. ด้านความรู้สึก นักเรียนมีความรู้สึกเหมือนกับว่าตนเองกำลังเรียน ศึกษาหรือกำลังคุยอยู่กับใครคนหนึ่ง ซึ่งมีความรู้สึก มีอารมณ์ขัน มีความชอบใจ ไม่ชอบใจ ทำให้นักเรียนอยากที่จะเรียนรู้

7. ด้านการให้ข้อมูลย้อนกลับ เป็นการบอกให้นักเรียนได้ทราบว่าตนเองทำไปหรือตอบไปนั้นผิดหรือถูกอย่างไรและเป็นการเสริมแรงอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งข้อดีก็คือสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้อย่างรวดเร็วในลักษณะที่เป็นทั้งภาพและเสียง

8. ด้านกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถบอกได้ว่าเขาจะพบอะไรในหน้าต่อไป

9. นักเรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองในการปฏิบัติกิจกรรมได้เร็วกว่าสื่ออื่น ๆ เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถแอบดูคำตอบก่อนได้เหมือนตำราเรียน และไม่สามารถข้ามขั้นตอนของระบบการเรียนการสอนได้

10. สามารถติดตามความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคนวิเคราะห์ผลการเรียนของแต่ละคนได้

11. ลดเวลาเรียนลง เมื่อเทียบกับการเรียนในห้องเรียน

1.5.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(กฤษมันต์ วัฒนานรงค์. 2536 : 138-139)

1. การออกแบบโปรแกรมเป็นงานที่ใช้เวลาและความสามารถ ครูผู้สอนรู้เนื้อหาวิชา อาจไม่สามารถสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ด้วยตนเอง และการพืงพานักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ยังต้องพบกับอุปสรรคและข้อจำกัดอยู่

2. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถสอนบางเนื้อหาในลำดับสูง ๆ ของพุททพิสัย (Cognitive domain) ได้ ทั้งนี้ยังรวมถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับเจตพิสัย(Affective domain)และทักษะพิสัย (Psychomotor domain)ซึ่งมีข้อจำกัดมากขึ้น

3. เมื่อเวลาผ่านไปนักเรียนจะเริ่มเคยชินกับคอมพิวเตอร์ซึ่งจะทำให้ความกระตือรือร้นและแรงจูงใจที่เคยมีมากกลับลดลง และอาจส่งผลให้นักเรียนไม่อยากจะเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์อีก

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ไม่ส่งเสริมพัฒนาการทางสังคม เพราะนักเรียนจะใช้เวลาและทักษะการโต้ตอบ กับเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าครูผู้สอนหรือเพื่อนในห้องเรียน

5. นักเรียนบางประเภท โดยเฉพาะในกลุ่มใหญ่ที่ไม่ชอบการเรียนตามลำดับขั้นหรือเป็นไปตามขั้นตอนของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนส่วนมากมีหลักการในการออกแบบเป็นขั้นตอน ซึ่งเป็นการบังคับแผนการเรียนกับนักเรียน

6. ถึงแม้ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จะลดลง แต่สิ่งแวดล้อมในการ

เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ห้องเรียน สถานที่ และฐานข้อมูลต่าง ๆ ยังมีราคาสูงและจำกัดอยู่ในเฉพาะเขตตัวเมืองที่มีสภาพเศรษฐกิจที่เจริญแล้ว ไม่สามารถใช้ได้กับท้องที่ในชนบทห่างไกล ความเจริญที่ปัจจัยพื้นฐานของสาธารณูปโภคยังไม่ดี เช่น ไฟฟ้า สายโทรศัพท์ เป็นต้น

7. ในประเทศไทย ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ของบุคลากรทางด้านการศึกษา ตลอดจนโปรแกรมที่จะสร้างงานคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังขาดแคลน การพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ มุ่งไปที่ธุรกิจมากกว่าการศึกษา จะสังเกตได้จากตลาดที่วางขายโปรแกรมผลิตภัณฑ์ จะมีคอมพิวเตอร์ช่วยสอนน้อยเมื่อเทียบกับโปรแกรมผลิตภัณฑ์ทางด้านธุรกิจ

8. นักเรียนและครูผู้สอนบางกลุ่มคาดหวังว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ประสิทธิภาพการเรียนการสอนสูง โดยคาดหวังไว้มากจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงทุนไป แต่ผลกลับคืนที่ได้รับอาจน้อยกว่าที่คาดหวังและธรรมชาติของการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ ประกอบด้วยปัจจัยอื่น ๆ ในการลงทุนร่วมด้วยอีกมาก ถ้าคิดคำนวณการลงทุนเริ่มต้นก็จะทำให้สัดส่วนของการลงทุนกับผลที่ได้รับไม่เป็นที่พอใจของผู้ที่ต้องจ่ายเงินลงทุนกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. โปรแกรมที่ออกแบบใช้เพื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ส่วนมากไม่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ น้อยมากที่จะมีนักเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำให้บทเรียนส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์โดยมากจะถูกจำกัดความคิดให้อยู่ในกรอบที่ผู้สร้างโปรแกรมได้ทำไว้

10. ปัญหาทางเทคนิคของเรื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบการเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผลิตมาจากแหล่งต่างกัน มักมีคุณภาพที่ไม่เท่าเทียมกัน และความรู้ของผู้ใช้ยังไม่ทันกับความเปลี่ยนแปลง กลไกตลาดทำให้ผู้ใช้ได้สินค้าด้วยคุณภาพทั้ง ๆ ที่จ่ายไปในราคาคุณภาพ นอกจากนี้โปรแกรมที่ออกวางขาย และอุปกรณ์ประกอบเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีอยู่หลายมาตรฐานหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ ทำให้ขาดทิศทางที่ชัดเจนในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของค่ายผู้ผลิตที่มีอยู่หลากหลาย

1.6 หลักการเลือกโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสร้างบทเรียน

นุชรี ปุตรเศรษฐี(เอกชัย พุ่มดวง. 2543: 34; อ้างจาก นุชรี ปุตรเศรษฐี. 2535. *ประสิทธิภาพผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริมความรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาแพทย์ชั้นปีที่ 5 ในสาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์. หน้า 14-15*) ได้กล่าวถึงการพิจารณาเลือกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

1. ความยากง่ายของการสร้างบทเรียนและการใช้บทเรียนหลังจากที่สร้างเนื้อหา
2. ความสามารถในการสร้างกราฟิกที่มีความละเอียดหรือสี ตามต้องการ รวมถึงการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว(Animation)

3. ความสามารถในการใช้เสียงประกอบ
4. ความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรมีขีดความสามารถในการโต้ตอบ และย้อนกลับได้ตามสมควรเพื่อให้การเรียนรู้น่าสนใจและนักเรียนทราบผลของการเรียนของตนเอง
5. ความสามารถในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ ตลอดจนการรับหรือเก็บข้อมูล
6. ความสามารถในการใช้ภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษร่วมกับภาษาไทย ตลอดทั้งความยืดหยุ่นในการออกแบบตัวอักษรหรือเลือกใช้อักษรที่มีขนาดรูปแบบและสีตามต้องการ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกโปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะเป็นโปรแกรมที่สามารถพัฒนาให้ทำงานได้ดี ในระบบสื่อประสม ที่มีความสมบูรณ์ทั้งภาพ เสียง ตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว และสามารถพัฒนารูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน และบทเรียนได้หลายรูปแบบ

สุรสีห์ ฉิ่งถิ่น(เอกชัย พุ่มดวง. 2543: 34; อ้างจาก สุรสีห์ ฉิ่งถิ่น. 2540. เอกสารคำสอน. หน้า 220) กล่าวถึงโปรแกรม Authoware ที่นิยมใช้ผลิตและใช้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยโปรแกรมทำงานบนระบบวินโดว์(Windows) มีลักษณะเหมือนเป็นการเล่นเกมคอมพิวเตอร์อย่างหนึ่ง เพราะเป็นการโต้ตอบและสื่อสารระหว่างนักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

บุปผชาติ ทัททิกรณ์(2537 : 1-7) ได้กล่าวว่าโปรแกรม Macromedia Authoware มีจุดเด่นหลายประการสรุปดังนี้

1. ภาพแต่ละภาพที่สร้างขึ้นเป็นอิสระจากภาพอื่น สามารถแก้ไขได้โดยตรง
2. แสดงภาพกราฟิกได้ดีเยี่ยม
3. แสดงภาพเคลื่อนไหวได้ดี และหลากหลายลักษณะตามข้อมูลที่กำหนด
4. มีกล่องเครื่องมือสร้างภาพที่สะดวกในการใช้
5. สามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่มีการตอบสนองได้ เช่น ถูกหรือผิด
6. สามารถแสดงภาพต่าง ๆ ไปพร้อมกันได้
7. สามารถแตกสาขาเนื้อหาบทเรียนไปได้ตามความต้องการ
8. มีรูปแบบโครงสร้างของบทเรียนหลายลักษณะ
9. สามารถกำหนดค่าตัวแปร หรือเลือกตัวแปรจากโปรแกรมได้โดยตรง
10. สามารถเชื่อมต่อกับโสตทัศนอุปกรณ์อื่นได้
11. พัฒนาและนำไปใช้ต่างระบบได้
12. ใช้ภาษาท้องถิ่นได้ และสามารถเปลี่ยนอักขระได้ง่าย

จากแนวคิดและทฤษฎีต่าง ๆ ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบการผสมผสานระหว่างแบบสอนเนื้อหาและแบบการทดสอบมีลักษณะเป็นบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา นอกจากนี้แล้วยังอาศัยทฤษฎีในการเสริมแรงและการย้อนกลับร่วมกัน โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authoware 6.5 ในการสร้างบทเรียนซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะสามารถ

เรียนได้ด้วยตนเอง และจะคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างนักเรียนเป็นสำคัญ นักเรียนแต่ละคนสามารถเรียนได้เร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับสติปัญญาของนักเรียนแต่ละคนนั่นเอง

2. เอกสารเกี่ยวกับระบบนิเวศป่าเต็งรังและพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

2.1 ความหมายของระบบนิเวศ

ในหนังสือหลาย ๆ เล่มเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมได้ให้ความหมายของระบบนิเวศไว้โดยมีลักษณะและความหมายที่คล้ายคลึงกันดังเช่นทวี หอมซง(2538 : 44) กล่าวว่าระบบนิเวศ (Ecosystem) คือระบบที่มีความสลับซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันและมีการกระทำร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในอาณาเขตที่ไม่แน่นอน ระบบนิเวศเป็นระบบเปิดเพราะมีการถ่ายทอดพลังงาน และแร่ธาตุจากระบบอื่น ซึ่งสามารถแบ่งระบบนิเวศออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 2 กลุ่มคือ ระบบนิเวศบนบก(Terrestrial Ecosystem) และระบบนิเวศในน้ำ(Aquatic Ecosystem) ส่วนราตรี ภารา(2538 : 22) ได้ให้ความหมายไว้ คือระบบที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตด้วยกัน และระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งที่อยู่ ซึ่งทำให้เกิดการโยกย้ายถ่ายเทสารและพลังงานเป็นวัฏจักร ระบบนิเวศหนึ่ง ๆ นั้นเป็นโครงสร้างที่เปิดและมีความสามารถในการควบคุมตัวมันเองประกอบไปด้วยประชากรต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต เป็นระบบเปิดที่มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ประมุข แก้วเนียม(2544 : 4-5)เป็นอีกผู้หนึ่งที่ได้ให้นิยามของระบบนิเวศหมายถึง หน่วยพื้นที่หนึ่งที่ประกอบด้วยสังคมของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทำหน้าที่ร่วมกัน ซึ่งชี้ให้เห็นประเด็นสำคัญ 3 ประการ 1.) หน่วยพื้นที่หรือขอบเขตอาณาจักรจะเล็กใหญ่กลมกลืนอย่างไรก็ได้ อาจเป็นระบบเปิด(Open Systems)ที่มีการถ่ายเทพลังงานและการแลกเปลี่ยนของวัตถุได้ทั้งสองอย่าง หรือเป็นระบบปิด(Closed Systems)มีการถ่ายเทพลังงานได้เพียงอย่างเดียว การแลกเปลี่ยนวัตถุไม่มีขึ้น หรือระบบโดดเดี่ยว(Isolated Systems)ไม่มีทั้งการถ่ายเทพลังงานและการแลกเปลี่ยนวัตถุ 2.) สังคมของสิ่งมีชีวิตคือโครงสร้างทั้งหมดที่อยู่ภายในหน่วยพื้นที่หรือระบบนิเวศนั้น ๆ อาจเป็นสิ่งมีชีวิต ไม่มีชีวิต และอาจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น อาจเป็นทั้งสารพิษหรือไม่มีพิษ หรือสิ่งแวดล้อมทางสังคม(ประเพณี ศาสนา วัฒนธรรม ฯลฯ) สิ่งเหล่านี้จะอยู่ร่วมกัน ในธรรมชาติจะมีชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายที่เหมาะสม 3.)การทำหน้าที่ร่วมกันขององค์ประกอบทั้งหลายในระบบนิเวศนั้น ต่างมีบทบาทหรือหน้าที่ของตนเอง จึงสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่จะอยู่ร่วมกันกับสิ่งต่าง ๆ ได้ความสัมพันธ์นั้นจะกระทำร่วมกันตั้งแต่สิ่งสองสิ่งจนเป็นกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ และมีการแสดงเอกลักษณ์ของระบบนั้น ๆ เช่น ระบบนิเวศป่าชายเลน ระบบนิเวศดินเค็มภาคอีสาน ระบบนิเวศเมือง เป็นต้น ระบบนิเวศในความหมายของ พันธวิศ สัมพันธ์พานิช(2539 : 35)คือ หน่วยพื้นที่หนึ่งประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมนานาชนิดอยู่ร่วมกันคละกัน มีพฤติกรรมและเอกลักษณ์ร่วมกัน หรือหน่วยที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างและหน้าที่ของสังคมชีวิตที่เน้นหนักในด้านกิจกรรมและหน้าที่สมาชิกกลุ่มต่าง ๆ ในสังคม เช่น การแปรสภาพ การถ่ายทอดพลังงาน การหมุนเวียนสารและแร่ธาตุอาหาร การสร้างอินทรีย์วัตถุจากอนินทรีย์วัตถุ รวมทั้งการใช้การผลิตผลที่สร้างขึ้นเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ในการดำรงชีวิตจนทำให้เกิดดุลยภาพใน

ระบบ และกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม(2545 : 24) ได้กล่าวถึงระบบนิเวศว่าเป็นระบบความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิตอันได้แก่ อินทรีย์สาร และอนินทรีย์สาร

(Organic and Inorganic Matters)ต่าง ๆ อันจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่น น้ำ อากาศ และแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน ซึ่งในระบบนิเวศจะต้องมีการเคลื่อนไหวของสารเหล่านี้ถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตวนเวียนอยู่เป็นวัฏจักร

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าระบบนิเวศ คือระบบที่มีลักษณะค่อนข้างซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ร่วมกันและมีการกระทำร่วมกัน ไม่ว่าจะระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันหรือกับสิ่งไม่มีชีวิตในอาณาเขตที่ไม่แน่นอนและเป็นระบบเปิด ทั้งนี้เพราะจะมีการถ่ายทอดพลังงานและแร่ธาตุจากระบบอื่นที่ใกล้เคียงมาเกี่ยวข้องด้วย

2.2 องค์ประกอบของระบบนิเวศ

ระบบนิเวศทุกระบบไม่ว่าระบบใดก็ตามย่อมประกอบด้วยองค์ประกอบของระบบนิเวศที่มีกิจกรรมที่สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ความสัมพันธ์นี้จะต้องอยู่ในสภาวะแห่งการเปลี่ยนแปลงอย่างสมดุล (Dynamic equilibrium)จะมีโครงสร้างที่กำหนดโดยชนิดของสิ่งมีชีวิตเฉพาะอย่างที่อยู่ในระบบนั้น โครงสร้างนี้ประกอบด้วยจำนวน และชนิดของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งการกระจายตัวของสิ่งเหล่านั้น ถึงแม้ว่าระบบนิเวศบนโลกจะมีความหลากหลาย แต่มีโครงสร้างที่มีความคล้ายคลึงกัน คือประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน(กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2545 : 25)

1. ส่วนประกอบที่ไม่มีชีวิต(Abiotic component) แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ
 - ก. อนินทรีย์สาร เช่น คาร์บอน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำและออกซิเจน
 - ข. อินทรีย์สาร เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน
 - ค. สภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่นอุณหภูมิ ความเป็นกรด ด่าง ความเค็มและ

ความชื้น

2. ส่วนประกอบที่มีชีวิต(Biotic Component) ได้แก่

ก. ผู้ผลิต(Producers) คือพืชสีเขียวสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์อาหารได้ด้วยตัวเอง(Atotroph) เพราะมีสารสีเขียว เรียกว่าคลอโรฟิลล์(Chlorophyll) สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ทำหน้าที่ที่สำคัญที่สุดคือ เป็นผู้ผลิตอาหารให้แก่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ โดยตรงพลังงานจากดวงอาทิตย์มาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง(Photosynthesis) สร้างสารอินทรีย์ขึ้นมาได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เซลลูโลส และอื่น ๆ สารอินทรีย์ต่าง ๆ เหล่านี้จะประกอบกันเป็นเนื้อเยื่อในต้น ใบ ดอก ผล ของพืช ตัวอย่างได้แก่ สาหร่ายสีเขียว(Green algae) สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว(Blue green algae) แพลงค์ตอนพืช แบคทีเรียกำมะถันสีเขียว(Green Sulfur Bacteria) จนถึงพืชมีดอกทั้งหลายที่สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นวัตถุดิบในธรรมชาติ นอกจากพืชสีเขียวแล้ว ไม่มีสัตว์ชนิดใดสามารถสร้างเนื้อเยื่อจากการสังเคราะห์แสงได้ พืชสีเขียวจึงเป็นผู้ผลิตอาหารของโลก และพวกผู้ผลิตนี้มีความสำคัญมาก เพราะเป็นส่วนเริ่มต้นและเชื่อมต่อบetween ส่วนประกอบที่ไม่มี

ชีวิตกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศ

ข. ผู้บริโภค(Consumers) คือสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ เป็นพวกที่ได้รับอาหารจากการกินสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ อีกทอดหนึ่ง ได้แก่ พวกสัตว์ต่าง ๆ มีบทบาทอยู่ในฐานะผู้บริโภคอาหารจากสารประกอบที่พืชสร้างขึ้นและกินสัตว์ด้วยกันเองต่อไปเป็นทอด ๆ แบ่งออกได้เป็น 3 พวกใหญ่ คือ

ข.1 ผู้บริโภคปฐมภูมิ(Primary Consumer) เป็นสิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว(Herbivorous) เช่น กระต่าย วัว ควาย และปลาที่กินพืชเล็ก ๆ

ข.2 ผู้บริโภคทุติยภูมิ(Secondary consumer) เป็นสัตว์ประเภทที่กินเนื้อสัตว์ด้วยกันเป็นอาหารเพียงอย่างเดียว(Carnivorous) เช่น สิงโต สุนัขจิ้งจอก ปลานิล เป็นต้น

ข.3 ผู้บริโภคตติยภูมิ(Tertiary consumer) เป็นพวกที่กินทั้งพืช และสัตว์เป็นอาหาร(Omnivorous) นอกจากนี้ยังได้แก่สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระดับขั้นการกินสูงสุด ซึ่งหมายถึง สัตว์ที่ไม่ถูกกินโดยสัตว์อื่น ๆ ต่อไป ซึ่งเป็นสัตว์ที่อยู่อันดับสุดท้ายของการกินอาหาร เช่น มนุษย์

ค. ผู้ย่อยสลาย (Decomposers) จะทำหน้าที่ย่อยสลายซากพืช ซากสัตว์ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ให้กลายเป็นอนินทรีย์ต่าง ๆ ที่พืชสามารถดูดซึมได้ต่อไป ได้แก่ ฟังไจ(Fungi) และแบคทีเรียบางชนิด จึงนับว่าเป็นผู้ย่อยสลายมีส่วนที่ทำให้สารอาหารสามารถหมุนเวียนเป็นวัฏจักรได้

2.3 ประเภทของระบบนิเวศ

ในทางทฤษฎีแล้วอาจแบ่งประเภทของระบบนิเวศได้เป็น 3 ประเภท โดยพิจารณาจากลักษณะการถ่ายเทพลังงานและสารอาหาร (กรมการส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2545 : 31)

1. ระบบนิเวศอิสระ(Isolated Ecosystems) จัดเป็นระบบนิเวศที่ไม่ต้องพึ่งพาพลังงาน และสารอาหารจากภายนอก ไม่มีการถ่ายเทพลังงานและสารอาหาร ระหว่างภายในระบบนิเวศกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ระบบนิเวศอิสระจะไม่พบในธรรมชาติ และสร้างขึ้นเองไม่ได้ จึงมีเพียงแต่ระบบนิเวศตามทฤษฎีของนักนิเวศวิทยาเท่านั้น

2. ระบบนิเวศแบบปิด(Closed Ecosystems) จัดเป็นระบบนิเวศที่มีการถ่ายเทพลังงานจากสิ่งแวดล้อม แต่ไม่มีการถ่ายเทพลังงาน และสารอาหารระหว่างระบบนิเวศกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ระบบนิเวศประเภทนี้ไม่พบในธรรมชาติ แต่สามารถจำลองขึ้นได้ เช่น ตู้ปลาอย่างเลี้ยงปลา

3. ระบบนิเวศแบบเปิด(Open Ecosystems) จัดเป็นระบบนิเวศที่มีการถ่ายเทพลังงาน และสารอาหารระหว่างภายในระบบนิเวศกับสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศประเภทนี้พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ สามารถแบ่งออกเป็น

ก. ระบบนิเวศทางธรรมชาติและกึ่งธรรมชาติ(Natural and Seminatual Ecosystems) เป็นระบบที่ต้องพึ่งพาพลังงานจากดวงอาทิตย์ เพื่อการทำงานได้ เช่น ระบบนิเวศแหล่งน้ำ ได้แก่ ระบบนิเวศทางทะเล ตัวอย่างแนวปะการัง มหาสมุทร ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด ได้แก่

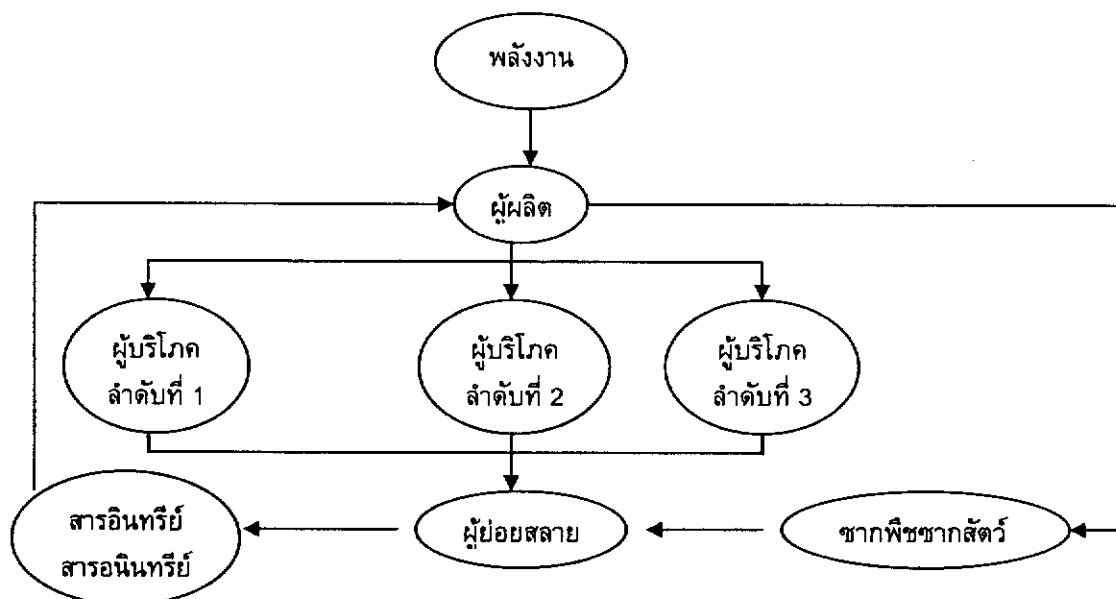
แม่น้ำ ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ ระบบนิเวศบก ได้แก่ ระบบนิเวศกึ่งบก ตัวอย่างป่าพรุ ระบบนิเวศบกแท้ ตัวอย่างป่าดงดิบ ป่าเต็งรัง ทุ่งหญ้า

ข. ระบบนิเวศเมืองอุตสาหกรรม (Urbanindustrial Ecosystems) เป็นระบบที่ต้องพึ่งพาแหล่งพลังงานเพิ่มเติม เช่น น้ำมันเชื้อเพลิง พลังงานนิวเคลียร์ เป็นระบบนิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้น

ค. ระบบนิเวศเกษตร(Agricultural Ecosystems) เป็นระบบที่มนุษย์ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศทางธรรมชาติขึ้นมาใหม่

2.4 กลไกความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ

ในระบบนิเวศสิ่งมีชีวิตทั้งกลุ่มผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายจะทำให้เกิดกลไกความสัมพันธ์ต่อกันในเชิงระบบ ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สามารถอธิบายความสัมพันธ์ที่มีต่อกันนั้นโดยผ่านทางกลไก 3 ประการคือ ห่วงโซ่อาหาร การถ่ายทอดพลังงานและวัฏจักรสารอาหารในระบบนิเวศ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังภาพประกอบ 13

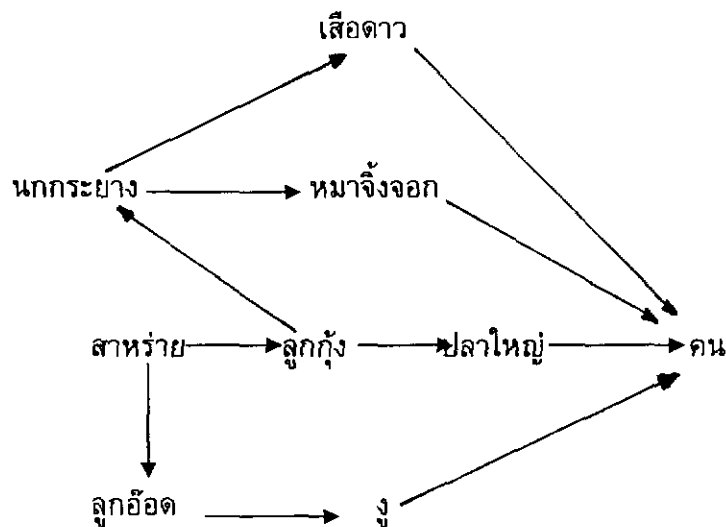


ภาพประกอบ 13 แสดงความสัมพันธ์ของระบบนิเวศ

จากภาพประกอบ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมทั้งที่เป็นสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต จะมีความสัมพันธ์ต่อกันในหลายลักษณะ สิ่งแวดล้อมที่มีชีวิตจะมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต และสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิตจะมีอิทธิพลต่อการกำหนดการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในระบบนิเวศในรูปแบบความสัมพันธ์ 3 ลักษณะคือ ระดับอาหาร การถ่ายทอดพลังงาน และการหมุนเวียน

2.4.1 ลำดับอาหาร (Trophic level) ในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ จะมีลำดับการกินต่อ

กันเป็นทอด ๆ ความสัมพันธ์ในการกินอาหารแต่ละระดับมีลักษณะเป็นสายทอดยาวถึงกันเรียกว่า ห่วงโซ่อาหาร(Food chain) ในระบบนิเวศไม่ได้มีห่วงโซ่อาหารในระบบการกินเป็นทอด ๆ แค่สายเดียว แต่ยังมีห่วงโซ่อาหารที่เชื่อมสัมพันธ์กันในระบบซึ่งมีมากกว่าหนึ่งสายด้วยกันมีลักษณะเป็นการชกโยจึงเรียกว่า สายใยอาหาร(Food web) ดังแสดงให้เห็นในภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 ห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร

ในภาพประกอบ 14 สามารถแยกห่วงโซ่อาหารในระบบออกเป็น 4 สายด้วยกัน คือ

ห่วงโซ่อาหารสายที่ 1 สหรัวย → ลูกอี๊ด → งู → คน มีระดับอาหาร 4 ลำดับ

ห่วงโซ่อาหารสายที่ 2 สหรัวย → ลูกกิ้ง → ปลาใหญ่ → คน มีระดับอาหาร 4 ลำดับ

ห่วงโซ่อาหารสายที่ 3 สหรัวย → ลูกกิ้ง → นกกระยาง → หมาจิ้งจอก → คน มีระดับอาหาร 5 ลำดับ

ห่วงโซ่อาหารสายที่ 4 สหรัวย → ลูกกิ้ง → นกกระยาง → เสือดาว → คน มีระดับอาหาร 5 ลำดับ

จากภาพประกอบ 14 แสดงให้เห็นในห่วงโซ่อาหารแต่ละสายมีระดับอาหารจำนวนไม่เท่ากัน และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงต่อกัน อย่างเช่น สายที่ 2 กับสายที่ 3 โดยเริ่มจากมีสหรัวยอาหารเป็นผู้ผลิตอาหารให้กับห่วงโซ่อาหาร ในลำดับต่อมาลูกกิ้งกินสหรัวยเป็นอาหาร จัดเป็นผู้บริโภคในลำดับที่ 1 ปลาใหญ่และนกกระยางเป็นผู้บริโภคลำดับที่ 2 แต่อยู่ในห่วงโซ่อาหารต่างสายกัน ซึ่งมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันระหว่างห่วงโซ่ในสายที่ 2 และ 3 ซึ่งทั้งปลาใหญ่และนกกระยางต่างก็กินลูกกิ้งเป็นอาหารเช่นเดียวกัน ส่วนห่วงโซ่อาหารในสายที่ 3 และสายที่ 4 ก็มีความสัมพันธ์ในลักษณะเช่นเดียวกันกับสายที่ 2 และสายที่ 3 คือ หมาจิ้งจอกและเสือดาวต่างกินนกกระยางเป็นอาหารทำให้

ห่วงโซ่อาหารในสายที่ 3 และสายที่ 4 มีการเชื่อมโยงและสัมพันธ์กันในระบบ ดังนั้นห่วงโซ่อาหารในสายที่ 2 สายที่ 3 และสายที่ 4 จึงมีลักษณะสัมพันธ์เชื่อมต่อกันหรือเรียกว่าสายใยอาหารของระบบนั่นเอง ส่วนแบบห่วงโซ่อาหารสามารถแบ่งได้หลายแบบ จำแนกรูปแบบของโซ่อาหารตามเกณฑ์การหาอาหาร(กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2545 : 29)

1) โซ่อาหารแบบก่อดิน (Predator food chain) เริ่มจากพืชและผู้บริโภคที่เป็นสัตว์กินเหยื่อแบบก่อดิน หรือฆ่ากินโดยทั่วไปพบว่าผู้ล่าเหยื่อมักมีขนาดใหญ่กว่าเหยื่อเสมอ เช่น แผลงตอนพืช → แผลงตอนสัตว์ → ตัวออนแมลง → ลูกปลา → ปลาใหญ่ → มนุษย์

2) โซ่อาหารแบบปรสิต(Parasitic food chain) เป็นโซ่อาหารที่อยู่ในสิ่งมีชีวิตแต่ละตัวเริ่มต้นจากสัตว์ใหญ่ ไปยังสัตว์ตัวเล็กตามลำดับ หรือขนาดของผู้บริโภคในระดับสูงขึ้นไปของโซ่อาหารจะเล็กลงเรื่อย ๆ เช่น นก → ไรนก → โปรโตซัว → แบคทีเรีย → ไวรัส

3) โซ่อาหารซากอินทรีย์(Saprophytic food chain) เป็นโซ่อาหารที่เริ่มจากซากอินทรีย์ถูกสลายโดยจุลินทรีย์แล้วถูกกินต่อไปโดยสัตว์ที่กินเศษอินทรีย์(Detritivores) และผู้ล่า(Predators) ตามลำดับ เช่น เศษใบไม้ → ปู, กุ้ง, หอย → ปลา → นก

4) โซ่อาหารเบ็ดเตล็ด(Miscellaneous food chain) เป็นโซ่อาหารหลาย ๆ แบบผสมกันอยู่ในสายเดียวกัน

2.4.2 การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ (Energy flow) การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ เป็นการถ่ายทอดที่ไม่ครบวงจร (Noncyclic) เพราะในห่วงโซ่อาหารพลังงานส่วนหนึ่งสูญเสียไปในรูปของความร้อน พลังงานส่วนนี้พืชไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จะสามารถเรียงลำดับการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศได้คือ เมื่อดวงอาทิตย์ที่เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่สุดในระบบนิเวศส่องผ่านแสงอาทิตย์มายังโลก พืชสีเขียวเป็นผู้ผลิตจะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาทำปฏิกิริยากับสารอนินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมซึ่งประกอบด้วยน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้เกิดสารอินทรีย์ขึ้นในพืช พลังงานที่สะสมในพืชจะถูกนำไปใช้และสูญเสียในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น กระบวนการหายใจ(Respiration) ต่อจากนั้นพลังงานจะถูกถ่ายทอดต่อไปยังสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร พลังงานที่สะสมในสัตว์ก็จะถูกนำไปใช้ในการเจริญเติบโต และบางส่วนของพลังงานจะสูญเสียไปในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การหายใจและการเผาผลาญสารอาหาร พลังงานที่เหลือในสัตว์ก็จะถูกถ่ายทอดไปยังสัตว์ที่กินสัตว์เป็นอาหารและมนุษย์ ซึ่งจะเป็นผู้รับพลังงานในลำดับต่อมา ขณะที่มีการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารก็จะมีการล้มตายของผู้บริโภคทั้งหลายบ้าง ซึ่งพลังงานต่าง ๆ อาจถูกถ่ายทอดไปยังผู้บริโภคซากพืชซากสัตว์(Scavenger) และสุดท้ายจะเป็นหน้าที่ของผู้ย่อยสลาย ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตสุดท้ายของการถ่ายทอดพลังงานและพลังงานบางส่วนจะมีการสูญเสียไปเช่นกัน พลังงานในการถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารนั้น ผู้บริโภคในลำดับขั้นถัดมาจะได้รับพลังงานร้อยละ 10 ของพลังงานที่เก็บสะสมของผู้ผลิตหรือผู้บริโภคในลำดับขั้นก่อน

2.4.3 วัฏจักรของสารอาหารในระบบนิเวศ จากการย่อยสลายของกลุ่มผู้ย่อย

สลายในระบบนิเวศ ทำให้เกิดการหมุนเวียน ถ่ายเทสารอาหารที่จำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ จะปรากฏอยู่ในรูปแบบของการหมุนเวียนของธาตุต่าง ๆ โดยแต่ละธาตุมีการหมุนเวียนแตกต่างกัน ที่สำคัญจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มคือ

1. การหมุนเวียนของสารประกอบ ได้แก่ วัฏจักรน้ำ
2. การหมุนเวียนของธาตุที่เป็นก๊าซ ได้แก่ ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน
3. การหมุนเวียนของธาตุที่สะสมอยู่ในผิวโลก อาจพบในลักษณะการตกตะกอน

การละลาย การสะสมในรูปแบบต่าง ๆ และถูกปล่อยออกมาด้วยกระบวนการกักถ่วง ได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม

วัฏจักรน้ำ การหมุนเวียนของน้ำในระบบนิเวศจะผ่านกลไกสำคัญ คือ การระเหย (Evaporation) และการตกลงมาของน้ำฟ้า (Precipitation) พลังงานจากแสงอาทิตย์จะทำให้ น้ำจากแหล่งต่าง ๆ เกิดการระเหย กลายเป็นไอน้ำอยู่ในอากาศและหยาดน้ำฟ้าที่เป็นความชื้นในอากาศ ต่อมาจะมีกระบวนการกลั่นตัวเป็นเมฆและตกมาเป็นฝน ซึ่งเป็นหยาดน้ำฟ้าชนิดหนึ่ง น้ำฝนบางส่วน ซึมลงสู่ดินเป็นน้ำในดินที่ละลายธาตุอาหารและถูกนำเข้าสู่พืชโดยผ่านกลไกลำเลียงทางรากพืชและน้ำถูกคายออกทางใบเป็นไอน้ำ น้ำบางส่วนเป็นน้ำใต้ดินมนุษย์สามารถขุดเจาะมาใช้ได้ น้ำบางส่วนก็ไหลไปรวมอยู่ในพื้นผิวระดับต่ำเป็นแอ่งน้ำ ลำธาร แม่น้ำ ทะเล มหาสมุทร แหล่งน้ำเหล่านี้จะมีการระเหยเกิดเป็นไอน้ำในอากาศ

วัฏจักรไนโตรเจน แหล่งสะสมก๊าซไนโตรเจนที่เป็นแหล่งใหญ่ในระบบนิเวศคือ ไนโตรเจนในอากาศ สิ่งมีชีวิตสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้โดยผ่านกระบวนการตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation) กลไกการตรึงไนโตรเจนคือการนำเอาไนโตรเจนในอากาศมาใช้เป็นธาตุอาหารพืชเพื่อการเจริญและเป็นแหล่งอาหารของสัตว์กินพืชในห่วงโซ่อาหารนั้นจะต้องอาศัยการย่อยสลายซากอินทรีย์โดยจุลินทรีย์และระยะเวลา หากมีเวลานั้นจะได้ปริมาณไนโตรเจนต่ำ จุลินทรีย์ที่สามารถตรึงไนโตรเจนในระบบนิเวศได้แก่ ราที่เรียกว่าไรโซเบียม (Rhizobium) ที่อยู่ร่วมกับพืชรากตระกูลถั่ว สำหรับสีน้ำเงินแกมเขียวพวกอนาบีน้า (Anabaena) ที่อาศัยอยู่กับแหนแดงซึ่งเป็นเฟิร์นน้ำชนิดหนึ่งไลเคนส์ (Lichens) เป็นต้น หลังจากย่อยสลายซากอินทรีย์โดยผู้ย่อยสลายแล้ว แบคทีเรียในดิน เช่นพวกไนโตรโซโมแนส (Nitrosomonas) ไนโตรแบคเตอร์ (Nitrobacter) จะเปลี่ยนแปลงให้เกิดเป็นไนโตรเจนในรูปของไนเตรทที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ และจะเข้าสู่วงจรของห่วงโซ่อาหารต่อไป จะมีไนโตรเจนบางส่วนที่ไม่สามารถถูกเปลี่ยนกลับมาสู่พืชอีก แต่จะกลายเป็นก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศ และบางส่วนจะถูกสะสมในรูปของแอมโมเนียมีไนโตรเจนเป็นธาตุประกอบในหินตะกอน

วัฏจักรฟอสฟอรัส ฟอสฟอรัสในระบบนิเวศบนบกสะสมอยู่ส่วนใบของพืชมากกว่าส่วนอื่น การผลัดใบของพืชจึงมีผลกระทบต่อวัฏจักรฟอสฟอรัสในพืชอย่างมาก แต่พืชจะสามารถปรับกลไกของตัวเองโดยการเคลื่อนย้ายฟอสฟอรัสจากใบมาสะสมในลำต้นก่อนการผลัดใบ วัฏจักรของฟอสฟอรัสจะเข้าสู่ระบบนิเวศโดยทางอากาศ ส่วนใหญ่ระบบนิเวศจะสามารถนำฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปฟอสเฟตซึ่งละลายน้ำและเกาะตามอนุภาคของดินโดยผ่านการย่อยสลายใน

ระบบนิเวศ การนำฟอสฟอรัสมาใช้ในการเจริญเติบโตของพืชจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ถ้าสูงจะใช้ประโยชน์ได้มากกว่าอุณหภูมิต่ำ ความชื้นและปริมาณน้ำในดินจะมีผลต่อการละลายธาตุอาหาร ความเป็นกรดต่างของดิน ถ้าดินเป็นกรดต่างสูงพืชจะนำฟอสฟอรัสไปใช้ได้น้อยกว่าสภาพดินเป็นกลาง

วัฏจักรซัลเฟอร์(กำมะถัน) ซัลเฟอร์มีการสะสมอยู่ในหลายรูปแบบทั้งที่เป็นธาตุ และสารประกอบ คือมีการรวมตัวอยู่กับธาตุอื่น เช่นไฮโดรเจนซัลไฟด์(H_2S) ซัลเฟต(SO_4)และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบรรยากาศ แหล่งสะสมธาตุกำมะถันส่วนใหญ่จะอยู่ในดินอาจจะอยู่ในรูปของกำมะถันบริสุทธิ์แถบภูเขาไฟ น้ำพุร้อน สิ่งมีชีวิตไม่สามารถนำกำมะถันบริสุทธิ์มาใช้หมุนเวียนและสร้างเป็นสารประกอบได้ต้องดูดซึมทางรากพืชโดยที่ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งได้มาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์รวมกับน้ำในบรรยากาศตกลงมาเป็นฝนที่มีกรดซัลฟูริกลงสู่ดินสารประกอบซัลเฟตบางชนิดที่อยู่ในดินเมื่อถูกกรดซัลฟูริกจะแตกตัวได้เป็นซัลเฟต รากพืชก็จะดูดซึมเข้าไปพร้อมกับน้ำเพื่อสร้างเป็นสารประกอบอินทรีย์ต่อไป เมื่อพืชหรือสัตว์ที่กินพืชตายไปก็จะทับถมลงไปในดินแล้ว จุลินทรีย์ในดินจะช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์ของพืชจนได้สารประกอบซัลเฟตที่ละลายน้ำได้ด้วย สำหรับแร่กำมะถันที่อยู่ในดินและหินเมื่อถูกชะล้างด้วยกระบวนการกักกร่อนตามธรรมชาติเกิดเป็นสารประกอบซัลไฟด์ แล้วจึงถูกออกซิไดส์ได้ซัลเฟตซึ่งพืชสามารถดูดไปใช้ได้ ในกรณีที่ซัลเฟตถูกชะล้างไปกับน้ำก็จะมีพวกแอนาโรบิกแบคทีเรียมารีดิวซ์ซัลเฟตให้เป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์และออกซิเจนกลับคืนสู่บรรยากาศ เมื่อถูกฝนก็ละลายปนมากับน้ำลงสู่พื้นดินและน้ำใต้ดินอีก สารประกอบไฮโดรเจนซัลไฟด์ในส่วนที่ไม่กลับคืนสู่บรรยากาศแต่คงสะสมอยู่ในดินและโคลนนั้น ถึงแม้จะไม่มีออกซิเจน แต่เมื่อถูกแสงแดดก็จะถูกแบคทีเรียออกซิไดส์ให้เป็นซัลเฟอร์และซัลเฟตได้ ไฮโดรเจนซัลไฟด์เมื่อรวมตัวกับเหล็กในดินได้สารประกอบเฟอร์รัสซัลไฟด์(FeS) และเฟอร์รัสไดซัลไฟด์(FeS_2) ซึ่งหายไปจากวัฏจักร แต่สามารถกลับคืนสู่บรรยากาศได้ในรูปของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และซัลเฟตโดยการระเบิดของภูเขาไฟ และกระบวนการกักกร่อนตามธรรมชาติ การนำถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียมมาเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมเป็นการนำกำมะถันกลับคืนสู่บรรยากาศในรูปของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นซัลเฟตเมื่อสัมผัสกับความชื้น แล้วตกลงมาพร้อมกับฝนสู่พื้นดินและน้ำใต้ดิน แบคทีเรียพวก thiobacillus สามารถสังเคราะห์กรดซัลฟูริกจากกำมะถันที่อยู่ในดินความเป็นกรดของดินจะช่วยทำให้ธาตุต่าง ๆ เช่น K Ca Mn Mg และAl ถูกเปลี่ยนให้อยู่ในสภาพที่รากของพืชจะดูดซึมไปใช้ได้ และเป็นการเสริมฟอสเฟต ในดินที่รากพืชสามารถดูดซึมได้มากขึ้น

วัฏจักรคาร์บอน สิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องการคาร์บอน เพราะเป็นธาตุหลักในสารประกอบไม่ว่าจะเป็นโปรตีน คาร์โบไฮเดรต หรือโมเลกุลของสารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด คาร์บอนสามารถนำมาใช้ประโยชน์โดยการหมุนเวียนระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(CO_2) ในบรรยากาศ ส่วนในทะเลและมหาสมุทรจะอยู่ในรูปของคาร์บอนเนต(CO_3^{2-}) และไบคาร์บอนเนต(HCO_3^-) ซึ่งเป็นคาร์บอนไดออกไซด์อิสระโดยมีปริมาณสูงถึง 50 เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศหรือในน้ำเมื่อเข้าสู่พืชจะถูกสร้างเป็นสารอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์แสง สารอาหารเหล่านี้สามารถถ่ายทอดต่อไปยังสัตว์ทางห่วงโซ่อาหาร พืชและสัตว์จะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศโดยกระบวนการหายใจ เมื่อพืชและสัตว์ตายลงจะถูกผู้ย่อยสลายเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์กลับคืนสู่บรรยากาศ โดยบางส่วนของพืชที่ตายจะทับถมกันในดินกลายเป็นถ่านหินและน้ำมัน มนุษย์สามารถนำกลับมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรูปเชื้อเพลิงฟอสซิล(Fossil fuels) และนำมาใช้ในการเผาไหม้(Combustion) คาร์บอนไดออกไซด์จึงกลับคืนสู่บรรยากาศอีกครั้งหนึ่ง

2.5 ปัจจัยเกื้อหนุนระบบนิเวศ

ระบบนิเวศเปรียบได้กับกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ซึ่งต้องมีปัจจัยเกื้อหนุน กระบวนการผลิตระบบนิเวศแต่ละระบบจะมีวัตถุประสงค์หรือปัจจัยที่ป้อนเข้าสู่ระบบแตกต่างกันทำให้ประสิทธิภาพการทำงานและผลผลิตของระบบที่ได้รับแตกต่างกันออกไป ปัจจัยเกื้อหนุนระบบนิเวศสามารถจำแนกตามที่มาได้แตกต่างกัน

2.5.1 ปัจจัยทางด้านกายภาพ(Physical factors) ระบบนิเวศแต่ละแหล่งจะมีปัจจัยทางด้านกายภาพที่คอยเกื้อหนุนระบบนิเวศแตกต่างกันออกไป ส่งผลให้เกิดอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตที่เป็นสมาชิกในระบบนิเวศ สำหรับปัจจัยทางด้านกายภาพได้แก่

1. แสงอาทิตย์ เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารของพืช ผลผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์แสงมีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และยังมีผลต่อสรีรวิทยาของพืชหลายชนิด เช่น การเจริญเติบโต การเคลื่อนไหว การออกดอกและบานของดอกไม้ ส่วนในสัตว์ แสงอาทิตย์จะมีผลทางอ้อม เช่น สัตว์ที่ต้องการแสงสว่างเพื่อหาอาหารในตอนกลางวัน เป็นต้น

2. บรรยากาศ ส่วนประกอบของบรรยากาศมีก๊าซที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่น ก๊าซออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช แต่ก๊าซบางชนิดสามารถก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ และความกดดันบรรยากาศก็เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต อย่างเช่นในน้ำความดันบรรยากาศจะเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก ปลาบางชนิดอาศัยในบริเวณน้ำที่ลึกมาก ๆ และมีการปรับตัวให้ทนต่อความดันที่สูงได้เป็นอย่างดี

3. ความเป็นกรดเป็นด่าง ในทางเคมีปริมาณของไฮโดรเจนไอออนจะเป็นตัวกำหนดสภาวะความเป็นกรดต่าง(pH) ของระบบนิเวศ และมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตทั้งบนบกและในน้ำ เช่น พืชบางชนิดไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในดินที่มีความเป็นกรดสูง หรือในกรณีพืชน้ำสามารถนำคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำมาใช้เพื่อการสังเคราะห์แสงได้ต้องขึ้นกับความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในแหล่งน้ำนั้นด้วย

4. อุณหภูมิ มีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศบนบกมากกว่าระบบนิเวศในน้ำ

เพราะระบบนิเวศบนบกมีการผันแปรของอุณหภูมิตามฤดูกาลในช่วงกว้าง เช่น ในเขตอบอุ่นโลก อุณหภูมิอาจลดลงต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียสในฤดูหนาวและสูงกว่า 20 องศาเซลเซียสในฤดูร้อน สำหรับในน้ำนั้นอุณหภูมิจะมีความผันแปรตามความลึกถ้าความลึกเพิ่มขึ้นอุณหภูมิก็มจะยิ่งลดลง สิ่งมีชีวิตต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต เพราะอุณหภูมิมิมีผลโดยตรงต่อการทำงานของ เอนไซม์ ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการเมตาบอลิซึม(Metabolism)ของร่างกาย สำหรับพืช อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่พืชมีอิทธิพลต่อสรีรวิทยาของพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งการสังเคราะห์แสง และการคายน้ำของพืช

5. น้ำ มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เพราะไม่เพียงแต่เป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงยังเป็นสารอาหารของสัตว์อีกด้วย สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศได้รับอิทธิพลจากน้ำในสภาพที่แตกต่างกัน เช่น ความชื้นของดิน ความชื้นของอากาศ และปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำในระบบนิเวศจะเป็นตัวกำหนดการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิต เช่น สัตว์ที่มีความทนทานต่อการขาดน้ำได้เท่านั้นจึงจะดำรงชีวิตอยู่ในทะเลทรายได้ ฝนที่ตกลงมาจะชะล้างอนุภาคของดินและแร่ธาตุต่าง ๆ ให้ไหลลงสู่แม่น้ำลำธาร ทะเลและมหาสมุทร

6. ดิน ผิวดินนอกจากเป็นปัจจัยเกื้อหนุนในด้านที่อยู่อาศัย การหาอาหาร การหลีกเลี่ยงจากศัตรู การสืบพันธุ์และการเลี้ยงลูกตัวอ่อนแล้ว ในดินยังมีองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น น้ำ ปุ๋ย และธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสงของพืช ดินเป็นแหล่งที่อยู่ที่สำคัญของจุลินทรีย์ ประเภทต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย ลักษณะของผิวดิน ขนาดของอนุภาคของดินและธาตุอาหารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการดำรงชีวิตและกำหนดชนิดของพืชในระบบนิเวศ ชนิดของพืชก็จะมีอิทธิพลต่อการกำหนดชนิดของสัตว์ที่จะมาอาศัยอยู่ในระบบนิเวศ เพราะสัตว์แต่ละชนิดย่อมบริโภคอาหารที่แตกต่างกัน

2.5.2 ปัจจัยทางด้านชีวภาพ(Biological factors) เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ระบบนิเวศเกิดการถ่ายทอดพลังงานและมีการหมุนเวียนของสสาร ให้กลายเป็นสภาพจากสสารที่ไร้ประโยชน์เป็นสสารที่มีประโยชน์ ปัจจัยทางด้านชีวภาพมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีความสัมพันธ์ต่อกันในเชิงการถ่ายทอดพลังงานทางห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหารกระบวนการต่าง ๆ จะเกิดอย่างต่อเนื่องและสมดุล และยังมีความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน และระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดต่างกันได้แก่

1. ภาวะที่ต้องพึ่งพากัน(Mutualism) ลักษณะความสัมพันธ์ที่สิ่งมีชีวิตสองชนิดจำเป็นต้องอาศัยอยู่ร่วมกัน ถ้าแยกจากกันแล้วไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เพราะต่างฝ่ายต้องพึ่งพาอาศัยกันเพื่อให้ได้รับประโยชน์ทั้งสองฝ่าย เช่น ปลวกกับโปรโตซัวชนิด flagellate ในลำไส้ ปลากินไม้หรือกินกระดาษซึ่งมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบแต่ปลวกกับไมมีเอนไซม์ที่จะย่อยเซลลูโลส จึงต้องอาศัยโปรโตซัวช่วยย่อย ถ้าไม่มีโปรโตซัวปลวกก็จะไม่ได้รับสารอาหารจากเซลลูโลสทำให้ดำรงชีวิตอยู่ไม่ได้ ส่วนโปรโตซัวซึ่งหาอาหารเองไม่ได้จะได้รับอาหารจากการย่อยเซลลูโลสด้วย การอยู่ร่วมกันที่ทำให้ทั้งสองฝ่ายได้รับประโยชน์สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 ลักษณะคือ

ก. การอยู่ร่วมกันแบบถาวร(Mutualism with continuous contact) เป็นการอยู่

ร่วมกันตลอดชีวิตโดยที่ต่างฝ่ายต่างก็ได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกัน ถ้าขาดฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดไปอาจจะทำให้การดำรงชีวิตไม่ดีเท่าที่ควรได้แก่ ไลเคน(lichen) ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิต 2 ชนิด คือ ราและสาหร่าย ราสามารถเก็บความชื้นได้ดีและทำหน้าที่สลายวัตถุต่าง ๆ ให้เป็นธาตุอาหารที่สิ่งมีชีวิตทั้งสองจะนำไปใช้ได้ ส่วนสาหร่ายทำหน้าที่สังเคราะห์แสงเพื่อให้ได้อาหารมาให้ได้อาหารมาใช้ดำรงชีวิตของทั้งสองฝ่ายเช่นกัน จะพบว่าถ้านำราดังกล่าวไปเลี้ยงแยกออกจากสาหร่าย ราจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ส่วนสาหร่ายก็เช่นกันอาจอยู่เพียงลำพังได้หรือไม่ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย

ข. การอยู่ร่วมกันแบบชั่วคราว(Mutualism without continuous contact) เป็นการอยู่ร่วมกันเพียงช่วงใดช่วงหนึ่งเป็นระยะเวลาสั้น ๆ แต่ทำให้ทั้งสองฝ่ายได้รับประโยชน์จากการอยู่ร่วมกัน(proto cooperation) เช่น นกเอี้ยงกับควาย นกเอี้ยงอาศัยกินพวกกรีนโรบนหลังควาย ขณะเดียวกันก็เท่ากับเป็นการกำจัดแมลงที่มารบกวนควายให้ด้วย

2. ภาวะมีการเกื้อกูล(Commensalism) เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิด โดยฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์จากการอยู่ร่วมกัน ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งก็ไม่เสียประโยชน์และไม่ได้รับประโยชน์แต่อย่างใด แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ

ก. การเกื้อกูลตลอดชีวิต(Commensalism with continuous contact) พบมากในสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตโดยการเกาะอยู่บนสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นทั้งพืชและสัตว์ ที่พบทั่วไปคือ กัลวีย์ไม้และเฟิร์น ชอบขึ้นตามต้นไม้ใหญ่ชนิดอื่น เพียงเพื่ออาศัยให้ได้รับแสงและสภาวะที่เหมาะสมแต่ไม่ได้แย่งอาหารจากต้นไม้ที่อาศัยเกาะอยู่ เพราะสามารถสังเคราะห์แสงได้ด้วยตัวเอง สำหรับสัตว์เช่นสัตว์ที่เกาะนิ่งที่ชอบเกาะอยู่บนปลาวาฬสีเทาหรือเพรียงหินที่เกาะอยู่บนเปลือกหอยและแมงดาทะเล

ข. การเกื้อกูลแบบชั่วคราว(Commensalism without continuous contact) พบในสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งที่ต้องการให้สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นใช้เป็นกำบังศัตรูหรือใช้เป็นที่อยู่อาศัยเพื่อหาอาหาร เช่น นกที่ทำรังอยู่บนต้นไม้ เหาจลามที่อาศัยเกาะอยู่กับปลาจลามและปลาวาฬ เพื่ออาศัยกินเศษอาหารที่เหลือจากปลาวาฬและจลาม

3. ภาวะการเป็นปรสิต(parasitism) เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิด โดยฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์เรียกว่าปรสิต(parasitie) ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์เรียกว่าผู้ถูกอาศัย(Host) ในวงชีวิตของปรสิตชนิดหนึ่งอาจมีผู้ถูกอาศัยมากกว่าหนึ่งชนิด เช่น พยาธิตัวตืด(Tape Worm) ที่มีคนและหมูเป็นผู้ถูกอาศัย แต่ปรสิตจะไม่ทำอันตรายต่อผู้ถูกอาศัยในทันทีแต่จะค่อย ๆ เป็นไปทีละน้อย ผู้ถูกอาศัยมีชีวิตได้นานเท่าใดปรสิตจะได้รับประโยชน์นานเท่านั้น ภาวะการเป็นปรสิตสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

ก. การเป็นปรสิตบางส่วนหรือบางคราว(Partial parasitism) ฝ่ายที่เป็นปรสิตอาจจะหากินเองได้บ้าง เช่น ต้นกาฝากที่ขึ้นตามต้นไม้ใหญ่ต่าง ๆ โดยต้นของมันเองก็มีคลอโรฟิลล์สามารถสังเคราะห์แสงได้ ขณะเดียวกันก็สร้างรากพิเศษเจาะลงสู่ขอน้ำและอาหารของต้นไม้ที่มัน

อาศัยอยู่ เพื่อดูดน้ำและธาตุอาหาร จึงอยู่ในประเด็นที่ไม่ได้พึ่งฝ่ายที่ถูกอาศัยไปทั้งหมด เช่น ยุง ปลิงน้ำจืด ค้างคาวดูดเลือด ซึ่งจะเกาะผู้ถูกอาศัยเพื่อดูดเลือดเป็นครั้งคราว

ข. การเป็นปรสิตถาวร (Complete parasitism) ประเภทนี้เป็นปรสิตจะมีการปรับตัวให้มีชีวิตอยู่โดยการพึ่งผู้ถูกอาศัยโดยเฉพาะ และการเป็นปรสิตที่แท้จริงต้องไม่เป็นสาเหตุให้ผู้ถูกอาศัยตายลงได้ เช่น พยาธิใบไม้ตับ พยาธิเส้นด้าย พยาธิปากขอ ที่อาศัยอยู่ในคนและสัตว์ต่าง ๆ การดำรงชีวิตในภาวะปรสิตนั้นมักมีลักษณะเฉพาะต่อผู้ถูกอาศัยแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน เช่น หมัดสุนัข จะอาศัยอยู่เฉพาะในสุนัขจะไม่อาศัยอยู่กับคนหรือสัตว์อื่น แต่ปรสิตบางชนิดจะไม่เจาะจง เช่น ยุงดูดเลือดคนและสัตว์

4. การล่าเหยื่อ (Predation) เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิดในลักษณะที่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์จากการเป็นผู้ล่า (Predator) และอีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์จากการเป็นเหยื่อ (Prey) เช่น เสือจับกระต่ายกินเป็นอาหาร การล่าเหยื่อนี้เกิดขึ้นกับระบบนิเวศทุกระบบ ทำให้เกิดห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร

5. การแก่งแย่ง (Competition) เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตสองชนิดในลักษณะที่ต่างฝ่ายต่างแก่งแย่งปัจจัยที่จำเป็นต่อการดำรงชีพทำให้เสียประโยชน์ด้วยกันทั้งสองฝ่าย ถ้าหากปัจจัยที่ต้องการไม่เพียงพอ ความสัมพันธ์แบบนี้เกิดขึ้นตลอดเวลาในระบบนิเวศ เช่น ต้นไม้และสัตว์แย่งก๊าซออกซิเจนในอากาศเพื่อการหายใจในเวลากลางวัน การแก่งแย่งมีทั้งที่เกิดขึ้นระหว่างสิ่งมีชีวิตเดียวกันหรือสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน เป็นปัจจัยสำคัญที่คอยจำกัดจำนวนสิ่งมีชีวิตภายในระบบนิเวศให้เหมาะสม

6. ภาวะการย่อยสลาย (Saprophytism) เป็นความสัมพันธ์ที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันระหว่างสิ่งมีชีวิตที่ยังมีชีวิตอยู่กับสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วและได้รับประโยชน์จากการย่อยสลายของอาหารที่มีอยู่ในซากของสิ่งมีชีวิต เช่น เห็ดราที่ขึ้นตามขอนไม้ ราที่ขึ้นตามขนมปัง

การทำงานของระบบนิเวศแตกต่างกันซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยเกื้อหนุนโดยเฉพาะระบบนิเวศใดมีความหลากหลายของปัจจัยทางด้านชีวภาพมาก ระบบนิเวศนั้นก็就会有ความสลับซับซ้อนมากด้วย เช่น ระบบนิเวศป่าเต็งรังซึ่งเป็นป่าไม้ในเขตร้อนมีความสลับซับซ้อนมาก

2.6 ความหมายของป่าเต็งรัง

ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest) เป็นป่าไม้ประเภทผลัดใบ มีการผลัดใบในฤดูแล้งหรือในช่วงเวลาที่มีปริมาณความชื้นในอากาศน้อย ซึ่งมีผู้ได้ให้ความหมายและลักษณะของป่าเต็งรังไว้ดังนี้

ป่าเต็งรังเป็นป่าผลัดใบที่มีพันธุ์ไม้ในวงศ์ไม้ยางที่มีการผลัดใบขึ้นเป็นไม้เด่นในสังคม พันธุ์ไม้ที่เป็นดัชนี ได้แก่ เต็ง (*Shorea obtuse*) รัง (*Shorea siamensis*) เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) ยางกรวด (*Dipterocarpus intricatus*) พันธุ์ไม้เหล่านี้จะต้องเป็นพันธุ์ไม้เด่นเหนือพันธุ์ไม้อื่นในสังคม โดยทั่วไปความหนาแน่นของต้นไม้ไม่น้อยกว่าป่าผสมผลัดใบ ป่าชนิดนี้มีไฟป่าไหม้เกือบทุกปี ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าสังคมพืชชนิดนี้ดำรงสภาพอยู่

ได้โดยมีไฟป่าเป็นตัวกำหนด หากมีการป้องกันไฟป่าเป็นเวลานาน ป่าชนิดนี้จะเปลี่ยนไปเป็นป่าผสมผลัดใบถ้าสภาพดินเหมาะสม(พงษ์ศักดิ์ สหุภาพและคณะ. 2536 : 88) ป่าเต็งรัง บางทีเรียกว่าป่าแดงหรือป่าแพะหรือป่าโคก ลักษณะเป็นป่าโปร่งกว่าป่าเบญจพรรณ ทั้งใบในฤดูแล้งที่ขาดแคลนน้ำ ตอนพื้นล่างของป่าจะมีพืชเล็ก ๆ และหญ้าขึ้นโดยทั่วไปโดยเฉพาะหญ้าเพ็ก(*Arundinaria pusilla*) ป่าเต็งรังจะพบบริเวณพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร โดยทั่วไปความหนาแน่นของต้นไม้้น้อยกว่าป่าผสมผลัดใบ ป่าชนิดนี้ดำรงอยู่ได้โดยมีไฟป่าเป็นตัวกำหนด พรรณไม้ที่เป็นเด่นคือ ไม้เต็ง(*Shorea obtuse*) ไม้รัง(*Shorea siamensis*) เหียง(*Dipterocarpus obtusifolius*) พลวง(*Dipterocarpus tuberculatus*) ยางกรวด(*Dipterocarpus intricatus*) มะขามป้อม(*Phyllanthus emblica*) (วาทรี ภาว. 2538 : 105-106) ป่าเต็งรังเป็นป่าโปร่งแตกต่างจากป่าดิบแล้ง สภาพทั่วไปมักพบหินทราย โผล่ตามพื้นดินทั่วไป มีดินลูกรังจับตัวกันเป็นบริเวณกว้างในบางครั้ง หรือเป็นกรวดซีหนู ส่วนบริเวณที่ราบพบว่าดินเป็นทรายลึก ลักษณะโครงสร้างตามแนวตั้งประกอบด้วยชั้นเรือนยอด 3 ชั้น ชั้นบนสุดมีความสูงระหว่าง 21-35 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญได้แก่ เต็ง(*Shorea obtuse*) รัง(*Shorea siamensis*) พลวง(*Dipterocarpus tuberculatus*) เหียง(*Dipterocarpus obtusifolius*) กรวด(*Dipterocarpus intricatus*) พะยอม(*Shorea roxburghii*) ไม้ชั้นกลางมีความสูง 11-20 เมตร ชนิดไม้ที่สำคัญได้แก่ ก่อแพะ(*Quercus kerrii*) คำมอกหลวง(*Gardenia sootepensis*) คำมอกน้อย(*Gardenia obtusifolia*) หนามแท่ง(*Randia tomentosa*) ไม้ชั้นล่าง ได้แก่ พวกลูกไม้ชนิดต่าง ๆ หญ้าเพ็ก(*Arundinaria pusilla*) หญ้าคา(*Imperata cylindrica*) เป็นต้น มักจะมีไฟป่าไหม้ทุกปี จนมีผลทำให้ต้นไม้บางชนิดมีลักษณะแคระแกรน คดงอ หรือมีปุ่ม มีตา(สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2546 : 36) ป่าเต็งรังมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามความนิยมของท้องถิ่น เช่น ป่าแดง ป่าแพะ ป่าโคก เกิดอยู่แทบทุกภูมิภาคของประเทศไทย ยกเว้นภาคใต้ มักจะเกิดในบริเวณที่ดินไม่ค่อยมีความอุดมสมบูรณ์หน้าดินดินตามภูเขาในภาคเหนือและยอดเนินหรือโคกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือป่ามีลักษณะเป็นดินทราย ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่แม้จะมีทุกขนาดแต่ส่วนใหญ่เป็นไม้ขนาดกลางและเล็กที่แคระแกรน ยกเว้นบางตอนที่มีหน้าดินหนาและไม่ถูกรบกวนมากนักจึงมีไม้ขนาดใหญ่ผสมอยู่ ป่าชนิดนี้จะมีลักษณะค่อนข้างโปร่งและเกิดไฟป่าในหน้าแล้งเป็นประจำ(กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2545 : 53)

ดังนั้นจึงสรุปความหมายและลักษณะของป่าเต็งรังโดยทั่วไปได้ว่า เป็นป่าลักษณะโปร่งกว่าป่าเบญจพรรณ ทั้งใบในช่วงฤดูแล้งที่ขาดแคลนน้ำ มักพบที่มีความสูงไม่เกิน 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีพันธุ์ไม้ที่สำคัญคือ เต็ง(*Shorea obtuse*) รัง(*Shorea siamensis*) พลวง(*Dipterocarpus tuberculatus*) เหียง(*Dipterocarpus obtusifolius*) ดำรงอยู่ได้ด้วยไฟป่า และมักเกิดไฟไหม้ป่าเกือบทุกฤดูแล้ง และมีชื่อเรียกตามท้องถิ่นที่แตกต่างกัน คือ ป่าแพะหรือ ป่าโคกหรือป่าแดง

2.7 ระบบนิเวศป่าเต็งรัง

ระบบนิเวศป่าเต็งรัง(Dry Dipterocarp Forest Ecosystem)(ประมุข แก้วเนียม. 2544 :

50) ลักษณะของป่าชนิดนี้เป็นป่าโปร่ง ความหนาแน่นของต้นไม้ 84 ต้นต่อไร่ และความหนาแน่นประชิดของเรือนยอดตั้งแต่ 25 % ขึ้นไป ลักษณะโครงสร้างของป่าไม้แบ่งออกได้ 3 ชั้นได้แก่ ไม้ชั้นบน มีความสูงระหว่าง 21-35 เมตร ชนิดไม้สำคัญคือ เต็ง(*Shorea obtuse*) รัง(*Shorea siamensis*) พลวง(*Dipterocarpus tuberculatus*) พะยอม(*Shorea roxburghii*) เป็นต้น ไม้ชั้นกลาง มีความสูงระหว่าง 11-20 เมตร ต้นไม้สำคัญประกอบด้วย ก่อแพะ(*Quercus kerrii*) คำหมอกหลวง(*Gardenia sootepensis*) นามแม่(*Randia tomentosa*) ไม้ชั้นล่าง เป็นลูกไม้ชนิดต่าง ๆ เช่น หญ้าเพ็ก (*Arundinaria pusilla*) และหญ้าคา (*Imperata cylindrica*) ป่าเต็งรังมีลักษณะทางระบบนิเวศที่ต้องอาศัยปัจจัยทางด้านกายภาพ เช่นดิน ภูมิอากาศ แสงแดด ความชื้น ฯลฯ และปัจจัยทางด้านชีวภาพที่เหมาะสมมาช่วยเกื้อหนุนให้เกิดเป็นป่าเหมือนอย่างป่าอื่น ๆ ป่าเต็งรังในท้องถิ่นทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปัจจัยสภาพแวดล้อมด้านความแห้งแล้งของบรรยากาศ ฝนตกน้อยและอุณหภูมิสูง เป็นสิ่งเกื้อหนุนให้เกิดไฟป่าขึ้นเป็นประจำเมื่อถึงหน้าแล้ง ไฟป่าทำให้คุณสมบัติของดินเสื่อมโทรมลงมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ป่าเต็งรังสามารถเกิดบนที่ดินที่มีคุณภาพต่ำได้ดี สังคมพืชของป่าเต็งรังจะดำรงสภาพอยู่ได้โดยมีไฟป่าเป็นตัวกำหนด พันธุ์ไม้ในป่าส่วนใหญ่จะมีเปลือกที่แข็งแรงหนาและทนไฟเป็นอย่างดี ไม้ชั้นบนซึ่งมีไม้เต็ง(*Shorea obtuse*) รัง(*Shorea siamensis*) เหียง(*Dipterocarpus obtusifolius*) กรวด(*Dipterocarpus intricatus*) และพะยอม(*Shorea roxburghii*) เป็นไม้เด่น พันธุ์ไม้แต่ละชนิดเหล่านี้มีความงามอยู่ในตัวไม่ว่าจะเป็นลักษณะลำต้น กิ่ง ใบ หรือรูปทรงของทั้งต้น ดอกและผล ก็มีลักษณะเฉพาะ มีสีและกลิ่นหอมเฉพาะของแต่ละชนิด ป่าเต็งรังมีการหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงทางด้านของกายภาพและชีวภาพตามฤดูกาลคือ มีการเปลี่ยนสีของใบไม้แต่ละชนิด และสีของพืชชั้นล่างในแต่ละฤดูกาลนั้น ๆ ในฤดูหนาวระหว่างเดือนธันวาคมถึงกุมภาพันธ์ ต้นพะยอมจะออกดอกเป็นช่อใหญ่ สีขาวโพลนทั้งต้น และส่งกลิ่นหอมขจรไปทั่วทั้งป่า ใบของต้นเต็งจะเปลี่ยนสีจากเขียวเข้มเป็นสีเหลืองสดสลับกับใบของต้นรังที่มีสีแดงฉาน เหียงกรวดออกดอกสีชมพูแก่อ้อยระย้าอยู่ตามปลายกิ่ง พอปลายฤดูหนาวเข้าฤดูร้อนระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคม ไม้รังจะออกดอกเป็นช่อขาวหรือเหลืองอ่อนพร้อม ๆ กับไม้แดงออกดอกเป็นกลุ่มอัดแน่นเป็นช่อกลม ๆ มีสีเหลืองอ่อน และเมื่อร้อนจัดระหว่างเดือนมีนาคมจนกระทั่งเข้าฤดูฝนก็จะเห็นดอกไม้เต็ง มะค่าแต้ ประดู่ ชิงชัน ทอยยกันออกดอกสีขาวและสีเหลือง หรือสีขาวอมม่วง ส่วนต้นที่ออกดอกไปแล้วในฤดูกาลที่ผ่านมาก็จะออกผล ทั้งเป็นฝัก รูปทรงต่าง ๆ หรือรูปไข่ บางชนิดก็จะออกเป็นรูปกลมหรือรูปรี มีสีสรรต่าง ๆ บางชนิดมีปีกติดอยู่กับผล บางชนิดมีขนหรือมีหนามประปรายอยู่ตามผิวเปลือก นอกจากนี้ยังมีเถาวัลย์ขนาดใหญ่เลื้อยพันต้นไม้ทะลุยอด(ซุบ เข็มนาศ. 2528 : 39-40) การที่เถาวัลย์มีการอาศัยเลื้อยตามต้นไม้ใหญ่ใช้เป็นทางเดินเพื่อไปรับแสงแดดและทำการสังเคราะห์แสงใช้เป็นอาหารให้ตัวเอง และมีการทอดยอดแผ่กระจายคลุมยอดไม้เกือบมิด ซึ่งการคลุมยอดไม้ของเถาวัลย์นี้จะมีประโยชน์ต่อพืชชั้นล่างที่เป็นหญ้าเพ็กตลอดทั่วป่า ปรง เฟิร์นในการช่วยบังแดดไม่ให้ถูกเผาหรือได้รับความร้อนจนเกินไป ป่าเต็งรังยังเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์อีกหลาย ๆ ชนิด เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอย่างแก้งที่มากอาศัยกินผลไม้ในป่าเต็งรังเพื่อยังชีพ สัตว์ปีกพวกนก ไก่ป่าที่มาอาศัยกินพืชและแมลงในป่าเต็งรัง สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์บางตัวก็ต้องพึ่งพาป่าเต็งรังเพื่อการดำรงชีพ

ตั้งแต่เกิดจนถึงตาย เช่น แมลงทับขาแดงซึ่งมีมากในป่าเต็งรัง(วาสุลี โรจนวงศ์และคณะ. 2536 : 3) แมลงทับตัวผู้จับคู่กับแมลงทับตัวเมียเพื่อผสมพันธุ์ เมื่อผสมพันธุ์เสร็จแมลงทับตัวเมียจะบินลงมาจากต้นไม้เพื่อวางไข่ในดินบริเวณโคนต้นมะขามเทศหรือโคนต้นไม้เฟ็ก แมแมลงทับแต่ละตัวสามารถวางไข่ได้ประมาณ 6-10 ฟอง โดยไข่จะวางไข่แทงลงไปบนดินลึกประมาณ 1-2 เซนติเมตร และวางไข่ครั้งละฟอง แมลงทับตัวเมียเมื่อวางไข่หมดก็ตายเคลื่อนอยู่ตามบริเวณใต้ต้นพืชเหล่านั้น ระยะฟักตัวจากไข่เป็นหนอนของแมลงทับมีทั้งหมด 5 ระยะด้วยกัน ไข่แรกจะใช้เวลาในการฟักตัว 2-3 เดือน หนอนวัยแรกนี้อาศัยอยู่ในดินเพื่อแทะกินรากมะขามเทศ และไม้เฟ็กเป็นอาหารจากนั้น 3-4 เดือนก็จะลอกคราบเป็นหนอนวัยที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งก็จะกินอาหารและอาศัยอยู่ในดินตลอดเวลา หนอนวัยที่ 4 จะลอกคราบออกมาเป็นหนอนวัยที่ 5 หรือวัยสุดท้าย ซึ่งจะมีลำตัวใหญ่กว่าหนอนวัยแรก 2-3 เท่า หนอนในวัยที่ 5 นี้จะใช้น้ำลายที่มีกลิ่นเหม็นผสมกับดินสร้างเป็นปลอกดินหุ้มตัว ปลอกดินนี้มักฝังอยู่ในดินลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร หนอนวัยสุดท้ายจะไม่กินอาหาร ฟักตัวนิ่งอยู่ในปลอกดิน ใช้เวลานาน 2 เดือนจึงจะลอกคราบเป็นดักแด้ต่อไป แต่ถ้าสภาพอากาศไม่เหมาะสม เช่น สภาพอากาศแห้งแล้งมากก่อนที่จะเข้าฤดูฝน หนอนวัยสุดท้ายจะไม่ลอกคราบเป็นดักแด้ แต่จะคงสภาพเป็นหนอนวัยสุดท้ายเช่นเดิม ไม่กินอาหารแต่จะอาศัยปลอกดินอยู่ข้ามปีได้ รอจนกว่าอิทธิพลของน้ำฝนจะเข้าสู่วงจรชีวิตปกติ ถ้าอากาศไม่แห้งแล้งก่อนช่วงฤดูฝน หนอนวัยสุดท้ายใช้เวลาประมาณ 2-3 เดือน ลอกคราบกลายเป็นดักแด้สีขาวอาศัยอยู่ในปลอกดินอันเดิม การเปลี่ยนแปลงทางด้านรูปร่างของดักแด้ที่จะกลายมาเป็นแมลงทับจะเกิดขึ้นในปลอกดินที่ปิดสนิทอยู่ใต้ดิน รอจนกระทั่งปีกแข็งแกร่งขึ้น ซึ่งเป็นระยะพอดีกับการเริ่มเข้าฤดูฝนมีฝนตกชุกพื้นดินชุ่มฉ่ำ พืชป่าทั้งหลายเริ่มแตกใบอ่อน ตัวเต็มวัยของแมลงทับที่อาศัยอยู่ในปลอกดินเริ่มแข็งแรง ใช้ส่วนอกอันแข็งแรงดันปลอกดินให้เปิดออก ตะกุกดินเพื่อเดินขึ้นมาบนพื้นดิน อาหารที่แมลงทับกินเพื่อดำรงชีวิตคือ ใบไม้อ่อนหรือไม้แก่จนเกินไปของต้นมะขามเทศ พืชขาด พะยอม ไม้เฟ็ก ซึ่งถ้าระบบนิเวศของป่าเต็งรังนั้นโดนทำลายหรือไม่สมดุลมีต้นไม้พวกนี้น้อยเกินไปก็อาจจะทำให้แมลงทับนั้นไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เนื่องจากตลอดวงจรชีวิตของแมลงทับเหล่านี้จะต้องอาศัยการกินอาหารจากป่าเต็งรังเป็นสำคัญ ส่วนแมลงทับนั้นนอกจากจะมีประโยชน์ในด้านให้ความสวยงามทางธรรมชาติแล้ว จากการที่วงจรชีวิตส่วนมากของแมลงทับต้องอาศัยอยู่ใต้ดินการเคลื่อนตัวไปมาระหว่างที่อยู่ใต้ดินหรือการตะกุกดินเพื่อเดินขึ้นมาอยู่บนดินเมื่อตัวเต็มวัยแล้วนั้น เป็นประโยชน์ต่อดินมากในการทำให้ช่องดินเกิดพื้นที่ว่างหรือมีช่องอากาศ ทำให้ดินร่วนเป็นผลดีต่อธาตุในดินมีการถ่ายเทและหมุนเวียนได้

2.8 ความเป็นมา ประโยชน์และความสำคัญของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

2.8.1 ความเป็นมาของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

พื้นที่สงวนชีวมณฑล คือ พื้นที่ระบบนิเวศบนบกหรือชายฝั่งทะเล หรือพื้นที่ที่มีทั้งระบบนิเวศบนบก และชายฝั่งทะเลหรือทะเล ที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติภายใต้โปรแกรมมนุษย์และชีวมณฑลของ UNESCO (บทบัญญัติว่าด้วยกรอบการดำเนินงานของพื้นที่สงวนชีวมณฑล

ระดับโลก) ซึ่งเขตสงวนชีวมณฑล เป็นแนวความคิดของการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ และทรัพยากรทางธรรมชาติ เพื่อให้บังเกิดการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน เขตสงวนชีวมณฑลเป็น บริเวณพื้นที่ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อทดลอง สาธิต และดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของการอนุรักษ์ ความหลากหลายทางชีวภาพและการพัฒนา(สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.2539) เมื่อวันที่ 17 มกราคม พ.ศ. 2520 สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชได้รับการรับรองให้เป็นแหล่งสงวนชีวมณฑลแห่งหนึ่งของโลก ตามโครงการมนุษย์กับชีวมณฑล(Man and Biosphere : MAB) จาก องค์การ UNESCO (พินชวิท สัมพันธ์พานิช.2543 : 5)

หลักการของพื้นที่สงวนชีวมณฑลได้กำหนดขึ้นโดยคณะทำงานของโปรแกรมมนุษย์และชีวมณฑลของยูเนสโก ในปี พ.ศ. 2517 ส่วนเครือข่ายพื้นที่สงวนชีวมณฑลนั้นถูกจัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2519 และในปี พ.ศ. 2540 ได้ขยายเครือข่ายครอบคลุมพื้นที่สงวน 408 แห่ง จาก 94 ประเทศ โดยเครือข่ายมีวัตถุประสงค์หลักของโปรแกรมมนุษย์และชีวมณฑลในการก่อให้เกิดความสมดุลที่ยั่งยืน ระหว่างการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ การส่งเสริมการพัฒนาทางเศรษฐกิจและการดำรงรักษาคุณค่าทางวัฒนธรรมที่เกี่ยวข้อง โดยพื้นที่สงวนชีวมณฑลเป็นที่ซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะได้รับการทดสอบ แก่ไข สาธิต และดำเนินการ

ผู้ที่ได้รับประโยชน์จากพื้นที่สงวนชีวมณฑล คือ ชุมชนท้องถิ่น ชุมชนพื้นเมืองจนไปถึงสังคมชนบท จะได้รับประโยชน์หลายประการจากพื้นที่สงวนชีวมณฑล ได้แก่ ได้รับการคุ้มครองทรัพยากรดินและน้ำ ช่วยเสริมสร้างพื้นฐานทางเศรษฐกิจที่มั่นคงและสม่ำเสมอ ประกันราคาสินค้าท้องถิ่นก่อให้เกิดการสร้างงาน มีส่วนร่วมในการตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้ที่ดิน ลดข้อขัดแย้งกับเจ้าหน้าที่พื้นที่คุ้มครอง และกลุ่มผู้มีผลประโยชน์อื่น มีโอกาสที่จะดูแลรักษาวัฒนธรรมของตนให้คงอยู่ต่อไป และได้รับการไว้ซึ่งสิ่งแวดล้อมที่มีคุณภาพต่อชุมชนและลูกหลานของตน

นอกจากนี้พื้นที่สงวนชีวมณฑลยังเปิดโอกาสให้ชาวนา ชาวไร่ และชาวประมงเข้าร่วมฝึกรวมและดำเนินโครงการสาธิตเกี่ยวกับการจัดการและการใช้ที่ดิน ซึ่งดำรงรักษาคุณค่าทางวัฒนธรรมชาติ เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน และคุณภาพน้ำ นับว่าเป็นการใช้ทรัพยากรมนุษย์ และเงินอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เช่นเดียวกับส่งเสริมการวิจัยด้านต่าง ๆ นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น กระบวนการทางนิเวศวิทยา หรือความหลากหลายทางชีวภาพ พื้นที่สงวนชีวมณฑลเป็นพื้นที่ที่นักวิทยาศาสตร์สามารถเสาะหาความรู้เพื่อตั้งสมมุติฐานใหม่ ๆ และทดลองสมมุติฐานในภาคสนาม นอกจากนี้พื้นที่สงวนชีวมณฑลยังให้ความปลอดภัยแก่แปลงถาวร (Permanent Plot) ที่ใช้ติดตามตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ ซึ่งช่วยในการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโลกในระยะยาว อันเกิดจากภูมิอากาศ หรือน้ำ รวมทั้งยังเปิดโอกาสให้มีการวิจัยข้ามสาขา การศึกษาเปรียบเทียบและการแลกเปลี่ยนข้อมูลอีกทั้งยังสามารถส่งเสริมการจัดหาเงินทุนเพื่ออุดหนุนการวิจัยเพิ่มเติมทั้งในระดับชาติ จนกระทั่งถึงระดับนานาชาติด้วย และสามารถเอื้ออำนวยข้อมูลเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติแก่หน่วยงานและผู้บริหารของรัฐ ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างสมรรถนะของหน่วยงานในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน

ส่วนทางด้านสาธารณสุขซึ่งมีการสนับสนุนด้านการอนุรักษ์ธรรมชาติด้วยการแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการอนุรักษ์ และเป็นตัวอย่างที่จะให้คำตอบว่าจะใช้วิธีการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนได้อย่างไรทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับภูมิภาค โดยจะวางกลไกทาง กฎหมาย และสถาบันที่จำเป็นสำหรับการจัดการดังกล่าว นอกจากนี้พื้นที่สงวนชีวมณฑลยังทำหน้าที่เป็นเครื่องมือช่วยเหลือให้ประเทศต่าง ๆ ได้ดำเนินการตามพันธกรณีของการอนุสัญญาระหว่างประเทศต่าง ๆ เช่น อนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ อนุสัญญาว่าด้วยการแปรสภาพเป็นทะเลทราย เป็นต้น จากกิจกรรมการศึกษาและประชาสัมพันธ์ พื้นที่สงวนชีวมณฑลได้แสดงให้เห็นสาธารณสุข และประชาคมโลก ทราบถึงวิธีการปฏิบัติในการแก้ไขความขัดแย้งในการใช้ที่ดิน และการคุ้มครองความหลากหลายทางชีวภาพ มีการเปิดโอกาสให้มีการศึกษาวิจัย นันทนาการ และท่องเที่ยวทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ ระดับโลก ตลอดจนช่วยสร้างจิตสำนึกถึงความสามัคคีที่ประชาชนทุกคน ควรมีในการจัดการชีวมณฑลของโลกให้ดำรงอยู่อย่างยั่งยืนต่อไป(ฝ่ายทรัพยากรชีวภาพกองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. หน้า 6)

2.8.2 ประโยชน์ของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

พื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช (Biosphere reserve) คือ พื้นที่ที่ได้รับการรับรองจากองค์การ UNESCO ให้ใช้ในกิจกรรมอนุรักษ์และประโยชน์ทางด้านการศึกษาวิจัยทรัพยากรธรรมชาติ มีเนื้อที่ประมาณ 78.06 ตารางกิโลเมตร พื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชปกคลุมด้วยป่าไม้สำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen forest) และป่าเต็งรัง(Dry Dipterocarp forest)ป่าทั้งสองชนิดนี้ครอบคลุมเนื้อที่ประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช นอกนั้นเป็นป่าชนิดอื่น เช่น ป่าไผ่ ป่าปลูก ทุ่งหญ้า เป็นต้น (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2546) โดยแบ่งพื้นที่ในการใช้ประโยชน์ออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. เขตแกนกลาง (Core area) เป็นพื้นที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายหรือเป็นพื้นที่สามารถให้การคุ้มครองภูมิทัศน์ได้ในระยะยาว พื้นที่ส่วนนี้โดยปกติต้องไม่มีกิจกรรมใด ๆ ในเขตแกนกลางคือ ปล่อยให้พื้นที่ส่วนนี้มีวัฏจักรการดำเนินเป็นไปตามกลไกของระบบนิเวศตามธรรมชาติมิให้มนุษย์เข้าไปยุ่งเกี่ยวในกลไกเหล่านั้น

2. เขตกันชน (Buffer zone) เป็นพื้นที่ได้รับการกำหนดแนวเขตชัดเจน และพื้นที่ส่วนนี้จะล้อมรอบพื้นที่แกนกลาง ซึ่งพื้นที่นี้จะได้รับอนุญาตให้มีเพียงกิจกรรมที่ไม่ขัดแย้งกับการอนุรักษ์ในเขตแกนกลาง และช่วยคุ้มครองเขตแกนกลางด้วยคือ พื้นที่ในเขตนี้สามารถใช้ดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ด้านนิเวศวิทยาได้ เช่น การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์และการวิจัยต่าง ๆ เป็นต้น

3. เขตรอบนอก (Transition area) พื้นที่นี้ใช้สำหรับการดำเนินกิจกรรมความร่วมมือทั่วไป อาจจะไปประกอบไปด้วยกิจกรรมด้านการเกษตรต่าง ๆ การตั้งถิ่นฐานและการใช้ประโยชน์อื่น ๆ โดยชุมชนท้องถิ่น หน่วยงานอนุรักษ์ โดยกิจกรรมนั้น ๆ จะต้องมีการทำการตกลงกันระหว่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในกิจกรรมที่จะทำเพื่อเป็นประโยชน์ต่อสังคมส่วนรวม พื้นที่ส่วนนี้จะ เป็นพื้นที่ที่ล้อมเขตกันชนไว้โดยรอบ

2.8.3 ความสำคัญของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช เป็นตัวอย่างที่แสดงถึงการอยู่ร่วมกันอย่างสมดุลระหว่างมนุษย์และธรรมชาติสามารถนำความรู้จากอดีตมาตอบสนองความต้องการในอนาคต และสามารถสาธิตถึงวิธีแก้ไขปัญหาค้นหาแต่ละด้านของหน่วยงานต่าง ๆ พื้นที่สงวนชีวมณฑลไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือรักษาสมดุลระหว่างมนุษย์กับธรรมชาติ แต่ยังสนองความต้องการของสังคมในภาพรวม โดยแสดงถึงแนวทางสู่อนาคตที่ยั่งยืน โดยพื้นที่สงวนชีวมณฑลมีความสำคัญต่อมนุษย์ในหลายด้านดังนี้

1. เพื่ออนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ ความกดดันจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติทั้งทางบกและทางน้ำได้ก่อให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชและสัตว์ ระบบนิเวศ และภูมิทัศน์ของประเทศอย่างมากมาย ซึ่งการสูญเสียเหล่านี้ได้คุกคามชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ เนื่องจากความหลากหลายทางชีวภาพเป็นแหล่งปัจจัยสี่หรือความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ เขตแกนกลางและเขตกันชนของพื้นที่สงวนชีวมณฑล ทำหน้าที่เป็นแหล่งรวบรวมตัวอย่างของความหลากหลายทางชีวภาพในภูมิภาคชีวภูมิศาสตร์ที่สำคัญของประเทศ

2. เพื่อดูแลรักษาระบบนิเวศที่อุดมสมบูรณ์ พื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชทำหน้าที่เป็นตัวแทนระบบนิเวศบนบกขนาดใหญ่ มีส่วนช่วยในการดูแลรักษาระบบน้ำจืดหรือระบบนิเวศธรรมชาติ โดยทำหน้าที่ลดการพังทลายของดิน ดูแลความอุดมสมบูรณ์ของดิน ควบคุมการไหลของแม่น้ำ หมุนเวียนธาตุอาหาร และดูดซับมลพิษทางน้ำและอากาศ

3. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับระบบธรรมชาติและกระบวนการเปลี่ยนแปลง สามารถใช้เขตแกนกลางเป็น พื้นที่เพื่อศึกษาโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศที่ถูกรบกวนเพียงเล็กน้อยนำมาเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากมนุษย์ คือ เขตกันชน และเขตรอบนอกของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชได้ หากมีการศึกษาดังกล่าวเป็นระยะเวลานาน ก็สามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามกาลเวลา

4. เพื่อศึกษารูปแบบการใช้ที่ดินตามจารีตประเพณี ประชากรในหลาย ๆ แห่งทั่วโลกได้ใช้ที่ดินตามความรู้ท้องถิ่น ซึ่งไม่ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติหมดสิ้นลง และสามารถถ่ายทอดความรู้ที่มีคุณค่าต่อระบบเกษตรสมัยใหม่ พื้นที่สงวนชีวมณฑลเป็นพื้นที่ที่ประชากรท้องถิ่นสามารถดำรงรักษาวัฒนธรรมของตนไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ทางเศรษฐกิจ โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม

5. เพื่อแบ่งปันความรู้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน การวิจัยเพื่อค้นหาวิธีการใช้ที่ดินที่ช่วยพัฒนาชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์โดยไม่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อสิ่งแวดล้อม เป็นวัตถุประสงค์หลักของพื้นที่สงวนชีวมณฑล บทเรียนภาคปฏิบัติจากพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชสามารถถ่ายทอดไปได้โดยการฝึกอบรม และสาธิตในพื้นที่

6. เพื่อร่วมมือแก้ไขปัญหาระบบนิเวศทรัพยากรธรรมชาติ อุปสรรคสำคัญในการสร้างความสอดคล้องระหว่างการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการพัฒนา คือโครงสร้างของสถาบันทางสังคมที่ประกอบด้วยหลายส่วนที่ต่างมีผลประโยชน์ในการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ(ฝ่ายทรัพยากรชีวภาพกองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. หน้า 4)

3 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านต่าง ๆ

มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการวิจัยในการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับนักเรียนในการเรียนวิชาต่าง ๆ ดังนี้

ผกาทิพย์ ศุขวัฒน์(2538 : 75-76) ได้ศึกษาผลของบุคลิกภาพที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษเรื่องคำนำหน้านามจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โดยใช้ทำการทดลองกับนักเรียนโรงเรียนวชิรธรรมสาริต กรุงเทพมหานคร จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มบุคลิกภาพแบบเก็บตัวและบุคลิกภาพแสดงตัวกลุ่มละ 30 คน ทำการทดลองแบบเปรียบเทียบ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนที่บุคลิกภาพเก็บตัวมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มนักเรียนที่มีบุคลิกภาพแบบแสดงตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จักรภพ ศรีงาม(2539 : 81) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดสมการและอสมการเพื่อเสริมทักษะในการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเรื่องสมการและอสมการ ในการส่งผลต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการซ่อมเสริมของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสามารถสร้างแรงจูงใจ มีภาพเคลื่อนไหว และสามารถตอบสนองต่อนักเรียนได้ทันทีทันใด ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเสริมทักษะในการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องสมการและอสมการที่สร้างขึ้นได้

จันทนา บุญยาภรณ์(2539 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการทดสอบหลังเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธัญญา ดันดิชวลิต(2541 : 79-81)ได้ทำการวิจัยเรื่องการสร้างบทเรียนมัลติมีเดียเรื่องการเขียนภาพกายภาพยานี 11 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลของการวิจัยคือบทเรียนมัลติมีเดียมีประสิทธิภาพสามารถนำไปสอนได้ผลดี และพบว่านักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น สังเกตได้จากนักเรียนส่วนใหญ่เมื่อจบบทเรียนจบแล้วได้ขอเรียนซ้ำอีกครั้ง แสดงว่านักเรียนมีความพอใจในการเรียนด้วยบทเรียนมัลติมีเดียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้

วิชัย ชัยรินทร์(2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาฟิสิกส์ ว 026 เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ว 026 ของนักเรียนภายหลังได้รับการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบจำลองสถานการณ์สูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก

แกรเรตต์ และคณะ(อภิญา โภคาพานิชวงษ์. 2543: 24; อ้างจาก Garrett, Nina, Robert S.Hart and Millie Park Mellgren. 1986. *Foreign Language Teaching and the Computers Foreign Language Annual.* pp.249-251) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถใช้สอนภาษาต่างประเทศได้กับผู้เรียนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมหาวิทยาลัย คอมพิวเตอร์สามารถให้ความรู้กับนักเรียนแต่ละคน และระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ภาพที่เคลื่อนไหวได้อีกด้วย นักเรียนสามารถอ่านข้อความได้หลายครั้งตามความ

สามารถของตนเอง และทดสอบความเข้าใจได้ทันทีโดยการทดสอบด้วยแบบทดสอบเลือกตอบ และผลการทดสอบก็สามารถตอบสนองได้

เจ.คาปเปอร์และซี.คูปเปอร์(อภิญา โภคาพานิชวงษ์. 2543: 25; อ้างจาก Capper J.and Copple C.1985. *Computer Use in Education: Research Review and Instructional Implications.*) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับอัตราก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ผลสรุปว่า นักเรียนที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอัตราการเรียนรู้ที่เร็วกว่าการเรียนแบบปกติกับครูผู้สอนสูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของJ.Akulik(1985)กล่าวคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นด้านอัตราการเรียนรู้ ความคงทน ตลอดจนทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาที่เรียนและต่อเครื่องคอมพิวเตอร์

ส่วนอี.ไบรโลและเจ.รีพอร์ด ชิวาน(อภิญา โภคาพานิชวงษ์. 2543: 25; อ้างจาก Bialo E. and Report J.Sivin. 1980. *Report on the Effectiveness of Microcomputers in Schools.*)ได้ทำการวิจัยและศึกษาเกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลสรุปก็คือ นักเรียนชอบที่จะเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากกว่าเรียนภายในห้องเรียนปกติด้วยเหตุผลดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอดทนกับนักเรียนไม่รู้สึกรำคาญและแสดงอารมณ์กับนักเรียน
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเปิดโอกาสให้นักเรียนทำงานเป็นส่วนตัว ตอบสนองการเรียนและความก้าวหน้าเป็นรายบุคคล
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ความรู้สึว่านักเรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนด้วยตนเอง
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ทั้งภาพ เสียงและการสัมผัส
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหมาะกับการเรียนที่ต้องใช้การฝึกฝนมากที่สุด และช่วยนักเรียนหัดสะกดคำได้ดีขึ้น
6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำงานได้เร็วใกล้เคียงกับความคิดมนุษย์
7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้การทำงานหลายอย่างง่ายขึ้น เช่นการวาดรูปหรือการเขียนกราฟ
8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสนับสนุนความรู้ในการใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตประจำวัน

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านสิ่งแวดล้อม

จิรภา อินตา(2535 : 58-60) ได้ศึกษาถึงการผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีความรู้เพิ่มขึ้นจากความรู้เดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งชี้ให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศ ดังกล่าวมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับที่สามารถนำไปใช้ได้จริง

สายพิน นพเกตุ(2538 :73)ได้ทำการวิจัยการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทรัพยากรน้ำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ผลการทดลองพบว่า คะแนนทดสอบจากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุชาติา ชัยขจรภัทร์(2541 : 70-71)ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.47/85.49 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80

รักศักดิ์ เลิศคงคาพิทย์(2544 : 41-42)ได้กล่าวถึงการพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องป่าชายเลน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 85/85 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่สามารถตอบสนองนักเรียนให้เรียนรู้ด้วยตนเอง เนื้อหามีความถูกต้องน่าสนใจ มีการปรับปรุงให้สามารถใช้ได้อย่างเหมาะสมทำให้ลดปัญหาด้านความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เพราะไม่จำกัดเวลาในเรื่องการเรียนรู้

สรรรธนา บุตรทองคำ(2546 : 79-80) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องพรรณไม้ในโรงเรียนวัดสิงห์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 พบว่าคะแนนรวมของการสอบก่อนเรียน(Pretest) และหลังเรียน(Posttest) ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ส่วนด้านความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมากและมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 4.23-4.82

ซวาร์ป(เอกชัย พุ่มดวง. 2543: 48; อ้างจาก Schwaab K. 1983. *Instructional Methods: Their Use and Effectiveness in Environmental Education*. pp.8-12) ได้ทำการศึกษา เรื่องการสอนสิ่งแวดล้อมโดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยแบบเกมส์สถานการณ์จำลอง โดยเปรียบเทียบการเล่นเกมต่าง ๆ ที่ได้รับการตอบสนองแก่นักเรียนได้ดี โดยอยู่ในเกณฑ์ 4.8-5.2 จากเกณฑ์การวัดสูงสุดที่ 6

วาลลิค(เอกชัย พุ่มดวง. 2543: 48; อ้างจาก Wallick L. 1983. *Computer-Based Education Methods in Environmental*. pp.13-14) ได้ทำการศึกษาเรื่องการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยสอนในด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา โดยมีการวางรูปแบบเป็น Cycle คือ จาก การให้ความรู้ใหม่แล้วทำแบบฝึกหัดให้แนวคิด แล้วทดสอบจากนั้นก็กลับมาที่การให้ความรู้หน่วยใหม่ แล้วดำเนินการแบบเดิมจากนั้นก็ให้มีการวิเคราะห์ระบบการตัดสินใจ นำความรู้มาแลกเปลี่ยนและ นำมาเสนอซ้ำอีกครั้งในห้องเรียนในรูปแบบของกิจกรรม ซึ่งเห็นว่าการมีส่วนร่วมของครูผู้สอนในการเสริมสร้างกิจกรรมในห้องเรียนหลังการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน นั้นจะทำให้การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

จากเอกสารและงานวิจัยที่นำเสนอมานั้น พบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามามีบทบาทในวงการศึกษาโดยเฉพาะด้านการนำมาเป็นสื่อในการสอน การทดสอบและการวัดผลในนักเรียนซึ่งในต่างประเทศได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนมากกว่า 30 ปี รวมถึงมีการวิจัยด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหลายด้านและหลายระดับการศึกษา ส่วนงานวิจัยในประเทศไทยด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชยังไม่มีผู้ใดได้ทำการวิจัยไว้ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าเป็นเรื่องที่น่าสนใจต่อการนำมาเป็นสื่อในการสอนทางด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา เพื่อให้นักเรียนได้สามารถเข้าใจเกี่ยวกับระบบนิเวศของป่าเต็งรังได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น

การทบทวนเอกสารการวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทำให้ผู้วิจัยสนใจและเห็นความสำคัญในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช เป็นแนวทางสำคัญต่อการที่แก้ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมในด้านทรัพยากรป่าไม้ ระบบนิเวศและความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทยที่กำลังประสบต่อการบุกรุกทำลายก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากมายนานัปการ ด้วยเหตุผลนี้ทำให้ผู้วิจัยมีความคิดที่จะทำการวิจัยในครั้งนี้เพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และการสามารถนำไปใช้ในเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชแก่นักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3 โดยเฉพาะกลุ่มประชากรที่อยู่โดยรอบพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช เพื่อให้เกิดความตระหนัก ความเชื่อและแนวความคิดในเรื่องของการอนุรักษ์สภาพแวดล้อมในท้องถิ่นของตนให้สามารถคงอยู่อย่างยั่งยืนและใช้ประโยชน์ได้อีกยาวนาน นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยยังมีความมุ่งหมายที่จะศึกษาข้อดีข้อเสียรวมถึงประสิทธิภาพของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา เพื่อนำมาพัฒนาและเป็นแนวทางในการนำมาใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1ถึงชั้นปีที่ 3) รูปแบบของบทเรียนเป็นการบูรณาการแบบสอนเนื้อหา(Tutorial) แบบการทดสอบ(Testing) โดยอาศัยทฤษฎีในการเสริมแรง และการย้อนกลับร่วมกัน เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดการตื่นตัวมีความสนใจต่อบทเรียนและสามารถทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนง่ายขึ้น ลักษณะบทเรียนเป็นบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จัดรูปแบบของการวิจัยแบบทดลองใช้กับนักเรียนที่มีถิ่นฐานอาศัยอยู่ในจังหวัดโดยรอบพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช มีกรอบแนวคิดโดยเริ่มจากการออกแบบรูปแบบบทเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลเนื้อหาในแต่ละบทจะมีการจัดรูปแบบสาระการเรียนรู้ออกเป็นประเด็นย่อยและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในแต่ละบท หลังจากนั้นจะนำไปให้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านสิ่งแวดล้อมศึกษา และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านเทคนิคในการทำสื่อ CAI ประเมินคุณภาพ เมื่อผ่านการประเมินคุณภาพแล้วจึงนำไปใช้กับประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ได้เลือกไว้พร้อมกับทำการทดสอบกับเครื่องมืออีก 2 ชนิด คือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนั้นจึงทำการรวบรวมเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลการวิจัย ผู้วิจัยได้เขียนวิธีและขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 2.การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 3.เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 4.วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 5.การวิเคราะห์ข้อมูล

1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 – ชั้นปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนเส้าไห้วิมลวิทยานุกูล ตำบลเส้าไห้ว อำเภอสเส้าไห้ว จังหวัดสระบุรี โดยมีนักเรียนในระดับชั้นมัธยมต้นเป็นจำนวนประชากรทั้งสิ้น 1,728 คน ตามรายละเอียดในตาราง 1

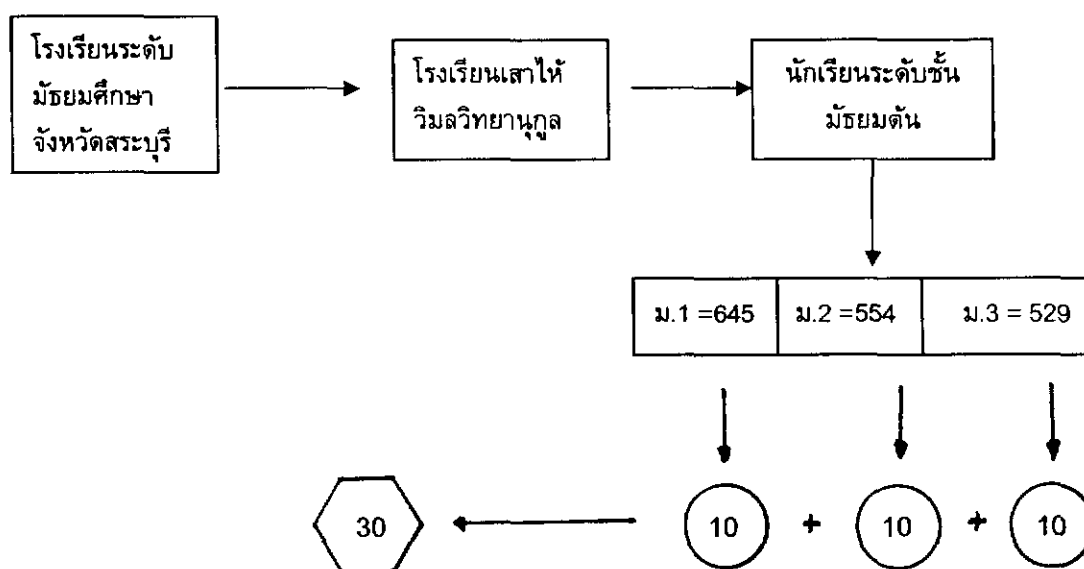
ตาราง 1 ข้อมูลจำนวนนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 ของโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูล จังหวัดสระบุรี

โรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูล ระดับชั้น	จำนวนนักเรียน (คน)
มัธยมศึกษาปีที่ 1	645
มัธยมศึกษาปีที่ 2	554
มัธยมศึกษาปีที่ 3	529
รวม	1,728

ที่มา : ฝ่ายวิชาการโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูล. (2547).

2.2 วิธีเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยใช้วิธีการสุ่มแบบผสมกันโดยใช้ 2 วิธีขึ้นไป (Multistage Random Sampling) เป็นวิธีการสุ่มตัวอย่างที่มีความละเอียดและเพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มประชากรมากที่สุด โดยมีขั้นตอนเลือกกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 3 ของโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูลดังภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 15 วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบ Multistage Random Sampling

จากภาพประกอบ 15 จะได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 30 คน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 ขั้นตอนแรกผู้วิจัยได้เลือกนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 3) ของโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูลโดยวิธีเลือกสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูลอยู่ในเขตจังหวัดสระบุรี ซึ่งเป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช และนักเรียนส่วนใหญ่ในโรงเรียนนี้มีสภาวะแวดล้อม ถึงฐานความเป็นอยู่ในด้านต่าง ๆ คล้ายคลึงกับนักเรียนที่อยู่ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช นอกจากนี้แล้วโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูลยังมีความพร้อมทางด้านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการวิจัย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกนักเรียนจากโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูลมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย

2.2.2 ขั้นตอนที่ 2 ใช้วิธีสุ่มกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธี Simple Random Sampling จากนักเรียนมัธยมช่วงชั้นที่ 3 ของเสนาให้วิมลวิทยานุกูล โดยใช้วิธีการสุ่มด้วยการจับฉลากตามลำดับชั้นชั้นละ 10 คน ซึ่งจะได้กลุ่มตัวอย่างเป็นจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน

2. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

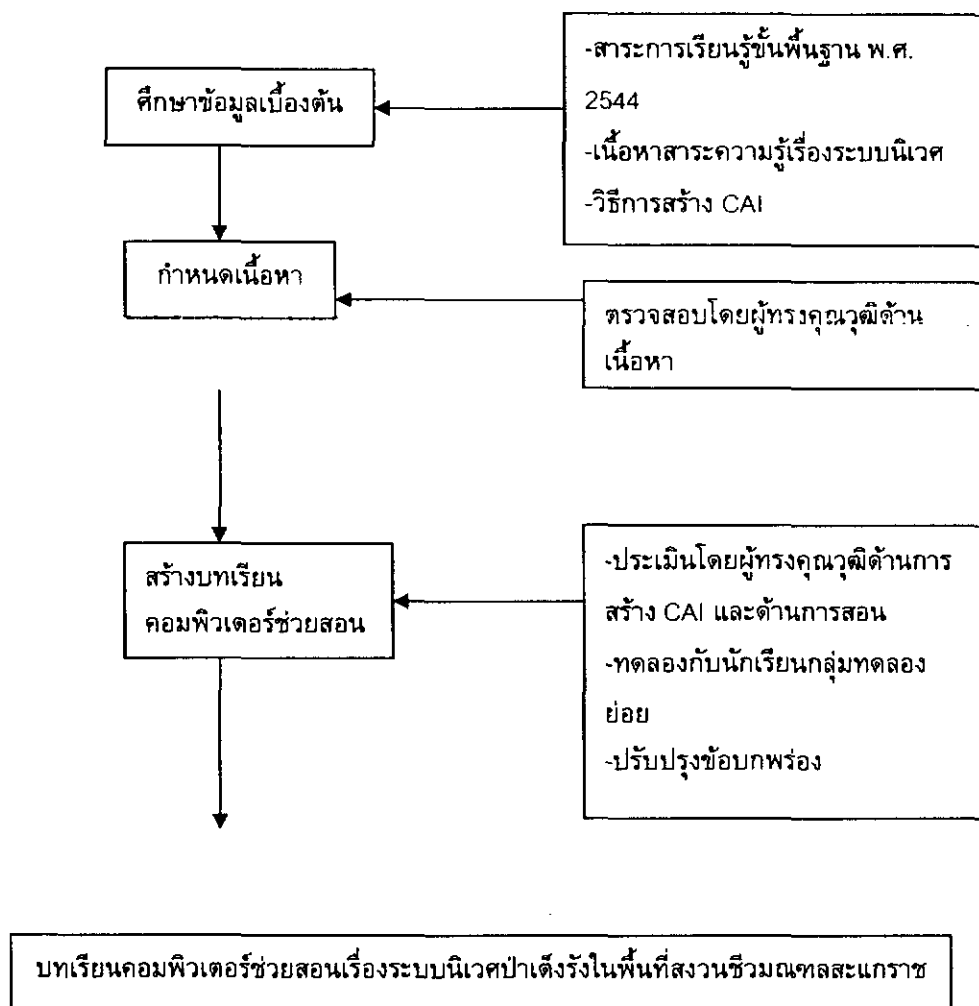
มีวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช ตามลำดับดังภาพประกอบ 16 มีรายละเอียดดังนี้

2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

2.1.1 ทำการศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 จากแผนผังโมทัศน์สาระการเรียนรู้พื้นฐานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ถึงชั้นปีที่ 3) โดยวิเคราะห์เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช พบว่ายังไม่มีเนื้อหาโดยตรงในประเด็นนี้ แต่จะมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องแยกอยู่ในสาระการสอนเรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม(กระทรวงศึกษาธิการ. 2546 : 44) เพื่อเสริมความรู้ในเรื่องระบบนิเวศในท้องถิ่น ความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ

2.1.2 ศึกษาข้อมูลเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช เช่น ความสำคัญของพื้นที่สงวนชีวมณฑลและระบบนิเวศป่าเต็งรัง การใช้ประโยชน์ของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชและผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช

2.1.3 ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านต่าง ๆ เช่น รูปแบบ การจัดเนื้อหาและภาพประกอบ หลักเกณฑ์การสร้างและการประเมินผล



ภาพประกอบ 16 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

2.2 ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป เลือกเนื้อหา และแยกเนื้อหาเป็นบทย่อยเพื่อให้

เนื้อหา มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายตามรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อชีวิต เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมในหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

การกำหนดเนื้อหาในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาโดยพิจารณาจากจุดมุ่งหมายรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับช่วงชั้นที่ 3 ของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544 ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

อยู่ในหัวข้อเรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อม จากนั้นได้นำเนื้อหาที่กำหนดขึ้นให้คณะกรรมการควบคุม วิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเกี่ยวกับระบบนิเวศและด้านการสอน วิทยาศาสตร์จำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจดูความเหมาะสมและความถูกต้องของเนื้อหาและปรับปรุง ตามคำแนะนำ

เนื้อหาความต่อเนื่องของบทเรียนได้จัดทำในลักษณะที่ให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจ ได้ง่าย โดยเริ่มจากให้นักเรียนทราบถึงความหมายและประวัติความเป็นมาของพื้นที่สงวนชีวมณฑล ความสำคัญและประโยชน์ของการมีพื้นที่สงวนชีวมณฑล ระบบนิเวศ ระบบนิเวศป่าเต็งรัง องค์ประกอบของระบบนิเวศ และระบบนิเวศป่าเต็งรัง นอกจากนี้ยังเน้นในเรื่องสาเหตุของการ ทำลายป่าไม้ ซึ่งจะให้นักเรียนทราบถึงผลกระทบของการสูญเสียระบบนิเวศป่าเต็งรังที่มีต่อ ตนเอง ชุมชน และสังคม รวมถึงเนื้อหาในเรื่องแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ที่นักเรียน สามารถมีส่วนร่วมและปฏิบัติตนให้เป็นประโยชน์ต่อการรักษาทรัพยากรธรรมชาติและระบบนิเวศที่ สำคัญของชุมชนและประเทศได้อย่างยั่งยืน

การนำเสนอเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีการแยกออกเป็นบทย่อยดังภาพ ประกอบ 17 โดยมีรายละเอียดตามลำดับดังนี้

บทที่ 1 : บทนำ

จุดประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึง ความหมาย องค์ประกอบ ความสำคัญรวมทั้งประโยชน์ของ ระบบนิเวศและพื้นที่สงวนชีวมณฑล

เนื้อหาประกอบด้วย

- 1.1 ความหมายของระบบนิเวศและพื้นที่สงวนชีวมณฑล
- 1.2 ความสำคัญ ประโยชน์และคุณค่าของระบบนิเวศและพื้นที่สงวนชีวมณฑล
- 1.3 องค์ประกอบของระบบนิเวศและพื้นที่สงวนชีวมณฑล

บทที่ 2 : ระบบนิเวศของป่าเต็งรัง

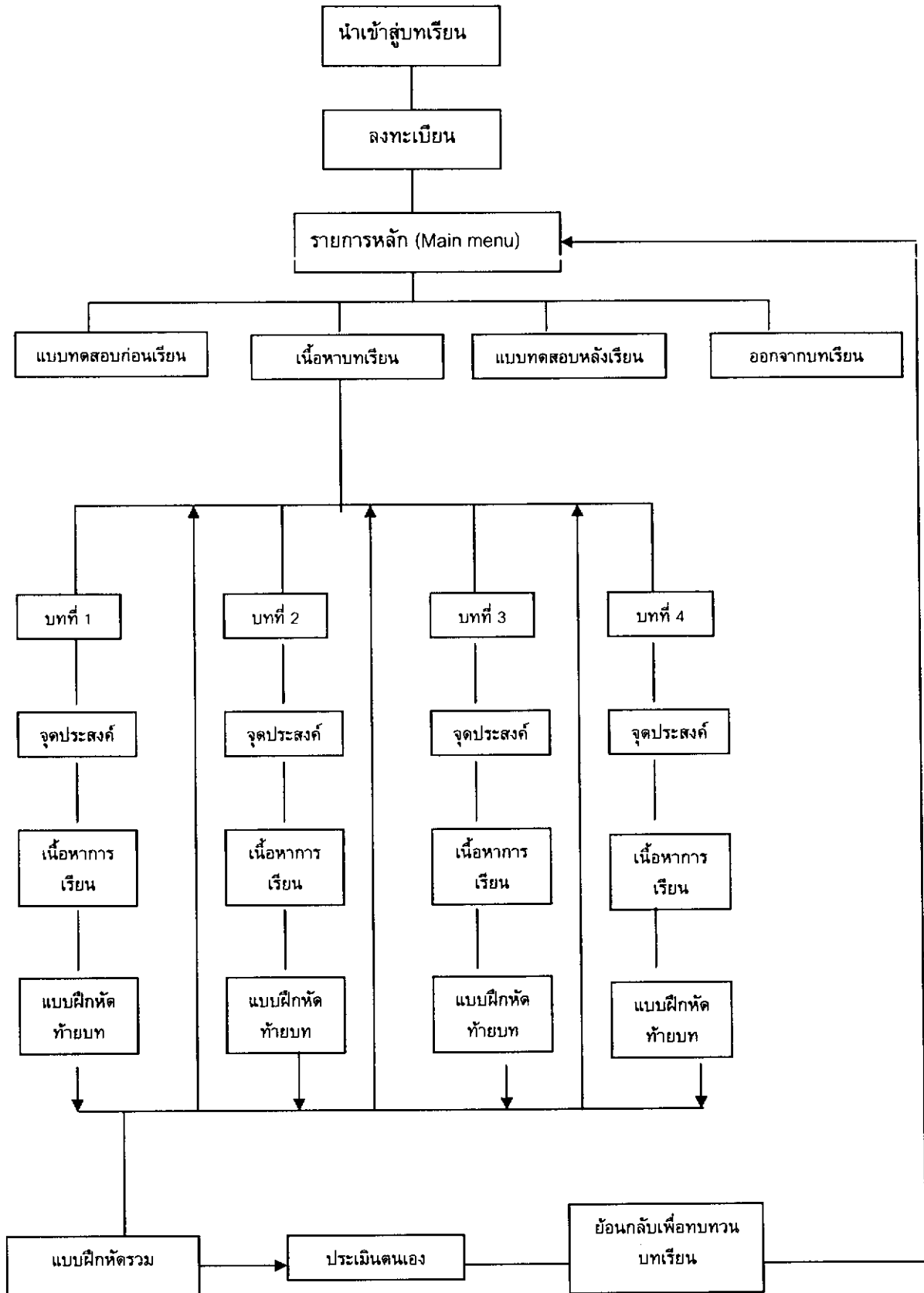
จุดประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึง ความหมาย องค์ประกอบ ระบบนิเวศ ความสำคัญรวมทั้ง ประโยชน์ของป่าเต็งรังที่มีต่อชุมชน

เนื้อหาประกอบด้วย

- 2.1 ความหมายและความสำคัญของระบบนิเวศป่าเต็งรัง
- 2.2 องค์ประกอบของระบบนิเวศป่าเต็งรัง
- 2.3 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศป่าเต็งรัง
- 2.4 ความสำคัญของระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

บทที่ 3 : การสูญเสียและการทำลายระบบนิเวศป่าเต็งรังและผลกระทบที่เกิดขึ้น

จุดประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึง สาเหตุการทำลายระบบนิเวศวิทยาป่าเต็งรังและผลกระทบที่ เกิดขึ้น



ภาพประกอบ 17 รูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแก
 ราช

เนื้อหาประกอบด้วย

3.1 สาเหตุของการทำลายระบบนิเวศวิทยาป่าเต็งรัง

3.2 ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายระบบนิเวศวิทยาป่าเต็งรัง

บทที่ 4 : การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการจัดการคุ้มครองพื้นที่สงวนชีวมณฑล
สะแกราช

จุดประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึง แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการจัดการ
คุ้มครองพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

เนื้อหาประกอบด้วย

4.1 วิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการจัดการคุ้มครองพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกร
ราช

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้มีแบบฝึกหัดทบทวนในแต่ละบทที่เรียนหรือ
เกมส์และแบบฝึกหัดทบทวนรวมทุกบท เพื่อเป็นการเสริมแรงจูงใจให้นักเรียนสนใจต่อบทเรียน และ
ทราบถึงความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ อาทิ ถ้านักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกต้องจะได้รับคำ
ชมเชยจากคอมพิวเตอร์ หรือมีเสียงตบมือจากคอมพิวเตอร์ แต่ถ้าตอบผิดนักเรียนตอบผิดนักเรียน
สามารถทราบคำตอบได้โดยทันที และจะมีการอธิบายคำตอบและเนื้อหาที่ถูกต้องกับนักเรียนด้วย

2.2.2 ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วทำการ
ปรับปรุงตามคำแนะนำของคณะกรรมการที่ปรึกษาและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเกี่ยวกับระบบนิเวศ
และการสอนวิทยาศาสตร์

2.2.3 ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยกำหนดแนวคิดต่อ
เนื่อง เรียบเรียงและลำดับเนื้อหาให้ง่ายต่อการเขียนบท(Script) สอดคล้องและเหมาะสมกับนักเรียน
ในระดับช่วงชั้นที่ 3

2.2.4 ดำเนินการผลิตบทเรียนโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5
ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนั้นนำสื่อที่ผลิตได้ไปให้คณะกรรมการที่ปรึกษา และ
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสร้างสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื่องจากสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้เป็นสื่อที่ออกแบบมาเพื่อ
ตอบสนองต่อรูปแบบการเรียนรู้โดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
หรืออาจมีครูผู้สอนเพียงแต่เป็นผู้แนะนำ และให้คำปรึกษาเนื่องจากภายในบทเรียนจะมีคำชี้แจงต่าง
ๆ บอกไว้แล้ว นักเรียนแต่ละคนจะสามารถเรียนรู้ได้ตามระดับสติปัญญาของตนเอง ไม่ว่าจะช้าหรือ
เร็วนักเรียนจะสามารถควบคุมความเร็วในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง หรือสามารถย้อนกลับไปเรียนซ้ำ
ได้ตามความต้องการ

เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช มีประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้จริงในการทำวิจัย ผู้วิจัยได้นำไปทดลองใช้เพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาแก้ไขปรับปรุงโดยการทดลองใช้ 3 ครั้งก่อนกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

การทดลองครั้งที่ 1 ทำการทดลองกลุ่มเล็กกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยแบ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3 ที่มีความรู้ในระดับ ปานกลาง โดยพิจารณาจากเกรดเฉลี่ยของนักเรียน โดยใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเลือกนักเรียนระดับชั้นละ 1 คน ชี้แจงวัตถุประสงค์พร้อมทั้งแนะนำการใช้แก่นักเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สังเกตพฤติกรรม จับเวลาในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชักตามข้อบกพร่องจากนักเรียนทั้ง 3 คน และนำมาแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดลองครั้งที่ 2 ทำการทดลองกลุ่มย่อยกับนักเรียนจำนวน 9 คน โดยทำการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3 โดยใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเลือกนักเรียนระดับชั้นละ 3 คน ทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชี้แจงวัตถุประสงค์พร้อมทั้งแนะนำการใช้แก่นักเรียน สังเกตพฤติกรรม จับเวลาในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชักตามข้อบกพร่องและนำมาแก้ไขข้อบกพร่อง นำผลที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 2 มาประเมินผล เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

การทดลองครั้งที่ 3 ทำการทดลองกลุ่มใหญ่กับนักเรียนจำนวน 15 คน โดยทำการสุ่มอย่างง่ายจากนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3 โดยใช้วิธีถ่วงเฉลี่ยเลือกนักเรียนระดับชั้นละ 5 คน ทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ชี้แจงวัตถุประสงค์พร้อมทั้งแนะนำการใช้แก่นักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบรวมหลังเรียน ชักตามข้อบกพร่องและนำมาแก้ไขข้อบกพร่อง นำผลคะแนนการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบทดสอบรวมหลังเรียนที่ได้จากการทดลองครั้งที่ 3 มาวิเคราะห์และหาค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80ที่ได้ตั้งไว้แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

หลังจากปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามขั้นตอนแล้ว นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาเกี่ยวกับระบบนิเวศและด้านการทำสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในส่วนต่าง ๆ เป็นครั้งสุดท้าย เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างมีความสมบูรณ์สำหรับนำไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มทดลอง ซึ่งจะนำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยใช้วัดคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยได้สร้างเครื่องมือขึ้นมา 3 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชวิธีการสร้างและการประเมินประสิทธิภาพมีขั้นตอนการดำเนินการตามหัวข้อที่ 2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีรายละเอียดอยู่ในหน้า 49-54

3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อใช้สำหรับประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช แบบทดสอบทั้งหมดมีจำนวน 20 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับเวลาในการทำข้อสอบ คือ 20 นาที จำนวนข้อสอบนั้นมี 40 ข้อผู้วิจัยได้คัดเลือกให้เหลือ 20 ข้อและทำการปรับแก้โดยการนำไปทดลองกับนักเรียนโรงเรียนวัดลำด้อยตั้ง การที่ผู้วิจัยเลือกใช้นักเรียนจากโรงเรียนวัดลำด้อยตั้งเพราะว่าโรงเรียนวัดลำด้อยตั้งเป็นโรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษาในระดับชั้นมัธยม ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับโรงเรียนที่อยู่ในเขตพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช นักเรียนส่วนใหญ่มีสภาพความเป็นอยู่พื้นฐานทางครอบครัวใกล้เคียงนักเรียนในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช และโรงเรียนวัดลำด้อยตั้งมีความพร้อมทางด้านเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ในการดำเนินการทำวิจัย แล้วจากนั้นจึงนำเครื่องมือใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.1 ศึกษาวัตถุประสงค์ของเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช

3.2.2 สร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา โดยแยกเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้ 6 ด้านตามแบบ เบนจามิน บลูม (อ้างถึงในวินัย วีระวัฒนานนท์.2545) คือ ด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังตาราง 2 โดยให้ถ่วงน้ำหนักด้านความรู้ร้อยละ 30 ความเข้าใจร้อยละ 30 การนำไปใช้ร้อยละ 20 และการวิเคราะห์ร้อยละ 20

ตาราง 2 การวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์สอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวน
ชีวมณฑลสะแกราช

เนื้อหาที่วัด	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	รวม	ร้อยละ
บทที่ 1 ระบบนิเวศขั้นพื้นฐาน	4	4	2	-	-	-	10	25
บทที่ 2 ระบบนิเวศของป่าเต็งรัง	4	2	2	2	-	-	10	25
บทที่ 3 การสูญเสียและ การทำลายระบบนิเวศป่าเต็งรังและผลกระทบที่เกิดขึ้น	2	4	-	4	-	-	10	25
บทที่ 4 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการจัดการคุ้มครองพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช	2	2	4	2	-	-	10	25
รวม	12	12	8	8	-	-	40	100
ถัวเฉลี่ยน้ำหนัก	30	30	20	20	-	-	-	100

3.2.3 ขอคำแนะนำจากกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อพิจารณาความถูกต้องตามเนื้อหา และความเหมาะสมของคำถามแล้วแก้ไขปรับปรุง

3.2.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนมัธยมศึกษาช่วงชั้นที่ 3 ของโรงเรียนวัดลำด้อยดิ่ง เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร

3.2.5 นำผลที่ได้จากการทดลองใช้มาหาระดับความยากง่าย(Difficulty level) ค่าอำนาจจำแนก(Discrimination Power) ความเชื่อมั่น(Reliability) โดยมีการวิเคราะห์เป็นรายข้อตามสูตรดังนี้

1. สูตรการหาค่าระดับความยากง่าย(Difficulty level) และค่าอำนาจจำแนก(Discrimination Power) (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2531 : 141)

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n}$$

$$r = \frac{P_H - P_L}{2n}$$

P = ระดับความยากง่าย

r = อำนาจจำแนก

P_H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูงสุด

P_L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำสุด

n = จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงหรือต่ำ

การพิจารณาคัดเลือกข้อสอบโดยใช้เกณฑ์ระดับค่าความยากง่ายของข้อสอบที่มีค่าระหว่าง 0.20-0.80 เลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2. สูตรหาค่าความเชื่อมั่น(Reliability) ใช้สูตรของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (K20)(บุญธรรม กิจปริดาปริสุทธิ.2531 : 172)

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

r_{tt} = ค่าความเชื่อมั่น

n = จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

p = สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ

q = สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ

S_t^2 = ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

3.3 การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การประเมินความพึงพอใจในบทเรียน และความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

3.4 การสร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลส่วนตัว การประเมินคุณภาพของบทเรียนและการแสดงความคิดเห็นทั่วไปเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีเกณฑ์ในการประเมินแบ่งเป็น 5 ระดับคือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ควรปรับปรุง

4. วิธีการรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยออกแบบการวิจัยในรูปแบบการทดลอง(Experimental design)

แบบ One-Group Pretest – Posttest Design (ไพศาล หวังพานิช. 2545)ซึ่งมีรูปแบบการทดลองดังนี้

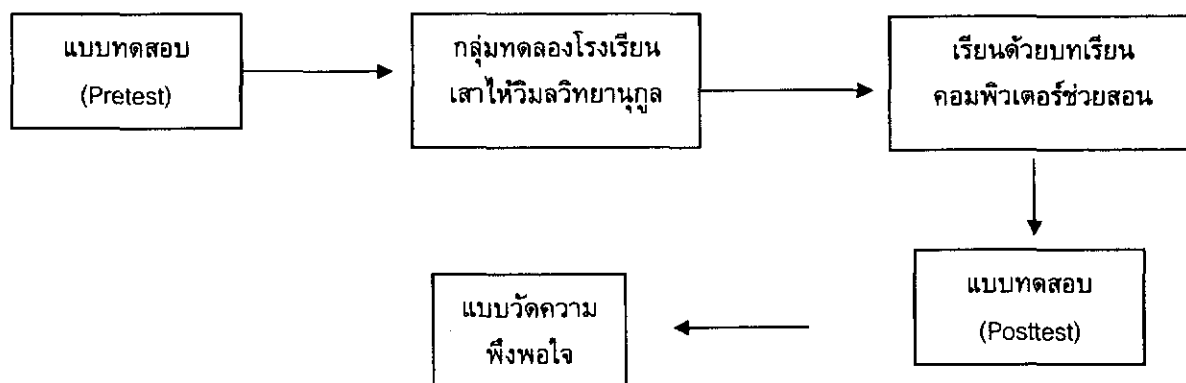


X = ทดลองโดยเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

T₁ = การวัดผลก่อนการทดลอง (Pretest)

T₂ = การวัดผลหลังการทดลอง (Posttest)

4.2 ขั้นตอนการทดลองเพื่อเก็บข้อมูล ตามรายละเอียดภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยรูปแบบ One – Group Pretest – Posttest Design

4.2.1 ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ของโรงเรียนเสนาให้ิมลวิทยานุกูล ทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อทดสอบก่อนการทดลอง(Pretest) ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบประมาณ 20 นาที

4.2.2 จากนั้นให้นักเรียนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการเรียนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 60 นาที โดยให้นักเรียนใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1คนต่อ 1 เครื่อง

4.2.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม (Posttest) อีกครั้ง หลังจากทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที

4.2.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำการประเมิน

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้เกณฑ์หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนคือ ค่ามาตรฐาน 80/80 เป็นเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพ คือ เนื้อหาที่เป็นความรู้ ความจำและเนื้อหาทักษะ หรือที่เป็นเจเนคติ ควรมีสัดส่วนไม่ต่ำกว่า 80/80 (ฉลองชัย สุวัฒน์บุรณ์. 2528) โดยเป็นค่าประสิทธิภาพจากการกำหนดเกณฑ์ของร้อยละของผลเฉลี่ยคะแนนการทำแบบทดสอบในแต่ละบทที่เรียน(E_1) ต่อร้อยละของผลเฉลี่ยคะแนนการสอบหลังเรียนจบของนักเรียนทั้งหมด(E_2) ซึ่งกำหนดตัวสมมติให้เห็น E_1 / E_2 โดยใช้สูตรในการหาประสิทธิภาพดังนี้ (จันทร์ฉาย เตมียากร. 2537 : 89-93)

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X_1}{N} \right)}{A} * 100$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum X_2}{N} \right)}{B} * 100$$

E_1 = ประสิทธิภาพของแบบฝึกหัดทดสอบในแต่ละบทซึ่งอยู่ในรูปของเกมส์หรือข้อสอบ

E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์หรือผลการทดสอบรวมหลังเรียนซึ่งอยู่ในรูปของเกมส์หรือ

ข้อสอบ

ΣX_1 = คะแนนรวมของแบบฝึกหัดแต่ละบท(รวม 4บท)

ΣX_2 = คะแนนผลลัพธ์หลังเรียนหรือแบบทดสอบรวมหลังเรียน

N = จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดแต่ละบทเรียน(รวม 4บท)

B = คะแนนเต็มของผลลัพธ์หลังเรียนหรือแบบทดสอบรวมหลังเรียน

5.2 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการเรียนและหลังการเรียน
ใช้การทดสอบด้วยสถิติ t-test โดยมีการเปรียบเทียบเป็นรายคู่ก่อนการเรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง มีสูตรดังนี้

$$t = \frac{D}{S_b}$$

$$= \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{N\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{N - 1}}}$$

D = ผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนและหลังการเรียน

N = จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบ

5.3 นำคะแนนจากแบบประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนมาแจกแจงและหาค่าเฉลี่ยโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน

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

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อสะดวกในการแปลผลการประเมินด้านความพึงพอใจดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง การประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับน้อยที่สุดหรือไม่น่าพอใจ

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง การประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับน้อย

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง การประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับปานกลางหรือค่อนข้างดี

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง การประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมากหรือพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง การประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมากที่สุดหรือพึงพอใจมากที่สุด

5.4 นำคะแนนจากแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิมาแจกแจงและหาค่าเฉลี่ยโดยมีเกณฑ์การให้คะแนน

ดีมาก	ให้	5	คะแนน
ดี	ให้	4	คะแนน
ปานกลาง	ให้	3	คะแนน
พอใช้	ให้	2	คะแนน
ควรปรับปรุง	ให้	1	คะแนน

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย เพื่อสะดวกในการแปลผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงและแก้ไข

คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับที่พอใช้แต่ยังไม่ดีพอ

คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอนอยู่ในระดับปานกลางหรือค่อนข้างดี

คะแนนเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง การประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง การประเมินความพึงพอใจต่อบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับดีมาก

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ทำการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (แบบฝึกหัดในแต่ละบท) กับการทำกิจกรรมหลังเรียน (แบบทดสอบรวมหลังเรียน) และทำการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น โดยให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำการประเมินความพึงพอใจในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ระดับชั้นละ 10 คน รวมทั้งหมด 30 คน จากโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูล ตำบลเสนาให้ อำเภอสนาให้ จังหวัดสระบุรี ผลการศึกษาวิจัยสรุปได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย

- 1.1 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ
- 1.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยนักเรียนกลุ่ม

ทดลอง

ส่วนที่ 2 ผลของการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วย

- 2.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI)
- 2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(CAI)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการอ่านผลการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- | | | |
|------------|-----|--|
| t | แทน | ค่าสถิติที่ใช้ใน t-distribution |
| N | แทน | จำนวนนักเรียนทั้งหมด |
| $\sum X_1$ | แทน | คะแนนรวมของแบบฝึกหัดแต่ละบท (รวม 4 บท) |
| $\sum X_2$ | แทน | คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนหรือแบบทดสอบรวมหลังเรียน |
| A | แทน | คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดแต่ละบท(รวม 4 บท) |

B	แทน	คะแนนเต็มของผลลัพธ์หลังเรียนหรือแบบทดสอบรวมหลังเรียน
\bar{X}	แทน	คะแนนค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้อง (IOC) สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อใช้หาค่าความสอดคล้องของข้อคำถามที่ใช้สำหรับการทำกิจกรรมระหว่างเรียนและกิจกรรมหลังเรียน เช่น แบบฝึกหัดทบทวน เกมส์ทดสอบความรู้ ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้จากการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1.1 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่านให้คะแนนค่าความสอดคล้อง(IOC) ในแต่ละด้าน คือ ด้านแบบฝึกหัดและเกมส์ ด้านข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และด้านคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังแสดงในตาราง 3-5

ตาราง 3 ผลการประเมินวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้อง(IOC) ของแบบฝึกหัดและเกมส์ ให้คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

รายการประเมิน	ข้อที่	ค่าความสอดคล้อง (คะแนน)			รวม	เฉลี่ย \bar{X}
		1	0	-1		
แบบฝึกหัดที่ 1	1-15	40	4	1	39	0.87
แบบฝึกหัดที่ 2	1-15	41	2	2	39	0.87
แบบฝึกหัดที่ 3	1-10	30	0	0	30	1.00
แบบฝึกหัดที่ 4	1-10	28	2	0	28	0.93
เกมส์เศรษฐี	1-17	46	5	0	46	0.90
เกมส์จับผิดภาพ	1-3	9	0	0	9	1.00
เกมส์ถูกหรือผิด	1-15	42	3	0	42	0.93
เกมส์คุณแน่แคไหน	1-4	12	0	0	12	1.00
รวม(เฉลี่ย)						0.94

จากตาราง 3 เป็นการสรุปคะแนนค่าความสอดคล้องของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมระหว่างเรียน ที่ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านได้ให้คะแนนโดยเฉลี่ยแล้วจะเห็นว่าข้อคำถามในแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 0.87-1.00 และมีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 0.94 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้คือ 0.67 ดังนั้นจึงถือว่าคำถามทุกข้อมีความเหมาะสมที่จะสามารถนำมาใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนและกิจกรรมหรือเกมส์เสริมความรู้หลังเรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้

จากแบบประเมินหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมระหว่างเรียน และเกมส์เสริมความรู้หลังเรียนแล้ว ผู้วิจัยยังสร้างแบบประเมินการหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำไปให้นักเรียนทำการทดสอบผลการเรียนรู้จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(ดูรายละเอียดจากภาคผนวก ก) ซึ่งแสดงรายละเอียดในตาราง 4

ตาราง 4 ผลการประเมินหาค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ จากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

รายการประเมิน	ข้อที่	ค่าความสอดคล้อง			รวม	เฉลี่ย \bar{X}
		1	0	-1		
บทที่ 1	1-10	26	3	1	25	0.83
บทที่ 2	11-20	24	6	0	24	0.80
บทที่ 3	21-30	26	4	0	26	0.87
บทที่ 4	31-40	30	0	0	30	1.00
รวม(เฉลี่ย)						0.88

จากตาราง 4 การให้คะแนนค่าความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน มีคะแนนเฉลี่ยระดับ 0.80-1.00 และมีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 0.88 ซึ่งมีความมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 0.67 แสดงว่าข้อสอบส่วนมากมีความเหมาะสมที่จะสามารถนำไปใช้ทดสอบหาค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อใช้สำหรับประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ก่อนที่จะนำไปทดลองใช้ในกระบวนการพัฒนากับกลุ่มทดลองย่อย 3 ครั้ง โดยจะให้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านพิจารณาในด้านต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ คุณภาพด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมในบทเรียน และด้านการออกแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระดับคะแนนที่ให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินแบ่ง

ออกเป็น 5 ระดับด้วยกัน คือ 5(ดีมาก), 4(ดี), 3(ปานกลาง), 2(พอใช้) และ 1(ควรปรับปรุง) (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก) และสามารถสรุปผลที่แสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 5 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (จำนวนคน)					รวม	เฉลี่ย	แปล ความหมาย
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง			
ด้านเนื้อหา								
1.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการกำหนดจุดประสงค์ไว้อย่างชัดเจน	3	0	0	0	0	15	5.00	ดีมาก
2.เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
3.คำอธิบายเนื้อหาแต่ละบทเรียนมีความชัดเจน	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
4.การจัดเนื้อหาในแต่ละบทเรียนมีความเหมาะสม	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
5.ระดับความยากง่ายของเนื้อหา มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	1	2	0	0	0	13	4.33	ดี
6.การนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามลำดับขั้นตอน	1	2	0	0	0	13	4.33	ดี
7.เนื้อหาที่จัดทำมีความครอบคลุมในเรื่องที่สอน	3	0	0	0	0	15	5.00	ดีมาก
8.ปริมาณและความกระชับของเนื้อหาที่สอน	0	2	1	0	0	11	3.67	ดี
9.การแบ่งหัวข้อย่อยของเนื้อหา	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
10.ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อสาร	3	0	0	0	0	15	5.00	ดีมาก
รวม(เฉลี่ย)							4.33	ดี

ตาราง 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (จำนวนคน)					รวม	เฉลี่ย	แปล ความหมาย
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง			
ด้านกิจกรรมในบทเรียน								
1.แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน	3	0	0	0	0	15	5.00	ดีมาก
2.ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละแบบฝึกหัดเหมาะสมกับเวลา	3	0	0	0	0	15	5.00	ดีมาก
3.แบบฝึกหัดในแต่ละบทมีจำนวนเพียงพอ	2	1	0	0	0	14	4.67	ดีมาก
4.แบบฝึกหัดมีความยากง่ายเหมาะสมกับเนื้อหา	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
5.ปริมาณของแบบทดสอบรวมหรือเกมส์หลังเรียนมีความเหมาะสมรวม(เฉลี่ย)	2	1	0	0	0	14	4.67	ดีมาก
ด้านการออกแบบ								
1.รูปแบบการสร้างบทเรียนที่น่าสนใจ	2	1	0	0	0	14	4.67	ดีมาก
2.บทเรียนมีเทคนิคในการนำเสนอที่เหมาะสมและน่าสนใจ	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
3.ภาพในบทเรียนมีความชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหา	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
4.ตัวอักษรในบทเรียนมีความชัดเจน อ่านง่ายและมีสีสันทนสวยงาม	3	0	0	0	0	15	5.00	ดีมาก
5.สีของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสม	2	1	0	0	0	14	4.67	ดีมาก
6.การใช้เสียง ภาพเคลื่อนไหวของบทเรียนมีความเหมาะสม	3	0	0	0	0	15	5.00	ดีมาก

ตาราง 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (จำนวนคน)					รวม	เฉลี่ย	แปล ความหมาย
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ปรับปรุง			
7.ความยาวของบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมกับเวลา และ ความสามารถในการเรียนรู้ของ นักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
8.บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสม สำหรับวัยและระดับชั้นในการเรียนรู้ ของนักเรียน	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
9.การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน คอมพิวเตอร์มีความชัดเจน	1	1	1	0	0	12	4.00	ดี
10.คำถามที่ใช้ในบทเรียน คอมพิวเตอร์มีความชัดเจน	3	0	0	0	0	15	5.00	ดีมาก
11.การให้ข้อมูลย้อนกลับช่วยให้ นักเรียนสามารถเข้าใจบทเรียนได้ดี ยิ่งขึ้น	0	3	0	0	0	12	4.00	ดี
12.ผู้เรียนสามารถเรียนรู้กับบทเรียน ได้ด้วยตนเอง	2	1	0	0	0	14	4.67	ดีมาก
13.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถให้ผลบรรลุตามจุดประสงค์	2	1	0	0	0	14	4.67	ดีมาก
รวม(เฉลี่ย)							4.44	ดี
ผลเฉลี่ยโดยรวมทั้งหมด							4.48	ดี

จากตาราง 5 ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่า
เต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชโดยการให้คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านสามารถสรุป
และแบ่งออกเป็นด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

1.ด้านเนื้อหา เนื้อหาของบทเรียนที่จัดสอนมีความครอบคลุม มีการกำหนดจุดประสงค์และ
ภาษาที่ใช้สื่อสารได้อย่างชัดเจนอยู่ในระดับดีมาก ความสอดคล้องด้านเนื้อหา กับจุดประสงค์ การ

แบ่งหัวข้อย่อย การนำเสนอ ระดับความยากง่ายของเนื้อหา ความชัดเจนของคำอธิบายและการจัดเนื้อหาในแต่ละบทอยู่ในระดับดี ส่วนทางด้านความกระชับและปริมาณของเนื้อหาอยู่ในระดับดี และค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทางด้านเนื้อหาถือว่าอยู่ในระดับดี คือ 4.33

2. ด้านกิจกรรมในบทเรียน แบบฝึกหัดในแต่ละบทมีจำนวนและปริมาณของเนื้อเพียงพอเหมาะสมกับเวลาในการทำแบบฝึกหัดรวมทั้งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก ความเหมาะสมทางปริมาณของแบบทดสอบรวมหรือเกมส์หลังเรียนอยู่ในระดับดีมากเช่นกัน แต่ความยากง่ายของแบบฝึกหัดจัดอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทางด้านกิจกรรมในบทเรียนถือว่าอยู่ในระดับดีมาก คือ 4.67

3. ด้านการออกแบบ ความน่าสนใจในการสร้างรูปแบบของบทเรียน ความชัดเจนของตัวอักษร ความเหมาะสมทางสีสันทัน การใช้เสียง การใช้ภาพเคลื่อนไหว ความคมชัดของคำถามที่ใช้ในบทเรียนส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้กับบทเรียนได้ด้วยตนเองและสามารถให้ผลบรรลุตามจุดประสงค์ของแต่ละบทเรียนได้อยู่ในระดับดีมาก ส่วนความยาวของเนื้อหาของบทเรียนกับเวลา, ความยากง่ายของบทเรียนและภาพในบทเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา รวมทั้งเทคนิคในการนำเสนอทางด้านเนื้อหาของบทเรียนมีความชัดเจน เหมาะสมและน่าสนใจอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดทางด้านกรออกแบบถือว่าอยู่ในระดับดี คือ 4.44

จากผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมในบทเรียน และด้านการออกแบบ จากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.48 หมายถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดี

1.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยนักเรียนกลุ่มทดลอง

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช ได้มาจากคะแนนเฉลี่ยของการทำกิจกรรมระหว่างเรียนกับคะแนนเฉลี่ยของการทำกิจกรรมหลังเรียนจากนักเรียนกลุ่มทดลอง หรือค่า E_1/E_2 โดยมีรายละเอียดแสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ 80/80

ผลการเรียน	N	ผลทดสอบระหว่างเรียน	ผลทดสอบหลังเรียน	E_1	E_2	
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	15	Σx_1 722	A 60	Σx_2 180	B 15	80.22 80.00

จากตาราง 6 หลังจากที่ได้วิจัยได้วิเคราะห์การประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการให้คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วนั้น ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทำการพัฒนาคุณภาพกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3 จำนวนทั้งหมด 27 คน จากโรงเรียนวัดลำด้อยตี่ง เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร โดยแบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 ครั้งย่อยด้วยกัน คือในครั้งที่ 1 ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3 จำนวน 3 คน เฉลี่ยชั้นละ 1 คน ทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมซักถามความพึงพอใจเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ในครั้งที่ 2 ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3 จำนวน 9 คน เฉลี่ยชั้นละ 3 คน ทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมซักถามความพึงพอใจเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นจึงนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทำการปรับปรุงแล้วมาทำการพัฒนาในครั้งที่ 3 พร้อมกับหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3 จำนวน 15 คน เฉลี่ยชั้นละ 5 คน ทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพร้อมให้ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของแต่ละบทและแบบทดสอบรวมหลังเรียน ซึ่งคิดจากค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนทั้ง 4 บท (E_1) เท่ากับ 80.22 และค่าร้อยละเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบรวมหลังเรียน(E_2) เท่ากับ 80.00 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.22/80 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ 80/80

2. ผลของการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.1 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นจำนวน 40 ข้อ นำมาหาความยากง่าย(P) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ด้วยการใช้โปรแกรมการคำนวณ Microsoft Excel ดูรายละเอียดจากตารางในภาคผนวก ข ผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่มีระดับความยากง่ายที่อยู่ในช่วง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกที่มีค่า 0.2 ขึ้น

ไป โดยตัดจำนวนข้อสอบที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดทิ้งจาก 40 ข้อ เหลือ จำนวน 20 ข้อ มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน แล้วนำข้อสอบจำนวน 20 ข้อปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงนำไปใส่ไว้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(แผ่น CD การสอน) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเท่ากับ 0.86 จึงเป็นข้อสอบที่มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์จากการเรียนของนักเรียนได้ จากนั้นผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1,2 และ 3 จำนวน 30 คน เฉลี่ยชั้นละ 10 คน ของโรงเรียนเส้าไห่วิมลวิทยานุกูลหรือกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย โดยก่อนการเรียนผู้วิจัยจะให้นักเรียนทำการสอบก่อนเรียน (Pretest) จากข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 20 ข้อ แล้วจึงให้นักเรียนเริ่มเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างและมีการพัฒนาแล้ว หลังจากเรียนจบผู้วิจัยก็ให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียน (Posttest) จากข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกครั้ง และได้ผลสรุปแสดงดังตาราง 7

ตาราง 7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Pretest-Posttest)

N	ผลการเรียน	จำนวนข้อ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D	t-test
	ก่อนเรียน(pretest)	20	20	10.63	2.94	
30	หลังเรียน(posttest)	20	20	15.47	2.33	8.706*

$P < .05^*$

จากตาราง 7 พบว่าคะแนนเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยที่มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 15.47 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 10.63 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.2 การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

หลังจากนักเรียนทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเสร็จสิ้น ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนกรอกแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของตนเองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก) และได้ผลสรุปแสดงดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (จำนวนคน)					รวม	เฉลี่ย	แปล ความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
รูปแบบของบทเรียน								
1. การนำเสนอในส่วนของตัวอักษร								
- ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสม คมชัด สามารถอ่านได้ง่าย	22	7	1	0	0	141	4.70	มากที่สุด
- สีของตัวอักษรและพื้นหลังมีสีสัน สวยงาม สะดุดตาน่าอ่าน เพิ่มความ สนใจในการเรียนไม่น่าเบื่อ	22	5	3	0	0	139	4.63	มากที่สุด
2. การนำเสนอในส่วนของภาพนิ่ง								
- ภาพนิ่งมีความคมชัด	11	13	6	0	0	125	4.17	มาก
- ภาพนิ่งที่นำมาเสนอมีความ สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน ทำให้ สามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย ขึ้น	14	15	1	0	0	133	4.43	มาก
- สีของภาพนิ่งมีความสวยงาม เมื่อ ดูแล้วสบายตา ทำให้ไม่เบื่อต่อการ เรียน	18	8	4	0	0	134	4.47	มาก
- จำนวนของภาพนิ่งที่นำมาเสนอใน บทเรียน	10	15	5	0	0	125	4.17	มาก
- การจัดตำแหน่งของภาพนิ่งและ ข้อความอธิบายมีการจัดวางได้ อย่างเหมาะสม	7	18	5	0	0	122	4.07	มาก
3. การนำเสนอในส่วนของเสียง								
- ความชัดเจนของเสียง	16	10	10	4	0	132	4.40	มาก
- ถ้อยคำที่ใช้อธิบายสอดคล้องกับ เนื้อหา อธิบายได้ชัดเจน ไม่กำกวม	15	14	0	1	0	133	4.43	มาก

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (จำนวนคน)					รวม	เฉลี่ย	แปล ความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
- เสียงช่วยให้เกิดความน่าสนใจใน บทเรียน และทำให้สามารถเข้าใจ บทเรียนได้ง่ายขึ้น	16	12	1	1	0	133	4.43	มาก
4. การนำเสนอในส่วนของ ภาพเคลื่อนไหว								
- ความคมชัดของภาพและเสียง	13	12	4	1	0	127	4.23	มาก
- ภาพเคลื่อนไหวทำให้บทเรียน น่าสนใจ ทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ	10	17	3	0	0	127	4.23	
- ความยาวของภาพเคลื่อนไหว	8	17	2	3	0	120	4.00	มาก
- จำนวนของภาพเคลื่อนไหว	10	16	2	2	0	124	4.13	มาก
รวม(เฉลี่ย)							4.32	มาก
การติดต่อกับผู้ใช้								
1.ความยากง่ายในการเข้าสู่ โปรแกรม(การใช้งาน)	13	13	4	0	0	129	4.30	มาก
2.สามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้ง่าย ในขณะที่ใช้คอมพิวเตอร์	15	8	7	0	0	128	4.27	มาก
3.สามารถเลือกที่จะจบบทเรียนได้ ตามต้องการ	13	15	2	0	0	131	4.37	มาก
4.สามารถทราบผลการเรียนจาก บทเรียนโดยทันที	15	12	2	1	0	131	4.37	มาก
5.สามารถจะเลือกเรียนบทเรียนบท ใดก่อนก็ได้	15	13	2	0	0	133	4.43	มาก
รวม(เฉลี่ย)							4.35	มาก
เนื้อหา								
1.บทเรียนในแต่ละบทมีการอธิบาย เนื้อหาได้อย่างชัดเจนและสามารถ เข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย	20	10	0	0	0	140	4.67	มากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (จำนวนคน)					รวม	เฉลี่ย	แปล ความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
2.การจัดลำดับของเนื้อเรื่องที่เรียน ทำให้สามารถเข้าใจเรื่องที่เรียนได้ ตามขั้นตอน ไม่รู้สึกสับสน สามารถ เข้าใจเนื้อเรื่องที่เรียนได้	14	14	2	0	0	132	4.40	มาก
3.ความยาวของเนื้อหาของบทเรียน ในแต่ละบทมีความเหมาะสม มี ความกระชับต่อการทำความเข้าใจ เข้าใจในเรื่องที่เรียน	13	13	3	1	0	128	4.27	มาก
4.เนื้อหาที่เรียนในแต่ละบทไม่ง่าย หรือยากจนเกินความสามารถที่จะ ทำความเข้าใจได้	18	11	1	0	0	137	4.57	มากที่สุด
5.เนื้อหาที่เรียนมีความสอดคล้อง กัน เรียนแล้วทำให้รู้สึกสนุก ไม่ทำ ให้ง่วงนอน	17	11	2	0	0	135	4.50	มาก
6.เวลาที่ใช้ในการเรียนเนื้อหาหรือ เรื่องที่เรียนทั้งหมดมีความ เหมาะสม	22	6	1	1	0	139	4.63	มากที่สุด
รวม(เฉลี่ย)							4.51	มากที่สุด
แบบฝึกหัด								
1.แบบฝึกหัดที่ให้ทำมีความ สอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	21	8	1	0	0	140	4.67	มากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (จำนวนคน)					รวม	เฉลี่ย	แปล ความหมาย
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด			
2.คำถามที่ใช้ถามในแบบฝึกหัดแต่ละข้อชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย สามารถตีความเข้าใจคำถามนั้นๆ ได้	17	11	2	0	0	135	4.50	มาก
3.คำตอบที่เป็นตัวเลือกของแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ มีความชัดเจน ไม่กำกวม	19	6	4	1	0	133	4.43	มาก
4.จำนวนข้อคำถามในแต่ละแบบฝึกหัดมีจำนวนพอดีและเหมาะสม	14	14	1	1	0	131	4.37	มาก
5.ความยาก-ง่ายของแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม	18	9	3	0	0	135	4.50	มาก
6.การให้ทำแบบฝึกหัดหลังเรียนจบแล้ว เป็นการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมา และทำให้สามารถเข้าใจบทเรียนที่เรียนได้มากขึ้น	19	8	3	0	0	136	4.53	มากที่สุด
7.ในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้	20	7	2	1	0	136	4.53	มากที่สุด
รวม(เฉลี่ย)							4.42	มาก
ผลเฉลี่ยโดยรวมทั้งหมด							4.50	มาก

จากตาราง 8 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก(ความพึงพอใจมาก) ในทุก ๆ ประเด็นคำถาม ได้แก่

1. รูปแบบของบทเรียน รูปแบบในการนำเสนอบทเรียนด้านขนาด ความคมชัดและการใช้สีของตัวอักษรมีสีสันสะดุดตาและมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ลักษณะรูปแบบการใช้เสียง การใช้ถ้อยคำที่ไม่กำกวม มีความคมชัดและทำให้เกิดความน่าสนใจในการเรียนอยู่ในระดับ

มาก ด้านความยาวของภาพเคลื่อนไหวที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจเรียน ไม่เบื่อเรียน และการจัดวางตำแหน่ง ความคมชัดของภาพหนึ่งที่เหมาะสม ภาพหนึ่งมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้นจัดอยู่ในระดับมากเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.32 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องรูปแบบของบทเรียนอยู่ในระดับมาก

2. การติดต่อกับผู้ใช้ ด้านความยากง่ายในการเข้าสู่บทเรียนและการโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับบทเรียน ความสามารถในการใช้บทเรียนเพื่อการเลือกที่จะเรียนหรือจบบทเรียนใดก่อนก็ได้ และนักเรียนสามารถทราบผลการเรียนของตนเองโดยทันทีหลังจากเรียนอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.35 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องการติดต่อกับผู้ใช้ในระดับมาก

3. เนื้อหา บทเรียนในแต่ละบทมีการอธิบายเนื้อหาได้อย่างชัดเจน เนื้อหาที่เรียนไม่ง่ายหรือยากจนเกินความสามารถที่จะทำความเข้าใจได้และเวลาที่ใช้เรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนการจัดลำดับเนื้อหาของเนื้อเรื่องที่เรียนทำให้สามารถเข้าใจเรื่องที่เรียนได้รวมทั้งความยาวของบทเรียนในแต่ละบทมีความกระชับและมีความสอดคล้องกันอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.51 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องเนื้อหาของบทเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

4. แบบฝึกหัด แบบฝึกหัดในบทเรียนมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน เวลาที่ใช้ในการทำมีความเหมาะสมและการทำแบบฝึกหัดเป็นการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมาทำให้เข้าใจบทเรียนได้มากขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนความยากง่าย จำนวนข้อคำถาม คำตอบที่เป็นข้อเลือกของคำถามมีความเหมาะสมและความชัดเจนของคำถามในแบบฝึกหัดในแต่ละข้อเมื่ออ่านแล้วสามารถตีความเข้าใจคำถามนั้น ๆ ได้อยู่ในระดับมาก ซึ่งผลการประเมินด้านเนื้อหาทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 4.42 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องแบบฝึกหัดของบทเรียนอยู่ในระดับมาก

จากผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องรูปแบบของบทเรียน การติดต่อกับผู้ใช้ เนื้อหาของบทเรียนและแบบฝึกหัดของบทเรียน จากนักเรียนจำนวน 30 คน โดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราชสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผู้วิจัยสามารถสรุปข้อมูลต่าง ๆ ในการทำวิจัยได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ในการทำวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (มัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3)
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช

สมมติฐานในการทำวิจัย

ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานในการวิจัยไว้ 3 ข้อคือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80
2. นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สูงกว่าก่อนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05
3. นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

ขอบเขตในการทำวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมปีที่ 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนเส้าไห้วิมลวิทยานุกูล ตำบลเส้าไห้ว อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดสระบุรี จำนวนทั้งหมด 1,728 คน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกสุ่มแบบเจาะจงผสมกับวิธีการสุ่มจับฉลากจากนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนเสนาให้วมลวิทยานุกูล จำนวน 30 คนเฉลี่ยเป็นนักเรียนชั้นละ 10 คน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช ผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเนื้อหาจากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เนื้อหา มีความสอดคล้องกับหลักสูตรสาระการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 ทำการปรับปรุงเนื้อหาพร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องโดยได้รับคำแนะนำจากคณะกรรมการควบคุมการทำปฏิญาณิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่สร้างขึ้นมีเนื้อหาแบ่งออกเป็น 4 ทบเรียนด้วยกันคือ

- บทที่ 1 ระบบนิเวศขั้นพื้นฐาน
- บทที่ 2 ระบบนิเวศป่าเต็งรัง
- บทที่ 3 การสูญเสียและการทำลายระบบนิเวศป่าเต็งรัง
- บทที่ 4 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

เครื่องมือในการทำวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัยในครั้งนี้ได้แก่

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิธีการดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการทำวิจัย

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น ระบบนิเวศป่าไม้ ความสัมพันธ์ต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การอนุรักษ์ธรรมชาติ จากนั้นจึงนำมาเรียบเรียงและเขียนลำดับเนื้อหาให้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3 เตรียมรูปภาพทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว(วีดีโอ) ทำการอัดเสียงของผู้วิจัยเองในส่วนที่จะต้องใช้อธิบายเนื้อหาต่าง ๆ ในบทเรียน ให้ผู้ทรงคุณวุฒิและคณะกรรมการควบคุมปฏิญาณิพนธ์ ตรวจสอบด้านเนื้อหาและ

ประเมินค่าความสอดคล้องของแบบฝึกหัดและกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้วผู้วิจัยจึงนำค่าความสอดคล้องที่ได้มาวิเคราะห์พร้อมทั้งแก้ไขปรับปรุง จากนั้นจึงรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาทำการสร้างบทเรียนโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.5 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วนำสื่อที่ได้ไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพอีกครั้ง

หลังจากได้ผลจากการประเมินคุณภาพเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทำการพัฒนาคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนในระดับชั้นที่ 3 โดยใช้นักเรียนจากโรงเรียนวัดลำด้อยต้ง เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร เป็นกลุ่มทดลอง มีการพัฒนาทั้งหมด 3 ครั้งด้วยกัน โดยการทดลองครั้งแรกทดลองกับนักเรียน 3 คน ทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนั้นซักถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง ในครั้งที่ 2 ทดลองกับนักเรียนจำนวน 9 คน ให้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซักถามความคิดเห็นเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำมาแก้ไขปรับปรุง

ในการพัฒนาครั้งที่ 3 ผู้วิจัยใช้นักเรียนจำนวน 15 คน ทำการทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพร้อมทั้งหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมทั้งให้ทำแบบสอบถามความพึงพอใจหลังเรียน จากนั้นผู้วิจัยได้นำมาปรับปรุงและนำไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโท และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. การดำเนินการทำวิจัย

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชที่ได้ทำการพัฒนาและหาประสิทธิภาพ 80/80 แล้ว ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัยคือ นักเรียนจากโรงเรียนเส้าไห้วิมลวิทยานุกูล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ชั้นละ 10 คน รวมทั้งหมด 30 คน ให้แต่ละคนทำการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยชี้แจงให้นักเรียนเลือกเมนูของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือแบบทดสอบก่อนเรียน(Prestest) เป็นเวลา 20 นาที แล้วจึงให้กลับมาเลือกจากเมนูของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเลือกเรียนเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นให้นักเรียนกลับมาเลือกเมนูของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือแบบทดสอบหลังเรียน(Posttest) เป็นเวลา 20 นาที เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบประเมินความพึงพอใจของตนเองที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังจากนั้นจึงเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ มาทำการวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้จากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพ 80/80 ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้นักเรียนจากโรงเรียนวัดลำด้อยตั้งจำนวน 15 คนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 15 คน โดยคิดจากคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการทำกิจกรรมระหว่างเรียนหรือแบบฝึกหัด 4 บท กับคะแนนเฉลี่ยร้อยละของการทำกิจกรรมหลังเรียนหรือแบบทดสอบรวมหลังเรียน เท่ากับ 80.22/80 ซึ่งมีค่าตามเกณฑ์มาตรฐานที่ได้ตั้งไว้ 80/80 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในเกณฑ์ดีเพียงพอ ที่จะนำไปใช้ทดลองต่อไป

2. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน(Pretest-Posttest) ผู้วิจัยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียนโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูล จำนวน 30 คน จากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Posttest) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Pretest) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ในข้อ 2

3. การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนเสนาให้วิมลวิทยานุกูลที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้อยู่ในระดับมาก(พึงพอใจมาก) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ในข้อ 3

การอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 (นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) โดยที่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมานี้สามารถนำไปใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอน เพื่อเป็นพื้นฐานความรู้เสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวได้ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในขั้นพื้นฐานเป็นอย่างดีแล้ว ความเข้าใจดังกล่าวก็จะเป็นแนวทางในการช่วยกันป้องกันปัญหาที่จะเกิดกับสิ่งแวดล้อม และเกิดความตระหนักถึงความสำคัญในการช่วยกันดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งผลการวิจัยที่ทำกับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มตัวอย่างสามารถอภิปรายรายละเอียดได้ดังนี้

1.ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

ผลการวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 เป็นผลมาจาก

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 นี้ มีการสร้างซึ่งเป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ 9 ขั้นตอนของ กายเอ่ (Gagne') คือ (สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2532)

- 1) การใช้ภาพสีและเสียงให้เกิดการเร้าความสนใจ
- 2) การบอกจุดประสงค์ของการเรียนเพื่อให้นักเรียนทราบถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาเพื่อทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
- 3) ควรมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา
- 4) การให้เนื้อหาและความรู้ใหม่ ควรใช้ภาพประกอบกับเนื้อหาข้อความที่กะทัดรัดง่ายและได้ใจความ
- 5) การแสดงด้านความสัมพันธ์ของเนื้อหาส่วนย่อยกับความสัมพันธ์เนื้อหาส่วนใหญ่ โดยที่สิ่งใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมของนักเรียน
- 6) มีการกระตุ้นการตอบสนอง คือการเปิดโอกาสร่วมคิดร่วมทำกิจกรรมในระยะเวลาที่เหมาะสม
- 7) ให้ข้อมูลย้อนกลับ บทเรียนมีความท้าทายและให้ผลย้อนกลับว่านักเรียนอยู่ตรงไหน ห่างไกลเป้าหมายมากเพียงใด
- 8) การใช้ข้อสอบ แบบทดสอบ เพื่อให้นักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนตนเองได้ในทันที
- 9) มีการเสนอแนะสถานการณ์ที่เป็นความรู้ใหม่สามารถให้นักเรียนนำไปทำประโยชน์ได้และบอกนักเรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่องได้

เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้จัดแบ่งเป็นบท ๆ ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอน ซึ่งทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ซึ่งจะสอดคล้องกับแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) ที่ว่า"ถ้าแบ่งเนื้อหาวิชาที่จะถ่ายทอดให้นักเรียนเรียนเป็นตอน ๆ ทีละน้อย เหมาะสมกับบุคลิกภาวะของนักเรียน นักเรียนจะสามารถรับความรู้ได้ดีกว่าการให้นักเรียนเรียนครั้งละมาก ๆ" (นิพนธ์ สุขปรีดี. 2517 : 24) รวมทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ และคณะกรรมการควบคุมปริญญาโททำให้คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับคุณภาพที่ดีและเชื่อถือได้

1.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการนำไปพัฒนาขึ้นต้น โดยการนำไปทดลองครั้งที่ 1 (3คน) และทดลองครั้งที่ 2 (9คน) เพื่อซักถามและหาข้อบกพร่อง จับเวลาในการเรียน สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะที่ทำการทดลอง พบว่า นักเรียนมีความสนใจกับการเรียนด้วยบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความตั้งใจเรียนเป็นอย่างดี นักเรียนชื่นชอบการโต้ตอบและการควบคุม บทเรียนด้วยตนเอง เนื่องด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่มีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย มีการเสริมแรงและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในทันที ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ได้รวดเร็ว (กิดานันท์ มลิทอง. 2536) จากนั้นจึงทำการแก้ไขข้อบกพร่องแล้วนำไปทดลองครั้งที่ 3 (15คน) จนกระทั่งได้สื่อที่มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.22/80 ตามเกณฑ์มาตรฐานที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งตรงกับ สมมติฐานในการวิจัย แสดงให้เห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่ สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่ สงวนชีวมณฑลสะแกกราช สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3

จากการทดลองโดยใช้รูปแบบการทดลอง(Experimental design) แบบ One-Group Pretest-Posttest Design(ไพศาล หวังพานิช. 2545) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Pretest) มีค่าเท่ากับ 10.63 จากคะแนนเต็มเท่ากับ 20 คะแนน และคะแนนหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Posttest) มีค่าเท่ากับ 15.47 เมื่อนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test (ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS) พบว่าค่า t ที่คำนวณได้เท่ากับ 8.706 ($P < .05$) แสดงว่าหลังจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ในข้อ 2

จากผลการวิจัยที่ได้จากการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวัดผลสัมฤทธิ์หลังจาก เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน แสดงให้เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อในการสอนที่ ช่วยนำและถ่ายทอดความรู้จากแหล่งความรู้ไปสู่นักเรียน ทำให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียน ที่ตั้งไว้(กิดานันท์ มลิทอง. 2536 :72) และเป็นวิธีสอนที่ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจอย่างแจ่มชัด ไม่สับสน จึงสามารถทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยหลาย ท่านที่ผลิตสื่อ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน อย่างเช่น จีรภา อินถา (2535 : 58-60) สายพิณ นพเกตุ (2538 : 73) จันทนา บุญยาภรณ์ (2539 : 53) สุชาดา ชัยขจรภัทร์ (2541 : 70-71) เอกชัย พุ่มดวง (2543 : 71-77) อัญญา พัวไพบลูย์ (2545 : บทคัดย่อ) และสรรชณา บุครทองคำ(2546 : 75-79) พบว่าผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคะแนนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนการเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้ เพราะ

2.1 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีการตอบโต้กันระหว่างนักเรียน กับบทเรียน มีการตอบสนองต่อบทเรียนอย่างถูกต้องโดยอาศัยหลักการของทฤษฎีการเสริมแรง ทำ

ให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนโดยตรงสามารถเรียนได้อย่างกระฉับกระเฉง เพราะนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงอิริยาบถการกระทำอยู่เสมอแทนที่จะนั่งอยู่กับที่จดงานหรือฟังครูผู้สอนเพียงอย่างเดียว (กิตานันท์ มลิทอง. 2540 : 114) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช มีการออกแบบให้นักเรียนสามารถเลิกเรียนหรือเริ่มเรียนจากบทเรียนใดบทเรียนหนึ่งก่อนก็ได้ นักเรียนสามารถควบคุมการเรียนของตัวเองได้อย่างอิสระ จะเรียนไปตามความสามารถของตนเองโดยไม่ต้องเร่งหรือรอผู้อื่น (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541 : 9)

2.2 เนื้อหาที่เรียนในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช ทั้งเรื่องระบบนิเวศ การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาตินั้นต่างมีความเกี่ยวข้องกับวิถีชีวิต สภาพแวดล้อม เป็นเรื่องใกล้ตัวหรือจัดอยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน นักเรียนมักพบเห็นบ่อย ๆ จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถเรียนรู้ได้เร็ว เพราะอาศัยจากประสบการณ์เดิมของตัวเองที่ตรงกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบหยั่งเห็น (Insight Learning) ของ Kohler “ที่ลิงชิมแปนซี พยายามคิดดูความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ รื้อพื้นประสบการณ์เดิมที่หักไม้เพื่อมาสายผลไม้ในป่ามาใช้ โดยการใช้ท่อนไม้ที่อยู่ในกรงสอยกล้วยที่ห้อยอยู่ลงมากิน” ดังนั้นการเรียนรู้เก่าหรือประสบการณ์ที่ผ่านมาแล้วกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ และสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาด้วยเคยรับรู้หรือผ่านเหตุการณ์เช่นนั้นมาก่อน (สุชา จันทรเฒ. 2544 : 177)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาจึงทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพิ่มขึ้นหรือสูงกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การประเมินความพึงพอใจที่นักเรียนมีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช

นอกจากนักเรียนจะมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นแล้ว ยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยบทเรียนที่สร้างขึ้นได้รับการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียนอยู่ในระดับมาก (พึงพอใจมาก) เป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ในข้อ 3 และมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ วิภาวดี วงศ์เลิศ (2544 : บทคัดย่อ) วนิสา นิรมาน (2545 : 98) วิชัย ชัยรินทร์ (2545 : บทคัดย่อ) และสรรชนา บุตรทองคำ (2546 : 80) เนื่องจากในกระบวนการสร้างสื่อหรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช ผู้วิจัยจะคำนึงถึงความเหมาะสมในเรื่องวุฒิภาวะทางการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ พัฒนาการทางอารมณ์ก็เหมือนพฤติกรรมอื่น ๆ ก็จะต้องอาศัยวุฒิภาวะและการเรียนรู้ เพราะฉะนั้นในการเรียนการสอนครูผู้สอนจะต้องพยายามสร้างสิ่งเร้าจูงใจให้นักเรียนเกิดแรงขับหรือแรงจูงใจอย่างสม่ำเสมอ แรงจูงใจเกิดจากความต้องการพื้นฐานของนักเรียนเกิดจากความรู้สึกภายในของตัวเองนักเรียนเอง เช่น ความต้องการ ความสนใจ และแรงจูงใจที่เกิดจาก

ภายนอกด้านสิ่งแวดล้อมของตัวนักเรียนมาชักจูงให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจภายใน เช่น วิธีการสอน สื่อที่ใช้ในการสอน ทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสนใจ มีทัศนคติไปในทางบวกต่อการเรียน (สุชา จันทรเฒ. 2544 : 126) ดังนั้นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัยจึงชอบการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รูปแบบของบทเรียนมีความน่าสนใจ ในการดึงดูดใจต่อการเรียนรู้ ทั้งทางด้านการวางตำแหน่งของภาพและข้อความที่สมดุล การใช้ขนาดและสีของตัวอักษรที่อ่านง่าย ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวที่ใช้ในบทเรียนก็มีความคมชัด สวยงาม มีการนำเสนอมาบรรยายหรือพูดประกอบกับภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและข้อความตัวอักษร เนื้อหาของบทเรียนในแต่ละบทก็ไม่มี ความซับซ้อน มีการจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจกับเรื่องที่เรียนได้ตามลำดับและเนื้อหาที่เรียนก็มีความกระชับไม่ยาวจนเกินไปจึงทำให้นักเรียนไม่เกิดความเบื่อหน่าย และผู้วิจัยยังได้มีการออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยยึดหลักให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนจะมีบทบาทมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากกว่าครูผู้สอน โดยที่ครูผู้สอนจะเปลี่ยนบทบาทมาเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำในการใช้สื่อเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้หรือทำกิจกรรมได้อย่างมีอิสระและบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียน (กิตานันท์ มลิทอง. 2548 : 144) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบทเรียน ในด้านการทำแบบฝึกหัดและเกมส์เพื่อทบทวนการเรียนรู้ มีเนื้อหากิจกรรมที่ให้ทำไม่ยากจนเกินไปที่นักเรียนสามารถประเมินผลในการทำกิจกรรมเหล่านั้นได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนสนุกสนานในการทำกิจกรรมที่ได้จัดไว้ให้ การโต้ตอบระหว่างนักเรียนกับบทเรียนไม่มีความยุ่งยาก โดยที่นักเรียนสามารถที่จะเลือกเรียนจากบทเรียนใดก่อนก็ได้ เช่น นักเรียนอยากจะทำแบบฝึกหัดที่ 4 ก่อนบทที่ 1 หรืออยากจะทำบทเรียนใดก่อนก็ได้เช่นกัน จากเหตุผลที่กล่าวมานี้ทำให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างสามารถเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยความสนุกสนาน ไม่ตึงเครียด และเกิดความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชอยู่ในระดับมาก(พึงพอใจมาก)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

จากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มมากขึ้นกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ระดับ 80.22/80 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้จึงถือได้ว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพที่ดี นอกจากนี้แล้วยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก(พึงพอใจมาก) แต่การวิจัยนี้ก็ยังมีจุดบกพร่องและข้อพึงระวังของการทำวิจัยดังต่อไปนี้

1.1 ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้สร้างจะต้องมีความรู้เรื่องการตัดต่อ

ภาพเคลื่อนไหว การตกแต่งภาพเป็นอย่างดี เพราะจะทำให้การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความน่าสนใจ และช่วยดึงดูดนักเรียนได้มาก

1.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีการออกแบบให้ง่ายและสะดวกต่อการเรียนรู้มากที่สุด โดยต้องคำนึงถึงนักเรียนที่ไม่เคยใช้คอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถใช้งานได้

1.3 เนื้อหาที่นำเสนอในแต่ละหน้าจอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่ควรมีความยาวมากเกินไป

1.4 ในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ควรเขียนโปรแกรมให้คะแนนนักเรียนมาเก็บไว้ในเครื่องเดียวกันได้ จะทำให้ลดขั้นตอนในการเก็บคะแนน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อประโยชน์และเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยสำหรับผู้ที่ต้องการจะทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งต่อไป ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

2.1 ควรมีการศึกษาและวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านที่ตัวผู้ทำวิจัยสนใจและมีความชำนาญในเนื้อหาที่จะนำมาทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้มีความสอดคล้องกับนักเรียนหรือกลุ่มเป้าหมายอื่น ๆ ด้วย เช่น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนชั้นประถมศึกษา

2.2 ควรมีการศึกษาและวิจัยในเรื่องเจตคติ ของผู้เรียนจากสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเปรียบเทียบกับสื่ออื่น ๆ

2.3 ควรทำการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนที่อยู่ในพื้นที่ข้างเคียงกับพื้นที่สงวนชีวมณฑลกับนักเรียนที่อยู่ห่างไกลพื้นที่สงวนชีวมณฑล เพื่อดูว่าจะมีผลการเรียนแตกต่างกันอย่างไร

2.4 ควรศึกษาและวิจัยในเรื่องความคงทนของความจำ โดยอาจจะแบ่งเป็นช่วงระยะเวลา 1 สัปดาห์ , 2 สัปดาห์ และ 3 สัปดาห์

2.5 ควรเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและนักเรียนกลุ่มทดลองให้ขนาดใกล้เคียงกันหรือจำนวนเท่ากัน เช่น ใช้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 50 คน นักเรียนกลุ่มทดลองก็ควรจะมีจำนวน 50 คนเช่นกัน

2.6 นักเรียนกลุ่มทดลองที่ใช้พัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรใช้อย่างต่ำ 30 คน และควรเป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

2.7 การใช้สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะใช้ได้แต่เฉพาะโรงเรียนที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น ดังนั้นก่อนเลือกกลุ่มตัวอย่างควรมีการตรวจสอบหรือหาโรงเรียนที่มีความพร้อมทั้งทางด้านจำนวนเครื่องและระบบเครื่องคอมพิวเตอร์

2.8 ควรใช้ตัวอักษรในบทเรียนเป็นตัวมาตรฐานสากล เพราะโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบันกับอนาคตระบบโปรแกรมจะมีการพัฒนาที่แตกต่างกัน บางครั้งระบบโปรแกรมใหม่อาจจะจัดรูปแบบของตัวอักษร(font)บางชนิดออกไป เช่น ถ้าใช้ตัวอักษรแบบ(font) Ms Micho ซึ่งมีในโปรแกรม Window me กับบทเรียน แต่พอนำสื่อที่ได้ไปใช้กับเครื่องที่ลงโปรแกรม Window Xp เครื่องคอมพิวเตอร์จะไม่สามารถอ่านตัวอักษรรูปแบบ(font)นี้ได้ ดังนั้นควรจะใช้ตัวอักษรรูปแบบ(font)ที่เป็นมาตรฐานสากล เช่น Angsana New

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. (2536). *เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย*. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์
- (2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์
- (2548). *ไอซีทีเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- กาญจนา เนตรวงศ์. (2544). *วิทยาศาสตร์ ม.1 ว102*. กรุงเทพฯ: ฟิสิกส์เซ็นเตอร์
- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2545). *ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ: ฝ่ายพัฒนาและผลิตสื่อกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.
- (2545). *เส้นทางสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: ฝ่ายพัฒนาและผลิตสื่อกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). *ผังมโนทัศน์และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรชั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2536). *เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา*. กรุงเทพฯ: บริษัทประชาชน จำกัด
- จิรภา อินตา. (2535). *การผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ วท.ม.(เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.(ถ่ายเอกสาร)
- จักรภพ ศรีงาม. (2539). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดสมการและอสมการ*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. (ถ่ายเอกสาร)
- จันทนา บุญยาภรณ์. (2539). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- จารึก สุขอนันต์; และ งามอาจ ชาญเชาว์. (ม.ป.ป.). *เสริมทักษะและประสบการณ์วิทยาศาสตร์ ม.1 เล่ม 2 ว102*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เดอะบุคส์
- ฉันท แอ อ่องลำยอง. (2535). *การพัฒนาบทเรียนการอ่านภาษาอังกฤษโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม (การสอนภาษาอังกฤษ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. (ถ่ายเอกสาร)
- ชูป เข็มนาถ. (2528). *ทรัพยากรป่าไม้กับการพัฒนาสังคม : บทเรียนจากสะแกราช*. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการแห่งชาติด้านมนุษยและไบโอสเฟียร์ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทักษิณา สวานานนท์. (2530). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- ทวี หอมขง และคณะ. (2538). *มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: ซีรพงษ์การพิมพ์.
- ธัญญา ดันดิชาลิต. (2541). *การสร้างบทเรียนมัลติมีเดียเรื่องการเขียนภาพยนตร์ 11 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.(ถ่ายเอกสาร)
- นิพนธ์ สุขปรีดี. (2517). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.(ถ่ายเอกสาร).
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). *การพัฒนาการสอน*. กรุงเทพฯ: สุริยาสาสน.
- บุปผชาติ ทัพทิกถณ์. (2535). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการฝ่ายสื่อสารการผลิตตำราและสื่อการสอน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประมุข แก้วเนียม และสมัย เสวครบุรี. (2544). *ธรรมชาติและคุณสมบัติของธรรมชาติ*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- บุญยรัตน์ พิชญไพบูลย์. (2532). *สู่เส้นทางใหม่ทางการศึกษา : คอมพิวเตอร์กับการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ผกาทิพย์ สุขวัฒน์. (2529). *ผลของบุคลิกภาพกับเพศต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษเรื่องคำนำหน้านามจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ คศ.ม(โสตทัศนศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.(ถ่ายเอกสาร)
- ฝ่ายทรัพยากรชีวภาพและกองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. *ทำความเข้าใจเรื่องพื้นที่สงวนชีวมณฑล*. กรุงเทพฯ: อินทิเกรตเต็ดโปรโมชันเทคโนโลยี.
- พันชวัศ สัมพันธ์พานิช. (2543). *การสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของสังคมพืชบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราช จังหวัดนครราชสีมา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงษ์ศักดิ์ สหุภาพ และคณะ. (2536). *การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของป่าเต็งรัง*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ไพศาล หวังพานิช. (2545). *เอกสารประกอบการสอนการวิจัยการศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.(ถ่ายเอกสาร)
- ยีน ภู่วรรณ. (2531). *การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รักศักดิ์ เลิศคณาทิพย์. (2544). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องป่าชายเลน*

- สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี. สารนิพนธ์. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.(ถ่ายเอกสาร)
- ราตรี ภาวรา. (2538). *ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: ทิพย์วิสุทธิ.
- วิชัย ชัยรินทร์. (2545). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์ ๖026 เรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุ*. ปริญญาโท กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วนสา นรินาน. (2545). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง"ฟังก์ชันตรีโกณมิติ"ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญาโท กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วินัย วีระวัฒน์นนท์. (2545). *เอกสารประกอบการเรียนวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.(ถ่ายเอกสาร)
- วิภาวดี วงศ์เลิศ. (2544). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง"เซต"ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. ปริญญาโท กศ.ม.(การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- วุฒิชัย ประสารสอย. (2545). *การใช้เทคโนโลยีในการจัดการสอน*. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วาสุลี วิจารณ์วงศ์ และคณะ. (2536). *การอนุรักษ์แมลงทับในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. (2545). *สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราช(แผ่นพับแจก)*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- (2545). *รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการพัฒนารูปแบบจัดทำฐานข้อมูลของแหล่งสงวนชีวมณฑลสะแกกราช*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- (2546). *รายงานโครงการถ่ายทอดความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเยาวชนครั้งที่ 4*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สนิท อักษรแก้ว. (2532). *นิเวศวิทยาและการจัดการ*. กรุงเทพฯ: คอมพิวเตอร์แอนด์เอ็ดดูเคชัน.
- สายพิน นพเกตุ. (2538). *การสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องทรัพยากรน้ำสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม(สิ่งแวดล้อมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.(ถ่ายเอกสาร)
- สารนิเทศกรมป่าไม้. (2543). *สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย 2543*. กรุงเทพฯ: ส่วนศูนย์ข้อมูลกลางสำนักสารนิเทศกรมป่าไม้.
- สุกานต์ ไรจงไพรวงศ์. (2544). *สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2542-2543*. กรุงเทพฯ : บริษัท อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2532). *คอมพิวเตอร์กับการศึกษา : เส้นทางใหม่ทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุชา จันทร์เอม. (2544). *จิตวิทยาทั่วไป*. พิมพ์ครั้งที่ 13. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช
- สุชาติา ชัยขจรภัทร. (2541). *การสร้าง CAI เรื่องการวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม*.
วิทยานิพนธ์ ศษ.ม(สิ่งแวดล้อมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.
(ถ่ายเอกสาร)
- สรรพณา บุตรทองคำ. (2546). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องพรรณไม้ในโรงเรียน
วัดสิงห์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3*. สารนิพนธ์ กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมโภช สุขอนันต์ ; และ สามารถ พงษ์ไพบูลย์. (ม.ป.ป.). *คู่มือเตรียมสอบวิทยาศาสตร์ ม.1 เล่ม 2
ว102*. กรุงเทพฯ: เจ้าพระยาระบบการพิมพ์.
- อัญชฎา พัวไพบูลย์. (2545). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องปรากฏ
การณ์โฟโตอิเล็กทริก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.
(วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อภิญา โภคาพานิชวงษ์. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษเทคนิค
2 เรื่องสัญลักษณ์และคำแนะนำในการใช้งาน*. วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม(เทคโนโลยีการ
ศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.(ถ่ายเอกสาร)
- อมร สุขจำรัส. (2533). *ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีว
วิทยาเรื่องการย่อยอาหาร*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.(ถ่ายเอกสาร)
- อมรา เล็กเริงสินธุ์. (2540). *หลักสูตรและการจัดการมัธยมศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ฝ่าย
เอกสารและตำรา สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.
- เอกชัย พุ่มดวง. (2543). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องความหลากหลายทาง
ชีวภาพ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม(สิ่งแวดล้อม
ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.(ถ่ายเอกสาร)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ
- แบบประเมินการหาค่าความสอดคล้อง (IOC) สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ
- แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

**แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังใน
พื้นที่สงวนชีวมณฑล สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิ**

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนตัว

ชื่อ-สกุล ผู้ประเมิน.....

ตำแหน่ง..... ประสพการณ์การทำงาน(อายุงาน) ปี

ขอบข่ายของงานที่ทำ

สถานที่ทำงาน.....

ส่วนที่ 2 การประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตารางให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
ด้านเนื้อหา 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการกำหนดจุดประสงค์ไว้อย่างชัดเจน 2. เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ 3. คำอธิบายเนื้อหาแต่ละบทเรียนมีความชัดเจน 4. การจัดเนื้อหาในแต่ละบทเรียนมีความเหมาะสม 5. ระดับความยากง่ายของเนื้อหา มีความเหมาะสมกับผู้เรียน 6. การนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามลำดับขั้นตอน 7. เนื้อหาที่จัดทำมีความครอบคลุมในเรื่องที่สอน 8. ปริมาณและความกระชับของเนื้อหาที่สอน 9. การแบ่งหัวข้อย่อยของเนื้อหา 10. ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อสาร					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
<p>ด้านกิจกรรมในบทเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน 2. ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละแบบฝึกหัดเหมาะสมกับเวลา 3. แบบฝึกหัดในแต่ละบทมีจำนวนเพียงพอ 4. แบบฝึกหัดมีความยากง่ายเหมาะสมกับเนื้อหา 5. ปริมาณของแบบทดสอบรวมหรือเกมหลังเรียนมีความเหมาะสม 					
<p>ด้านการออกแบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. รูปแบบการสร้างบทเรียนเป็นที่น่าสนใจ 2. บทเรียนมีเทคนิคในการนำเสนอที่เหมาะสมและน่าสนใจ 3. ภาพในบทเรียนมีความชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหา 4. ตัวอักษรในบทเรียนมีความชัดเจน อ่านง่ายและมีสีสันสวยงาม 5. สีของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสม 6. การใช้เสียง ภาพเคลื่อนไหวของบทเรียนมีความเหมาะสม 7. ความยาวของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมกับเวลา และความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับช่วงชั้นที่ 3 					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ควรปรับปรุง
8. บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสมสำหรับวัยและระดับชั้นในการเรียนรู้ของนักเรียน					
9. การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความชัดเจน					
10. คำถามที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความชัดเจน					
11. การให้ข้อมูลย้อนกลับช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น					
12. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้กับบทเรียนได้ด้วยตนเอง					
13. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ผลบรรลุตามจุดประสงค์					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

การวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้
จากการเรียนการสอนด้วย CAI

เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช

คำชี้แจง ขอให้ท่านพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

โดยพิจารณาให้คะแนนดังนี้

คะแนน 1 สำหรับที่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์

คะแนน 0 สำหรับที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์

คะแนน -1 สำหรับแน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

โดยให้ท่านทำเครื่องหมายถูกในช่องสี่เหลี่ยมที่มีคะแนนแสดงอยู่
ตัวอย่าง

คำถาม : นักเรียนคิดว่าไถ่กับไข่อะไรเกิดก่อนกัน

ก. ไถ่

ค. ต้องไปเกิดเป็นไถ่

ข. ไข่

ง. ต้องลองถามไถ่ก่อน (เฉลย ง.)

.....1

.....0

.....-1

แบบฝึกหัดทบทวนบทที่ 1

จุดประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึงความหมาย องค์ประกอบ ความสำคัญรวมทั้งประโยชน์ของระบบนิเวศและพื้นที่สงวนชีวมณฑล

1. ข้อใดแสดงองค์ประกอบของระบบนิเวศได้ถูกต้อง

ก. ระบบนิเวศ = ดวงอาทิตย์+พืชสีเขียว

ข. ระบบนิเวศ = ผู้ล่า+เหยื่อ+ผู้ย่อยสลาย

ค. ระบบนิเวศ = ผู้ผลิต+ผู้บริโภค+พลังงาน

ง. ระบบนิเวศ = แหล่งที่อยู่ +กลุ่มสิ่งมีชีวิต

ตอบ ง

....1

....0

....-1

2. ข้อใดเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ก. แสงสว่าง

ข. อาหาร

ค. พลังงาน

ง. แหล่งที่อยู่

ตอบ ข

....1

....0

....-1

3. ข้อใด

กล่าวถึงความหมายของ "สิ่งแวดล้อม" ได้สมบูรณ์ที่สุด

ก. สิ่งมีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

ข. สิ่งไม่มีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

ค. กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

ง. ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา

ตอบ ง

....1

....0

....-1

4. สิ่งมีชีวิตในข้อใดต่อไปนี้จัดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิต

ก. ปลา ปู หอยในสระบัว

ข. ค้างคาวจำนวนมากในถ้ำ

ค. ผุงปลาทุในอ่าวไทย

ง. นกเป็ดน้ำ 50 ตัวในบึงบรเพ็ด

ตอบ ก

....1

....0

....-1

5. ข้อใด ไม่ใช่ กลุ่มสิ่งมีชีวิต

- ก. นก หนู ตั๊กแตนในนาข้าว
ข. ปลาสลิด 200 ตัวในบ่อเลี้ยง
ค. กุ้ง ปู ปลา ในสระบัว
ง. งู หนู ม้าลายในทุ่งหญ้า

ตอบ ข

....1

....0

....-1

6. แหล่งที่อยู่นอกจากจะประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตแล้วยังประกอบด้วยสิ่งใดอีก

- ก. ดิน น้ำ
ข. อากาศ
ค. แสงแดด
ง. ถูกทุกข้อ

ตอบ ง

....1

....0

....-1

7. สิ่งมีชีวิตในข้อใดมีแหล่งที่อยู่ต่างกันอย่างชัดเจน

- ก. ปลากับบัว
ข. ลิงกับนก
ค. เสือกับจระเข้
ง. เต่ากับสาหร่าย

ตอบ ค

....1

....0

....-1

8. ข้อใดอธิบายความหมายของ "ผู้ผลิต" ได้อย่างถูกต้อง

- ก. สิ่งมีชีวิตจำพวกพืช
ข. สิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์
ค. สิ่งมีชีวิตจำพวกมนุษย์
ง. สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้

ตอบ ง

....1

....0

....-1

9. ต่อไปนี้ อะไรคือผู้บริโภค

- ก. สัตว์กินพืช
ข. สัตว์กินสัตว์
ค. สัตว์กินพืชและกินสัตว์
ง. ถูกทุกข้อ

ตอบ ง

....1

....0

....-1

10. พืชในข้อใดต่อไป นี้จัดว่าเป็นผู้ผลิต ยกเว้น

- ก. สาหร่าย
ข. เฟิร์น

ค. เห็ด

ง. ตะไคร้หน้า ตอบ ก

....1

....0

....-1

11. สิ่งมีชีวิตที่กินเฉพาะพืชได้แก่อะไร

ก. ช้าง ม้า คน

ข. วัว กระจ่าง ลิง

ค. ควาย ไก่ นก

ง. นก กระจ่าง ม้า

ตอบ ข

....1

....0

....-1

12. สัตว์ในข้อใดเป็นเหยื่อได้เท่านั้น

ก. วัว แพะ

ข. ไก่ นก

ค. งู กบ

ง. แมลง ปลา ตอบ ก

....1

....0

....-1

13. ความสัมพันธ์ในข้อใด ถูกต้องตามหลักการเขียนโซ่อาหาร

ก. ผู้ล่า ← เหยื่อ

ข. เหยื่อ ← ผู้ล่า

ค. ผู้ล่า → เหยื่อ

ง. เหยื่อ → ผู้ล่า

ตอบ ง

....1

....0

....-1

14. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในข้อใดที่ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์

ก. ปลาฉลามกับเหาฉลาม

ข. นกเอี้ยงกับควาย

ค. พยาธิตัวดีติดกับคน

ง. พลุต่างกับต้นไม้ใหญ่

ตอบ ข

....1

....0

....-1

15. ทุกข้อแสดงความสัมพันธ์แบบฝ่ายหนึ่งได้ประโยชน์ อีกฝ่ายหนึ่งเสียประโยชน์ ยกเว้น

ก. กบกินแมลง

ข. พยาธิใบไม้ในต้น

ค. แบคทีเรียที่ปมรากถั่ว

ง. หมัดอาศัยบนตัวสุนัข

ตอบ ก

1

0

1

แบบฝึกหัดทบทวนบทที่ 2

จุดประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึงความหมาย องค์ประกอบ ระบบนิเวศ ความสำคัญรวมทั้งประโยชน์ของป่าเต็งรัง

1. ป่าที่มีลักษณะค่อนข้างโปร่งกว่าป่าเบญจพรรณ มีการทิ้งใบในช่วงฤดูแล้ง พื้นล่างของป่าจะมีพืชเล็ก ๆ และหญ้าขึ้นอยู่โดยทั่วไป และป่าชนิดนี้มีไฟป่าเป็นประจำกำหนดต่อการดำรงสภาพอยู่ ป่าชนิดนี้มีชื่อเรียกได้หลายชื่อ ยกเว้น ข้อใด

ก. ป่าแพะ

ข. ป่าแดง

ค. ป่าเต็งรัง

ง. ป่าทุ่ง

ตอบ ง

1

0

1

2. พรรณไม้ที่เป็นต้นไม้ที่งอกถึงชนิดของป่าเต็งรัง ได้แก่ต้นไม้ชนิดใดบ้าง

ก. ไม้เต็ง ไม้รัง หญ้าใบไม้

ข. ไม้เต็ง ไม้รัง เหียง

ค. ไม้เต็ง ไม้รัง ตะแบก

ง. ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้สน

ตอบ ข

1

0

1

3. ป่าไม้ในประเทศไทยแบ่งออกเป็นกี่ประเภท และมีอะไรบ้าง

ก. 2 ประเภท ป่าไม้ไม่ผลัดใบและป่าไม้ผลัดใบ

ข. 2 ประเภท ป่าไม้เขตร้อนชื้นและป่าไม้เขตหนาว

ค. 3 ประเภท ป่าไม้ผลัดใบ ป่าไม้ไม่ผลัดใบ และป่าไม้แห้งแล้ง

ง. 2 ประเภท ป่าไม้ตอนบนของประเทศและป่าไม้ตอนล่างของประเทศ

ตอบ ก

1

0

1

4. ป่าไม้ไม่ผลัดใบ มีลักษณะอย่างไร

- ก. ป่าที่มีพันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ไม่มีการทิ้งใบให้หมดทั้งต้นในเวลาเดียวกัน ใบจะค่อย ๆ ร่วงหล่นตามอายุขัยตลอดปี
- ข. เป็นป่าที่เขียวชะอุ่มตลอดเวลาแม้จะเป็นช่วงฤดูแล้ง
- ค. เป็นป่าที่ขึ้นบริเวณมีน้ำทะเลท่วมถึงและขึ้นอย่างงอกงาม มักพบบริเวณชายฝั่งทะเลและปากแม่น้ำที่เป็นดินเลน
- ง. ถูกทุกข้อ ตอบ ง

1

0

-1

5. ป่าผลัดใบคือป่าที่มีการผลัดใบในฤดูแล้งหรือช่วงเวลาที่มียุณหภูมิความชื้นในอากาศน้อย จึงสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างระหว่างป่าไม้ผลัดใบและป่าไม้ไม่ผลัดใบได้อย่างชัดเจนในช่วงฤดูแล้งอยากทราบว่าสิ่งแตกต่างที่สามารถเห็นได้ชัดเจนนี้คืออะไร
- ก. ปริมาณการตกของฝนแตกต่างกันมาก
- ข. มีจำนวนพันธุ์ไม้และสัตว์ป่าน้อยกว่า
- ค. ต้นไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงสีและมีการทิ้งใบลงบนพื้น
- ง. อุณหภูมิของอากาศจะสูงกว่าป่าไม้ผลัดใบ ตอบ ค

1

0

-1

6. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ทำให้เกิดป่านั้นมีอะไรบ้าง
- ก. ภูมิอากาศ ดิน ภูมิประเทศ มนุษย์ สัตว์ ไฟ
- ข. น้ำฝน ธาตุอาหารพืช ความลาดชัน การถางป่าทำไร่ โรค แมลง ไฟไหม้ป่า
- ค. ผิดทั้ง ก. และ ข.
- ง. ถูกทั้ง ก. และ ข. ตอบ ง

1

0

-1

7. ประโยชน์ทางอ้อมที่มนุษย์ได้รับจากการมีป่าเต็งรัง
- ก. ป่าเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร
- ข. ทำให้อากาศบริเวณใกล้เคียงมีความสดชื่น ไม่ร้อนจนเกินไป
- ค. เป็นปัจจัยสี่ ป่าเป็นแหล่งผลิตอาหารแก่มนุษย์
- ง. ลดการกัดเซาะหน้าดิน ยามที่มีฝนตก ตอบ ข

1

0

-1

8. ไฟป่ามีประโยชน์อย่างไรต่อระบบนิเวศป่าเต็งรัง
- ก. เผาต้นไม้ในป่าทำให้ป่ามีสภาพปลอดโปร่งถ่ายเทอากาศได้ดี
- ข. เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ต้นไม้นำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง

ค. ช่วยให้พื้นไม้ชั้นล่างที่ไม่โดนไฟเผาสามารถเดินได้ ด้วยการรับแสงที่ส่องลงมาถึง

ง. ไม่มีข้อใดกล่าวถูกเลย

ตอบ ก

....1

....0

....-1

9. หญ้าเพ็ก เป็นอาหารที่ช่วยในการดำรงชีพของสัตว์ชนิดใด

ก. แมลงปอระยะฟักตัว

ข. เต่าทองระยะฟักตัว

ค. แมลงทับระยะตัวหนอน

ง. หนอนดักแด้ของผีเสื้อ

ตอบ ง

....1

....0

....-1

10. ลุงเล็กเกิดมีอาการท้องร่วง ถ่ายเป็นมูกเลือด อยากทราบว่าลุงเล็กสามารถนำต้นไม้ชนิดใดมาปรุงเป็นยาสมุนไพรเพื่อบรรเทาอาการได้บ้าง

ก. ใบของต้นยางพลา

ข. ผลของมะขามป้อม

ค. ส่วนเปลือกของต้นเต็ง

ง. เนื้อไม้ของต้นรัง

ตอบ ก

....1

....0

....-1

11. จากรูปภาพ อยากทราบว่ารูปภาพนี้จะทำหน้าที่อะไรในระบบนิเวศป่าเต็งรัง

ก. ผู้ผลิต

ข. ผู้บริโภคลำดับที่ 1

ค. ผู้ย่อยสลาย

ง. ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย

ตอบ ข

....1

....0

....-1

12. จากรูปภาพนี้ ถ้ามนุษย์นำต้นไม้ชนิดนี้มาบริโภคไม่ว่าด้านใดก็ตามเป็นจำนวนมาก ๆ จะมีผลทำให้ประชากรชนิดใดของป่าเต็งรังมีจำนวนน้อยลง

ก. แมลงปอ

ข. แมลงทับ

ค. แมลงเต่าทอง

ง. ผีเสื้อ

ตอบ ข

....1

....0

....-1

13. ต้นไม้ชนิดใดที่มีประโยชน์ทางด้านสมุนไพร โดยการใช้เปลือกผสมกับน้ำปูนใส สมานแผลแก้ น้ำเหลืองเสียและห้ามเลือด

ก. ต้นสน

ข. ต้นปรัง

ค. ต้นเต็ง

ง. ต้นตะแบก

ตอบ ก

....1

....0

....-1

14. ต้นเต็งขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 10-20 เมตร มีประโยชน์มากมายทางด้านการใช้ก่อสร้าง และ
ทำเป็นยาสมุนไพร อยากทราบว่าต้นเต็งจัดเป็นต้นไม้ที่อยู่ในชั้นลำดับใดของโครงสร้างป่าเต็งรัง
- ก. เรือนไม้ชั้นกลาง
ข. เรือนไม้ชั้นรอง
ค. เรือนไม้ชั้นล่าง
ง. เรือนไม้ชั้นบนหรือชั้นยอด

ตอบ ง

....1

....0

....-1

15. เมื่อเกิดไฟป่า หลังจากไฟดับต้นไม้บางชนิดจะมีการปรับสภาพเพื่อให้สามารถดำรงคงสภาพอยู่
รอดในป่าเต็งรังได้ ซึ่งต้นไม้เหล่านี้เมื่อปรับสภาพแล้วจะสามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ ดังนั้น
ต้นไม้เหล่านี้จะมีการปรับตัวอย่างไร
- ก. มีการปรับสภาพเปลือกให้หนาขึ้นเพื่อช่วยในการอุ้มน้ำ หรือเก็บกักความชื้นของต้นไม้ไว้
ข. มีการปรับสภาพในที่ยังเหลืออยู่ให้หนาขึ้นเพื่อเก็บสะสมความชื้นของต้นไม้
ค. มีการเพิ่มความยาวของรากให้ยาวและหนาขึ้น เพื่อยึดเกาะดินและดูดสารอาหารในดิน
ง. ไม่มีข้อใดถูกต้องเลย

ตอบ ก

....1

....0

....-1

แบบฝึกหัดทบทวนบทที่ 3

จุดประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุการทำลายระบบนิเวศป่าเต็งรังและผลกระทบที่เกิดขึ้น

1. การสูญเสียของระบบนิเวศป่าเต็งรังเกิดจากอะไรบ้าง
 - ก. การกระทำของมนุษย์
 - ข. การกระทำของมนุษย์และธรรมชาติเกิดขึ้นได้ทางตรงและทางอ้อม
 - ค. การกระทำจากธรรมชาติ
 - ง. ไม่มีข้อถูก ตอบ ข

1

0

-1

2. ป่าไม้เป็นปัจจัยช่วยสนับสนุนกิจการในการพัฒนาประเทศในเรื่องใดบ้าง
 - ก. กิจการโรงงานผลิตหนังสือพิมพ์
 - ข. กิจการผลิตเครื่องทำของไหว้บรรพบุรุษของคนจีน
 - ค. กิจการรับถ่ายรูปและถ่ายเอกสาร
 - ง. ถูกทุกข้อ ตอบ ง

1

0

-1

3. การกระทำใดที่ถือว่าเป็นการทำลายระบบนิเวศของป่าเต็งรังโดยตรง
 - ก. สมคิดเข้าไปตัดต้นเต็งขนาดใหญ่มาเผาถ่าน
 - ข. สมควรเข้าไปเก็บผักหวานกินในป่าเต็งรัง
 - ค. สมปองแอบไปถ่ายทุกขี้นในตอนเช้ามีดที่ป่าเต็งรัง
 - ง. สมจิตผลอหังถุงพลาสติกไว้ในป่าเต็งรัง ตอบ ก

1

0

-1

4. การสะสมพลังงานเชื้อเพลิงตามธรรมชาติของป่าไม้มักเกิดขึ้นในช่วงใด
 - ก. ช่วงฤดูฝน ข. ช่วงฤดูร้อน
 - ค. ช่วงฤดูหนาว ง. ทุกช่วงฤดู ตอบ ค

1

0

-1

5. สาเหตุการทำลายป่าที่เกิดจากธรรมชาติ โดยการเหยียบย่ำไปมาของสัตว์ที่อยู่ในป่าจะ อยากรบว่าทำไมการเหยียบย่ำของสัตว์ถือว่าเป็นการทำลายป่า
- ก. มีผลต่อโครงสร้างของดินในป่า
- ข. มีผลต่อตัวสัตว์ป่าอาจเดินจมหล่มดินโดยไม่รู้ตัวแล้วเกิดอาการบาดเจ็บ
- ค. มีผลต่อทางเดินและทางระบายของลำน้ำในป่า
- ง. มีผลต่อแมลงที่ทำอาศัยอยู่ใต้ดิน เพราะแรงกดทับอาจจะไปทำให้รังของแมลงพัง

ตอบ ก

.....1

.....0

.....-1

6. เหตุใดการทำลายป่าเต็งรังจึงมีผลกระทบต่อทรัพยากรดิน
- ก. ไม่มีต้นไม้เล็ก ๆ ปกคลุมพื้นดิน
- ข. รากของต้นไม้จะช่วยยึดเกาะผิวดินไม่ให้เกิดการพังทลาย
- ค. ถูกต้องทั้ง ก และ ข
- ง. ไม่มีข้อใดถูกเลย

ตอบ ค

.....1

.....0

.....-1

7. การตัดไม้ทำลายป่า นอกจากจะเป็นการรบกวนทรัพยากรดินแล้วยังส่งผลถึงทรัพยากรใดอีก
- ก. น้ำ
- ข. ลม
- ค. แสงแดด
- ง. ทุก ๆ ข้อ

ตอบ ก

.....1

.....0

.....-1

8. ตะกอนดินที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำที่ไหลลงจากภูเขาจะลงสู่หนอง คลองและบึง จะทำให้เกิดผลเสียอย่างไร
- ก. น้ำจะมีสภาพขุ่นเข้ม
- ข. พืชในน้ำสังเคราะห์แสงไม่ได้
- ค. น้ำในหนองนั้นจะไม่สามารถนำมาบริโภคได้ในอนาคต
- ง. ถูกทุกข้อ

ตอบ ค

.....1

.....0

.....-1

9. ไฟป่าจะส่งผลทางด้านลบอะไรบ้างกับป่าเต็งรัง ยกเว้น ข้อใด
- ก. ทำลายอินทรีย์วัตถุที่ผิวดินและทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำในดินน้อยลง

2. ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง

- ก. สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
- ข. สิ่งที่ใช้ไม่รู้จักหมด
- ค. สิ่งที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก
- ง. ถูกทุกข้อ

ตอบ ง

.....1

.....0

.....-1

3. ข้อใดที่จัดว่าเป็นวัตถุประสงค์หลักในการอนุรักษ์

- ก. เป็นหลักที่จะทำให้พันธุ์พืชและสัตว์ สามารถยังชีพอยู่ในระบบนิเวศได้
- ข. ใช้มรดกทางธรรมชาติอันล้ำค่าให้คุ้มค่า
- ค. ดำรงไว้ซึ่งปัจจัยทางธรรมชาติให้มนุษย์สามารถมีชีวิตรอดอยู่ได้
- ง. เพื่อสงวนรักษาการกระจายสายพันธุ์ของพืชเพียงอย่างเดียวให้มีอายุยาวนาน

ตอบ ก

.....1

.....0

.....-1

4. ข้อใด คือลักษณะของทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป

- ก. น้ำมันปิโตรเลียมและแร่ธาตุ
- ข. สัตว์ป่าที่สูญพันธุ์ไปแล้ว
- ค. ผิดทั้ง ก และ ข
- ง. ถูกทั้ง ก และ ข

ตอบ ง

.....1

.....0

.....-1

5. ทำไมมนุษย์จึงจำเป็นต้องอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

- ก. ต้องมีการกำหนดวิธีการป้องกันการปนเปื้อนของมลพิษที่เกิดกับสิ่งแวดล้อม
- ข. ประเทศต้องมีการพัฒนาตลอดเวลา และต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติมาเป็นปัจจัย
- ค. เป็นไปได้ทั้ง ก และ ข
- ง. ไม่ใช่ทั้ง ก และ ข

ตอบ ข

.....1

.....0

.....-1

6. ข้อใดจัดอยู่ในความหมายของคำว่า “ตระหนักรู้”
 ก. มานัญหิตั้งขยะลงถึงขยะทุกครั้งทีกินขนมเสร็จ เพื่อเป็นการไม่ทำให้บ้านเมืองดูสกปรก
 ข. มานพจะกินข้าวให้หมดจานทุกครั้ง เพราะเขาสำนึกเสมอว่ากว่าจะได้ขอาหารมาแต่ละจาน จะต้องสิ้นเปลืองทรัพยากรธรรมชาติจำนวนมาก
 ค. มานิตชอบอาบน้ำนาน ๆ และอาบวันละ 1 ครั้ง เพื่อช่วยประหยัดน้ำ
 ง. มาโนจะเล่นเกมคอมพิวเตอร์เพียงวันละ 2 ชั่วโมง เพื่อจะได้ประหยัดไฟ ตอบ ข

.....1

.....0

.....-1

7. ทำอย่างไรจะทำให้ทรัพยากรธรรมชาติมีการเสื่อมสูญเกิดขึ้นน้อยสุด
 ก. เราทุกคนต้องมีนิสัยในการบริโภคที่ไม่ฟุ่มเฟือย
 ข. ต้องนำเทคโนโลยีใหม่มาช่วยในการพัฒนาประเทศ
 ค. ศึกษาค้นคว้าวิธีการเพื่อทำให้ทรัพยากรธรรมชาติไม่มีการสูญสลาย
 ง. ไม่ควรทำให้ทรัพยากรที่มีอยู่เกิดการปนเปื้อนทางด้านมลพิษ ตอบ ก

.....1

.....0

.....-1

8. นิดหน้อยอาศัยอยู่รอบ ๆ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และวันหนึ่งเขอดินผ่านไปพบว่าป่าเต็งรังกำลังเกิดไฟไหม้ นิดหน้อยควรจะทำอย่างไร
 ก. ดินผ่านไปแบบไม่สนใจ เพราะไฟป่าเป็นเรื่องปกติเดี๋ยวก็ดับเอง
 ข. เรียกให้ชาวบ้านแถวนั้นมาช่วยกันสกัดกั้นไฟไว้ไม่ให้ลุกลามไปมาก แล้วไปตามเจ้าหน้าที่ที่สถานีวิจัย มาจัดการ
 ค. วิ่งไปที่บ้านตนเอง บอกให้พ่อแม่เก็บของ เพราะกลัวไฟจะลุกลามมาบ้านตนเอง
 ง. รีบไปแจ้งเจ้าหน้าที่ให้มาจัดการโดยด่วน ตอบ ข

.....1

.....0

.....-1

9. ใครคือสาเหตุให้ต้องมีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติมากที่สุด
 ก. นายฟักเปิดกิจการขายรถยนต์ โดยมีเวลาการทำงานตั้งแต่ 8.00-17.00 น.
 ข. เสี่ยวิททำโรงงานเย็บเสื้อผ้า 8.00-17.00 น. และบังคับให้พนักงานทำ OT อีกคละ 3 ชั่วโมง
 ค. สมทรงเปิดผับตั้งแต่ 22.00-03.00 น.
 ง. เจ็สมอนเปิดร้านขายเสื้อผ้าตั้งแต่ 9.00-20.00 น. ตอบ ข

.....1

.....0

.....-1

10. โสภิตคิดจะปลูกต้นไม้เพื่อเอาผลไว้กินโดยมีพื้นที่สำหรับปลูกต้นไม้ได้เพียง 1 ต้นเท่านั้น คิดว่าเธอจะปลูกพืชชนิดใดที่จะไม่ขัดต่อการอนุรักษ์และช่วยลดอัตราการเสื่อมสูญของทรัพยากรทางธรรมชาติ

ก. มะพร้าว

ข. มะนาว

ค. มะม่วง

ง. มะยม

ตอบ ก

.....1

.....0

.....-1

ข้อเสนอแนะ.....

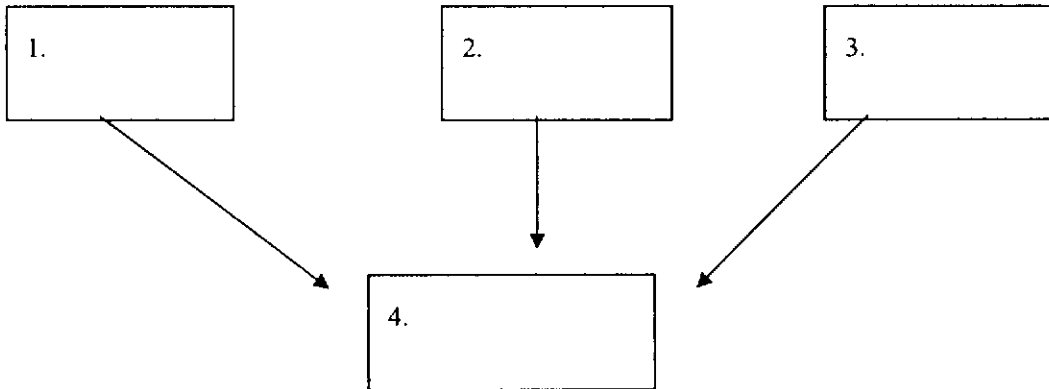
กิจกรรมหลังเรียน

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึง ความหมาย องค์ประกอบ ความสำคัญรวมทั้งประโยชน์ ของระบบนิเวศและพื้นที่สงวนชีวมณฑล

เกมส์คุณแน่แคไหน

คำถาม : จงเรียงลำดับความสัมพันธ์ของระบบนิเวศบนบกที่นักเรียนเห็นว่าถูกต้องโดยใช้คำ เลือกต่อไปนี้

ใบไม้ ตึกเตน หญ้า จุลินทรีย์ กวาง มด หมาป่า กระต่าย



เฉลย 1. หญ้า 2. กระต่าย 3. หมาป่า 4. มด

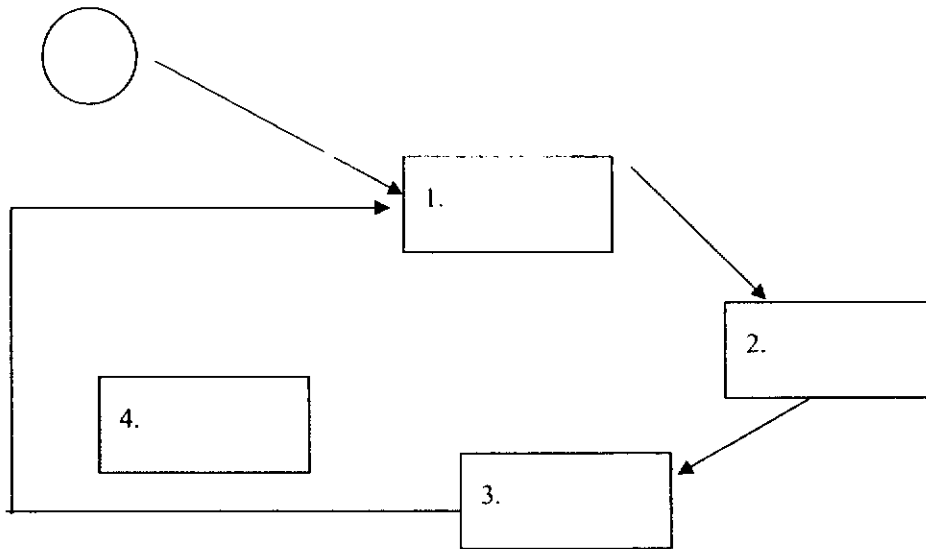
..... 1

..... 0

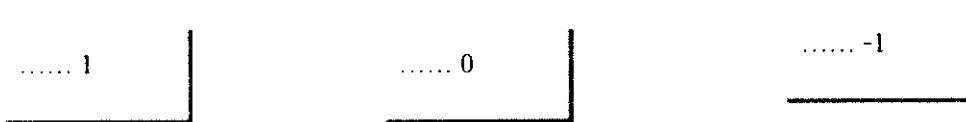
..... -1

คำถาม: จงเรียงลำดับความสัมพันธ์ของระบบนิเวศให้ถูกต้อง โดยใช้ตัวเลือกลงต่อไปนี้

ต้นมะนาว แอปเปิ้ล นก หอนอน มด จุลินทรีย์ เสือ กระต่าย

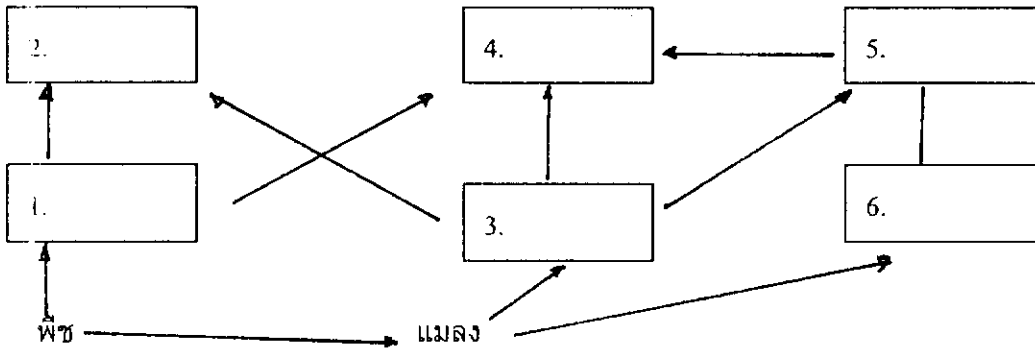


เฉลย 1. ต้นมะนาว 2. หอนอน 3. นก 4. จุลินทรีย์



คำถาม : จากห่วงโซ่อาหารต่อไปนี้ให้นักเรียนนำไปเขียนเป็นสายใยอาหารให้ถูกต้อง

1. พืช → หนู → เหยี่ยว
2. พืช → หนู → แมว
3. พืช → แมลง → นกกระจอก → แมว
4. พืช → แมลง → เขียด → งู
5. พืช → แมลง → นกกระจอก → เหยี่ยว
6. พืช → แมลง → นกกระจอก → งู → เหยี่ยว



เฉลย 1. หนู 2. แมว 3. นกกระจอก 4. เหยี่ยว 5. งู
 6. เขียด

..... 1

..... 0

..... -1

คำถาม : จงจับคู่ที่คิดว่าใช่

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1. ระบบนิเวศ | A. เห็ด |
| 2. ผู้บริโภคลำดับสุดท้าย | B. ปะการัง |
| 3. ระบบนิเวศในน้ำ | C. โลกร้อน |
| 4. ระบบนิเวศบนบก | D. ป่าไม้ |
| 5. ภาวะอิงอาศัย | E. การพังทลายของหน้าดิน |
| 6. ภาวะปรสิต | F. นักทำรังบนต้นไม้ |
| 7. ผู้ล่า | G. เห็บ, หมัด |
| 8. เหยื่อ | H. งู |
| 9. ผู้ผลิต | I. สาหร่าย |
| 10. ผู้ย่อยสลาย | J. โลก |
| | K. กบ |
| | L. มนุษย์ |

เฉลย 1. J 2. L 3. B 4. D 5. F 6. G 7. H 8. K 9. I 10. A

..... 1

..... 0

..... -1

เกมส์ถูกผิด

จุดประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุการทำลายระบบนิเวศป่าเต็งรังและผลกระทบที่เกิดขึ้น

1. การที่มนุษย์เผาถางพื้นที่ป่าไม้เพื่อเกษตรเป็นสาเหตุของการสูญเสียระบบนิเวศป่าเต็งรังโดยเกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยตรง

คำตอบคือ ถูก

1

0

-1

2. การสร้างสาธารณูปโภคของรัฐเป็นสาเหตุแห่งการสูญเสียระบบนิเวศป่าเต็งรัง ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยทางอ้อม

คำตอบคือ ถูก

1

0

-1

3. การสัตว์ป่าหากินในป่าก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งทำลายป่าไม้

คำตอบคือ ถูก

1

0

-1

4. การสะสมพลังงานเชื้อเพลิงของธรรมชาติจะเกิดขึ้นในหน้าฝน ซึ่งจะทำให้เกิดไฟไหม้ป่าได้

คำตอบคือ ผิด

1

0

-1

5. การสูญเสียสัตว์ป่าเกิดจากสัตว์ป่าออกกลุ่มน้อยและมีอัตราการรอดตายที่น้อยมาก เพราะสัตว์ยังคงดูแลลูกไม่เป็น

คำตอบคือ ผิด

1

0

-1

6. ก๊าซเรือนกระจก คือ ก๊าซ CO_2 , O_2 , N_3 , และมีเทน

คำตอบคือ ผิด

1

0

-1

7. อากาศเสียเกิดจาก ต้นไม้มีจำนวนมากเกินไปทำให้ดูดซับก๊าซ CO₂ ที่คนและสัตว์ต้องใช้ในกระบวนการหายใจ

คำตอบคือ ผิด

.....1

.....0

.....-1

จุดประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและคุ้มครองพื้นที่สงวนชีวมณฑล

8. สาเหตุที่ต้องมีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เพราะทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบางอย่างมีจำกัด

คำตอบคือ ถูก

.....1

.....0

.....-1

9. นิติปลูกมะพร้าวเอาเนื้อและน้ำไว้กินและขาย ส่วนเปลือกนำไปปลูกกล้วยไม้ กระลำนนำไปทำเครื่องใช้ต่าง ๆ ขาย เช่น ทัพพีตักข้าว สิ่งนี้นิดทำถือว่าเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

คำตอบคือ ถูก

.....1

.....0

.....-1

10. ที่โรงเรียนของต๋อยตั้งมีการอบรมเรื่องปัญหาของน้ำเสียที่เกิดจากอะไรบ้อง และจะมีผลต่อชุมชนอย่างไร แสดงว่าทางโรงเรียนมีการสร้างให้เกิดความตระหนักแก่นักเรียนทุก ๆ คน

คำตอบคือ ผิด

.....1

.....0

.....-1

11. “ทางจังหวัดจะมีการสร้างเขื่อนเพื่อกั้นแม่น้ำสายใหญ่ที่ผ่านหมู่บ้าน ดังนั้นท่านผู้ว่าจึงให้นายอำเภอ แจ้งมายังคนในหมู่บ้านเพื่อร่วมประชุมปรึกษาหารือถึงผลกระทบที่คนในหมู่บ้านจะได้รับ รวมทั้งประโยชน์จากการสร้างเขื่อนนี้ด้วย” จากเหตุการณ์ที่กล่าวมาท่านคิดว่าเป็นองค์ประกอบหลักของการสร้างจิตสำนึกสิ่งแวดล้อมด้านการมีทักษะใช่หรือไม่

คำตอบคือ ผิด

1

0

-1

12. การที่จะให้ประชาชนมีจิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อมนั้น จะต้องเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมต่อการปรับปรุง และร่วมพัฒนาปกป้องสิ่งแวดล้อมในทุกระดับอย่างกระตือรือร้น

คำตอบคือ ถูก

1

0

-1

13. จากเหตุการณ์ต่อไปนี้เป็นรูปแบบของการประชุมรับฟังความคิดเห็นใช่หรือไม่ “นายเชื้อเป็นผู้ได้รับผลกระทบจากการทำโครงการสร้างโรงงานทำเงาะกระป๋อง ส่วนนายสีเป็นเจ้าของโรงงานเงาะกระป๋อง นายแคะกับนางสาวดอกแก้วเป็นเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม นายเชื้อ นายสี นายแคะและนางสาวดอกแก้วจึงนัดทำการประชุมและปรึกษาหารือเกี่ยวกับโครงการสร้างโรงงานทำเงาะกระป๋องว่าควรจะทำอย่างไรดี เพื่อให้กระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด”

คำตอบคือ ถูก

1

0

-1

14. จากเหตุการณ์ต่อไปนี้เป็นผู้ที่มีส่วนช่วยในการบำรุงป่าไม้ใช่หรือไม่ “ต้นน้ำปลูกต้นไม้ที่บ้านของตนเองเขาเอาใจใส่และคอยดูแลต้นไม้ของตนเองเป็นอย่างดี รวมทั้งเขาจะคอยดูแลของผู้อื่นด้วย เช่น คอยรดน้ำให้ต้นไม้ข้างบ้านเวลาคนข้างบ้านไม่อยู่บ้านหลาย ๆ วัน”

คำตอบคือ ถูก

1

0

-1

15. ตึกกินโค้กกระป๋อง ตึกเก็บแต่ที่เปิดจุกเปิดฝากระป๋องเอาไว้ เพื่อรวบรวมนำไปให้มูลนิธิทำขาเทียม ส่วนกระป๋องเปล่าตึกจะทิ้ง การกระทำของตึกถือว่าเป็นหลักในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมใช่หรือไม่

คำตอบคือ ผิด

1

0

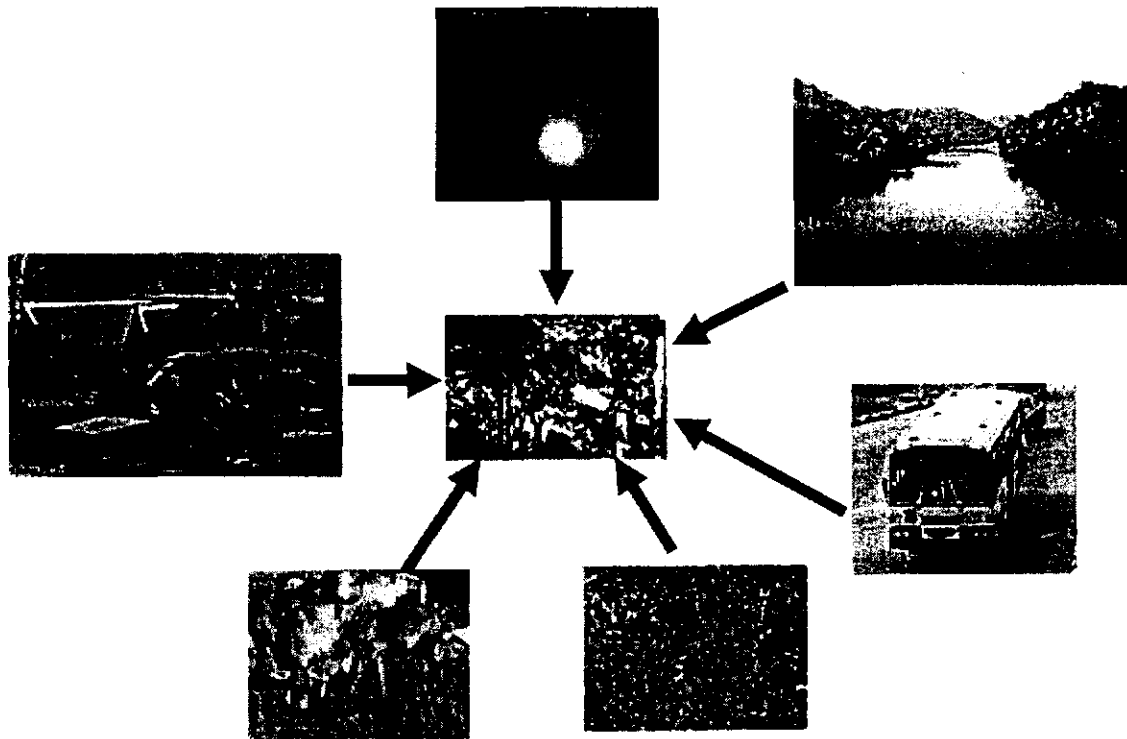
-1

ข้อเสนอแนะ.....
.....
.....
.....

เกมส์จับผิดภาพ

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึงความหมาย องค์ประกอบ ระบบนิเวศ ความสำคัญรวมทั้งประโยชน์ของป่าเต็งรัง

คำถาม : ภาพใดมิใช่เป็นปัจจัยในการเกิดป่าไม้



เฉลย ภาพรถเมล์ , ภาพวัว และภาพบ้านหลายหลัง

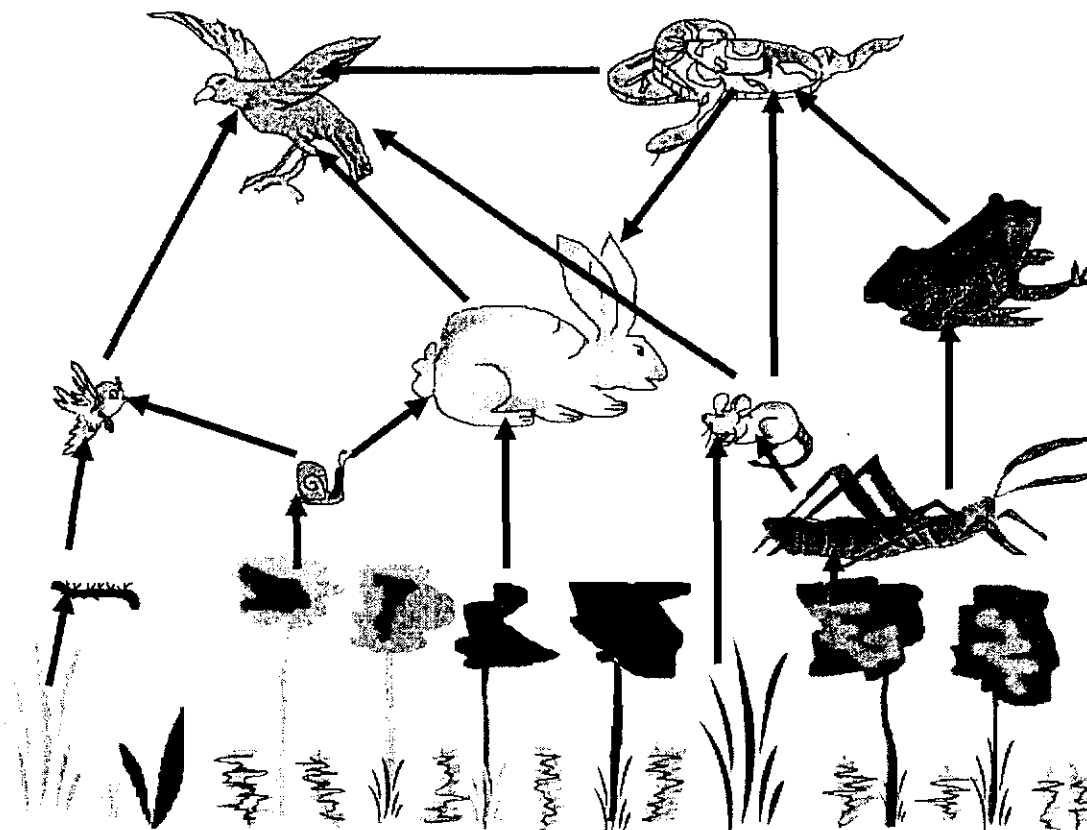
..... 1

..... 0

..... -1

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึงความหมาย องค์ประกอบ ความสำคัญรวมทั้งประโยชน์ของระบบนิเวศและพื้นที่สงวนชีวมณฑล

คำถาม : รูปสายใยอาหารนี้มีสิ่งผิดปกติดอยู่ 4 แห่งด้วยกันช่วยกันหาหน่อยมีเวลาให้ 40 วินาที



เฉลย จุดที่ผิดคือ ลูกศรที่ชี้จากหอยไปนกสีฟ้า
 ลูกศรที่ชี้จากหอยไปกระต่าย
 ลูกศรที่ชี้จากงูไปกระต่าย
 ลูกศรที่ชี้จากด้งัดแดนไปหนู

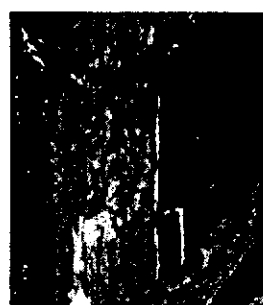
.... 1

.... 0

.... -1

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ทราบถึงความหมาย องค์ประกอบ ความสำคัญรวมทั้งประโยชน์ของระบบนิเวศและพื้นที่สงวนชีวมณฑล

คำถาม : ภาพใดที่ไม่ใช่ความสัมพันธ์แบบสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตจงชี้เมา์คลิกที่ภาพ



สภาวะการเกิดถูล



เฉลย ภาพที่ผิดคือ ภาพกล้วยไม้ , ภาพไลเคน และภาพควายเผือก

.... 1

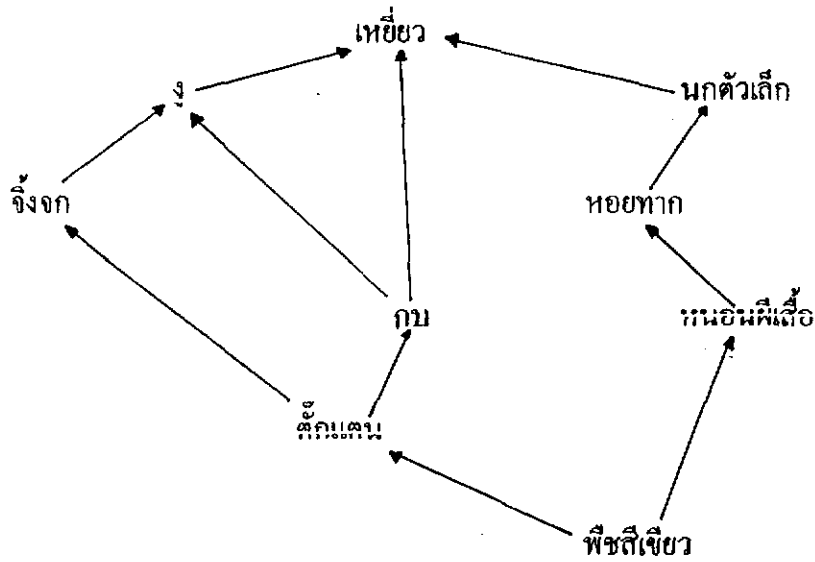
.... 0

.... -1

ข้อเสนอแนะ.....

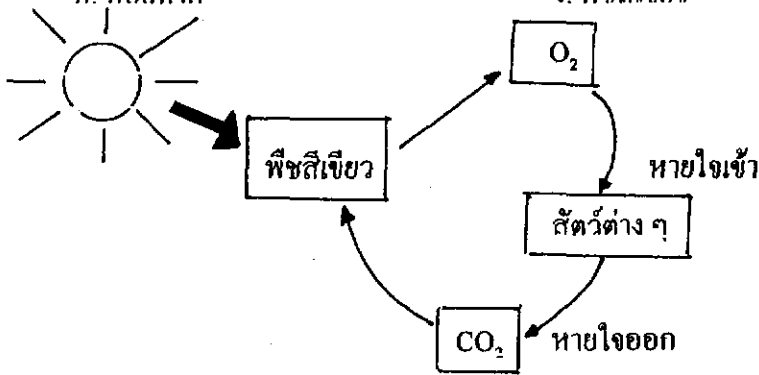
แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนด้วย CAI

จงใช้ดินสอคำระบายช่องสี่เหลี่ยมที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องในกระดาษคำตอบ



1. สิ่งมีชีวิตใดสามารถจับพลังงานแสงมาใช้ในการสร้างอาหารได้

- ก. เหี้ยว
- ข. จิ้งจก
- ค. หอยทาก
- ง. พืชสีเขียว



2. ถ้าพืชสีเขียวไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้จะเกิดเหตุการณ์ในข้อใด

- ก. พืชตายหมด
- ข. สัตว์ตายหมด
- ค. CO₂ มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น
- ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

3. เพื่อรักษาความสมดุลในห่วงโซ่อาหารการควบคุมประชากร สิ่งมีชีวิตในธรรมชาติเป็นไปได้โดย

- ก. ชำกัณเองเมื่อประชาชนแออัด
- ข. การล่า และปรสิต
- ค. สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ
- ง. การคุมกำเนิด

4. สัตว์พวกปรสิตนั้นได้แก่อะไร

ก. ปลิง

ข. ปลวก

ค. เหา

ง. ไร้เห็บ

5. สิ่งมีชีวิตประเภทใดเป็นผู้เริ่มต้นถ่ายทอดพลังงานไปในระบบนิเวศ

ก. ดวงอาทิตย์

ข. ผู้ย่อยสลาย

ค. พืช

ง. สัตว์

6. ขอนไม้จามจุรีอันหนึ่งทอดอยู่ริมสระน้ำ เด็กคนหนึ่งนั่งสังเกต พบว่าสิ่งมีชีวิตอยู่ที่ขอนไม้ดังนี้

1. ปลวก

2. ตัวทาก

3. ตะไคร้หน้า

4. เห็ดรา

5. คางคก

ผู้ผลิตของระบบนิเวศในที่นี้ได้แก่

ก. ตะไคร้หน้า

ข. สระน้ำ ขอนไม้

ค. ตะไคร้ เห็ดรา

ง. ตะไคร้หน้า จามจุรี

7. คางคกในข้อ 6 ควรจะกินอะไรเป็นอาหาร

ก. ตัวทาก

ข. เห็ดรา

ค. ตะไคร้หน้า

ง. ปลวก

8. สิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวเชื่อมในด้านพลังงานและสารระหว่างสิ่งแวดล้อม และกลุ่มสิ่งมีชีวิต คือ

ก. ผู้ผลิต

ข. ผู้บริโภค

ค. ผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร

ง. ผู้ผลิตและผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร

9. ถ้านักเรียนได้ไปดำน้ำดูปะการัง แล้วเห็นมีคนกำลังโยนอาหารให้ปลากิน ซึ่งเป็นการทำลายระบบนิเวศตามธรรมชาติของปะการัง นักเรียนจะ

ก. เข้าไปดักเตือนคนนั้นว่าเป็นการทำลายระบบนิเวศของปะการัง

ข. บอกแก่เจ้าหน้าที่ที่มีส่วนดูแลรับผิดชอบ ให้เจ้าหน้าที่ดักเตือนแทน

ค. ช่างเถอะ คงจะห้ามไม่ได้เพราะเขาเป็นคนไม่มีความคิด

ง. ใช้สายตามองอย่างประมาท แล้วแกล้งพูดเสียงดังว่าทำเขานั้นมันผิด

10. เขตรอบนอกของพื้นที่สงวนชีวมณฑลเป็นพื้นที่สำหรับใช้ทำกิจกรรมด้านต่าง ๆ ได้ แต่กิจกรรมเหล่านั้นจะต้องไม่ขัดต่อการอนุรักษ์ นักเรียนคิดว่านักเรียนควรจะทำกิจกรรมด้านใดมาปฏิบัติเพื่อให้เป็นการเหมาะสมกับพื้นที่ในส่วนนี้

ก. สร้างโรงงานทำกระดาษที่ใช้แล้วนำมาใช้ใหม่

ข. สร้างอ่างกักน้ำ หรือ เขื่อนกั้นน้ำ

ค. สร้างโรงงานทำปุ๋ยหมัก

ง. ปลูกพืชเศรษฐกิจ

11. แสงสว่างเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร
- ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้น
 - เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ไอน้ำรวมตัวกับ CO_2
 - เป็นสิ่งจำเป็นในการสังเคราะห์แสง หรือการสร้างอาหารของพืช
 - ถูกทุกข้อ
12. ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมใดที่มีอิทธิพลต่อการออกหากินในเวลาากลางคืนของสัตว์ในทะเลทราย
- น้ำและความชื้น
 - ดินและสารเคมี
 - แสงสว่าง
 - อุณหภูมิ
13. ในป่าเต็งรังมักพบหญ้าหรือพุ่มไม้ขนาดเล็ก ๆ เจริญเติบโตอยู่ใต้ต้นไม้ใหญ่ นักเรียนคิดว่าปัจจัยใดเป็นตัวกำหนดอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าและไม้พุ่มเหล่านี้
- น้ำในดิน
 - อุณหภูมิ
 - แสงสว่าง
 - ความชื้นในอากาศ
14. ประโยชน์ทางอ้อมของป่าเต็งรังคืออะไร
- นำดีทอนจากป่าเต็งรังมาดื่มกิน
 - ทำให้อากาศบริเวณรอบ ๆ พื้นที่สงวนชีวมณฑลมีความชุ่มชื้น
 - ใช้ไม้ทำเครื่องใช้สอยภายในครัวเรือน
 - ใช้ทำเชื้อเพลิง เช่น ฟืน ถ่าน
15. ถ้านักเรียนเดินทางเข้าไปในป่าเต็งรัง นักเรียนเกิดคอแห้งทิวน้ำ แต่น้ำที่เตรียมมาหมด นักเรียนจะแก้สถานการณ์อย่างไร
- กินหญ้าแห้ง
 - กินผลมะขามไทย
 - กินใบของต้นเต็ง
 - กินใบมะขามเทศ
16. ต้นไม้ชนิดใดในป่าเต็งรังที่สามารถนำมาทำเป็นไม้ประดับได้
- ปรอทสี่ยม
 - ต้นเต็ง
 - ต้นพะยอม
 - ต้นมะขามเทศ
17. สิ่งใดเป็นกลไกกำหนดระบบนิเวศของป่าเต็งรังให้คงสภาพเป็นป่าเต็งรังคืออะไร
- หญ้าแห้ง
 - ต้นเต็งและรัง
 - ไฟป่า
 - ทุกข้อ

18. คุณคามีบ้านใกล้ ๆ ป่าเต็งรัง พอช่วงปิดเทอมตุ๊กตาจะจับแมลงทับ ซึ่งจะพบในป่าเต็งรังแล้วนำไปขายให้คนที่มาซื้อทำเข็มกลัดเป็นรายได้นำเสริม แสดงว่าตุ๊กตาเป็นเด็กที่ยกย่องใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และสิ่งที่ตุ๊กตาทำนั้น

- ก. ไม่ถูกต้อง เพราะวงจรชีวิตของแมลงทับตอนเต็มวัยเป็นช่วงชีวิตที่สั้นมาก น่าจะรอให้ตายก่อนแล้วตุ๊กตาค่อยเก็บไปขาย
- ข. ถูกต้อง เพราะเป็นการกำจัดประชากรแมลงทับให้เกิดความสมดุลกับจำนวนอาหารในป่าเต็งรัง
- ค. ไม่ถูกต้อง เพราะเป็นการทำให้ระบบตามธรรมชาติของป่าเต็งรังเสียสมดุลได้
- ง. ไม่ถูกต้อง เพราะแมลงทับจัดว่าเป็นสัตว์อนุรักษ์

19. ป่าเต็งรังจัดอยู่ในป่าประเภทใด

- ก. ป่าประเภทผลัดใบ
- ข. ป่าประเภทไม่ผลัดใบ
- ค. ป่าประเภทผสมผลัดใบ
- ง. ป่าประเภทชุ่มชื้นเขตร้อน

20. ถ้านักเรียนเกิดอาการท้องเดิน นักเรียนจะทำอย่างไรเพื่อเป็นการบรรเทาอาการท้องเดินให้ทุเลาแล้วจึงไปหาหมอ

- ก. กินน้ำหวานเพื่อชดเชยน้ำตาลในร่างกายที่สูญเสียไป
- ข. เอน้ำอุ่นใส่ถุงน้ำร้อนประคบท้อง แล้วนอนหลับ
- ค. พยายามถ่ายออกให้หมด
- ง. นำเปลือกของต้นพะยอมคั้น แล้วคั้นน้ำดื่ม

21. สาเหตุของการทำลายป่าเต็งรังที่เกิดจากธรรมชาติคือ

- ก. ไฟป่า
- ข. การบุกเบิกพื้นที่ป่าเพื่อทำแนวถนน
- ค. สัตว์ป่าและสัตว์เลี้ยงกักกินยอดอ่อนของพืช
- ง. การสะสมพลังงานของพืชในฤดูแล้ง

22. ป่าไม้เป็นปัจจัยช่วยสนับสนุนกิจการในการพัฒนาประเทศในเรื่องใด

- ก. กิจการโรงงานผลิตหนังสือพิมพ์
- ข. กิจการผลิตเครื่องทำของไหว้บรรพบุรุษของคนจีน
- ค. กิจการมรณการถ่ายรูปและถ่ายเอกสาร
- ง. ถูกทุกข้อ

23. ไฟไหม้ป่าอาจเกิดจากสาเหตุใด

- ก. ชาวไร่เผาป่าฮ้อย
- ข. การสะสมของเชื้อเพลิงโดยธรรมชาติ
- ค. ไฟผ่าลงมาก่อนฝนตก
- ง. ทุกข้อสามารถทำให้เกิดไฟไหม้ป่าได้

24. การตัดไม้ใหญ่ในป่าเต็งรังจะส่งผลกระทบต่อทรัพยากรดินอย่างไร
- ทำให้ดินมีสภาพในการอุ้มน้ำได้ดีขึ้น
 - ทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย หน้าดินพังทลาย
 - ทำให้ดินกลายเป็นดินเหนียวมากขึ้น
 - ทำให้ดินมีสภาพเป็นกรดมากขึ้น
25. การทำลายป่าไม้นอกจากจะส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำและดินแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งใดอีกบ้าง
- การอพยพย้ายถิ่น
 - การก่ออาชญากรรมและเกิดปัญหาอาชญากรรม
 - สัตว์ป่าสูญพันธุ์
 - ทุกข้อที่กล่าวมา
26. น้ำเน่าเสียเกิดขึ้นได้อย่างไร
- การพังทลายของดิน เกิดตะกอนทับถมในหนอง บึง น้ำจึงมีสภาพขุ่น
 - พืชในน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ สัตว์ในน้ำจึงขาด O₂
 - ข้อ ก. และ ข้อ ข. ประกอบกัน
 - เกิดจากการที่มีขยะในแม่น้ำและลำคลองมากเกินไป
27. การชักลากไม้มีผลทำให้พื้นดินบนภูเขาถูกกดอัดแน่น โครงสร้างในดินไม่มีช่องว่าง เมื่อฝนตกลงมาอย่างหนัก ดินจะไม่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก น้ำจึงไหลไปตามร่องของทางชักไม้ จนลงไปสู่พื้นที่ข้างล่าง อยากทราบว่าเกิดอะไรขึ้นกับพื้นที่ลุ่มด้านล่าง ถ้าหากฝนตกลงมามีปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไป
- เกิดสภาวะฝนแล้ง
 - เกิดสภาวะน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำ
 - เกิดสภาวะอากาศเป็นพิษ
 - เกิดสภาวะลมมรสุม
28. ไฟป่าสามารถเกิดขึ้นได้จากหลาย ๆ สาเหตุด้วยกัน ซึ่งเกิดทั้งจากการกระทำของมนุษย์และจากธรรมชาติ นักเรียนคิดว่าสาเหตุไฟป่าจากสาเหตุใดน่าจะส่งผลเสียหายร้ายแรงกับป่าไม้มากที่สุด
- นายคินมักจะเผาฟางคันข้าว โพลที่เหลือ ในไร่ทุกครั้งหลังจากหักฝักข้าวโพดแล้ว
 - บริเวณป่าไม้ในหน้าที่มีพายุ ก่อนที่ฝนจะตกจะเกิดฟ้าผ่าลงมาก่อนทุกครั้ง
 - เมื่อถึงหน้าแล้ง หรือในช่วงที่ป่าผลัดใบมีการผลัดใบของต้นไม้ใหญ่ ใบไม้จะร่วงเต็มพื้นป่า และต่อมาภายหลังก็จะมีไฟป่า
 - ทุกข้อที่กล่าวมา

29. การตัดไม้ทำลายป่ามีส่วนทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรดินทำให้ดินพังทลายลงมาก เมื่อเกิดฝนตกหนักกระแสน้ำที่ไหลลงมาจากภูเขาจะพัดพาตะกอนดินให้ไหลลงสู่คลองที่เป็นแหล่งอาศัยของสัตว์น้ำต่าง ๆ คลองจึงมีความตื้นเขินและพืชในน้ำโค่นตะกอนดินทับถมจนไม่สามารถสร้างอาหารได้ ส่งผลให้ปลาในน้ำขาดอากาศหายใจและไม่มีแหล่งอาหารไว้กิน ซึ่งเหตุการณ์ที่กล่าวมานี้อาจจะส่งผลอย่างไรต่อไปกับมนุษย์และโลกของเราในอนาคต

- ก. เกิดฝนแล้ง เพราะวัฏจักรน้ำโค่นตัดวงจร
- ข. มนุษย์และสัตว์โลกจะสูญพันธุ์ เพราะ ไม่มีสัตว์น้ำเป็นอาหาร
- ค. น้ำที่ใช้บริโภคได้จะหมดไปจากโลก เพราะจะมีแต่น้ำเน่าเสีย
- ง. โลกจะเสียดสมดุล เพราะแหล่งน้ำจืดโค่นทำลาย

30. ทุกวันนี้โลกเราเกิดมลภาวะทางอากาศ เนื่องด้วยมีก๊าซเสียต่าง ๆ ถูกปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ยานพาหนะบนท้องถนน ก๊าซเสียเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ เมื่อมนุษย์สูดดมก๊าซเหล่านี้เข้าไปในร่างกาย ก๊าซเหล่านี้จะค่อย ๆ ไปสะสม เมื่อก๊าซสะสมจนมีปริมาณมากเกินกว่ากลไกในร่างกายจะฟอกหมดได้มนุษย์ก็จะตายในที่สุด แต่ถ้าโลกเรามีป่าไม้มาก ก็จะเป็นการช่วยให้มนุษย์ปลอดภัยจากก๊าซเสียเหล่านี้ อยากทราบว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

- ก. เพราะต้นไม้ทำให้อากาศบริสุทธิ์ เมื่อมนุษย์สูดซับอากาศเข้าไปจะไปช่วยสลายก๊าซเสียที่อยู่ในร่างกายได้
- ข. เพราะต้นไม้เยอะ ทำให้มีฝนตกลงมาช่วยชะล้างก๊าซเสียที่ปนเปื้อนมาในอากาศ
- ค. เพราะต้นไม้จะช่วยดูดซับ CO_2 , N_2 , มีเทน และกรอกฝุ่นละออง
- ง. เพราะต้นไม้ทำให้ O_2 ในอากาศมีเพิ่มมากขึ้น การที่มี O_2 มาก ๆ จะทำให้สุขภาพของมนุษย์แข็งแรง

31. ข้อใดถือว่าเป็นการกระทำผิดกฎหมาย

- ก. บุญช่วยขอเจ้าหน้าที่เข้าไปเก็บเห็ดในป่าเต็งรัง
- ข. บุญเชิญเข้าไปสำรวจป่าเต็งรัง โดยมีเจ้าหน้าที่ไปด้วย
- ค. บุญเชื้อเข้าไปตามหาวัวของตัวเองซึ่งพลัดหลงเข้าไปในป่าเต็งรัง
- ง. บุญชูดติดตามเจ้าหน้าที่ตรวจป่าเพื่อไปสำรวจเส้นทางในป่า

32. ผู้ใดที่ปฏิบัติตนเองไปในแนวทางที่รู้ถึงสิทธิและหน้าที่ของตนเองในเรื่องของการบำรุงรักษาป่าไม้

- ก. ในวันแม่แห่งชาติคนงูช่วยทางโรงเรียนปลูกต้นไม้เพื่อเป็นการเฉลิมพระเกียรติ
- ข. ปูนุ่น ไม่นำวัวเข้าไปเลี้ยงในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช
- ค. ผัดไทเข้าฟังการบรรยายเรื่องไฟป่าที่โรงเรียนจัดขึ้น แล้วนำไปเล่าให้น้อง ๆ ที่บ้านฟัง
- ง. โจ๊กจะคอยเตือนพวกชาวบ้านว่าไม่ให้เข้าไปเก็บของในป่าโดยพลการ

ขวัญใจ นกน้อย กำไร เข้าไปกางเต็นท์นอนในป่า 1 คืน โดยที่ขวัญใจกางหญ้าให้เคียนเพื่อกางเต็นท์ นกน้อยใช้หินก้อนใหญ่ ๆ 3 ก้อนมาทำเป็นเตาและเก็บเศษไม้แห้งที่หกล้มตามพื้นมาเป็นเชื้อเพลิง นกน้อยหุงข้าวแบบไม่ใช้น้ำด้วยการเทน้ำร้อน ๆ ลงบนพื้นดิน กำไรนำอาหารกระป๋องมาเปิดแล้วเทลงบนจาน นกน้อยเห็นว่าเตาไฟที่ก่อไว้ยังไม่ดับจึงนำเศษกระป๋องไปเผาไฟ เมื่อทุกคนกินอาหารเรียบร้อยแล้ว กำไรจึงกวาดเศษอาหารที่เหลือใส่ถุงพลาสติกที่เตรียมมา แล้วนำผ้าชุบน้ำมาเช็ดจานแล้วเก็บใส่ถุงเพื่อเตรียมนำกลับไปล้างที่บ้าน ก่อนที่ทุกคนจะนอนมีการเล่นหมากรุก ขวัญใจจึงนำยาแก้ปวดมาจุกใต้เตียง พอรุ่งเช้าทุกคนเก็บเต็นท์และเดินทางกลับบ้าน กำไรได้หัวถุงขยะออกมาทิ้งตามถังขยะที่อยู่บริเวณส่วนนอกของป่าที่ไปค้างคืนกัน จากเหตุการณ์ที่กล่าวมานี้จึงตอบคำถามข้อ 33 และ 34

33. นักเรียนคิดว่าใครที่เกี่ยวป่าครั้งนี้มีความเข้าใจในเรื่องของระบบนิเวศหรือสมดุลทางธรรมชาติมากที่สุด

ก. นกน้อย

ข. กำไร

ค. ขวัญใจ

ง. ทั้ง 3 คน

34. จากการเกี่ยวป่าของทั้ง 3 คนนี้ นักเรียนคิดว่าใครที่ไม่ควรเอามาเป็นตัวอย่างในการเกี่ยวป่าแก่ผู้อื่น

ก. กำไร

ข. นกน้อย

ค. ขวัญใจและนกน้อย

ง. กำไรและนกน้อย

35. การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติก่อให้เกิดประโยชน์ในข้อใด

ก. ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติมีใช้ตลอดไป

ข. เป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมให้เกิดความสมดุล

ค. ทำให้พืช มนุษย์ และสัตว์สามารถดำรงชีพในระบบนิเวศได้อย่างเหมาะสม

ง. ถูกทุกข้อ

36. ข้อใดเข้าข่ายการนำทรัพยากรมาใช้ใหม่

ก. เลื่อนน้อยเก็บกระดาษที่ใช้เพียงหน้าเดียวมาทศเลขหรือเขียนโน้ตเวลาเข้าเรียน

ข. ถูกกวาดเก็บกระดาษห่อของขวัญที่เพื่อนห่อมาให้ตัวเอง เอามาห่อปกสมุดหรือหนังสือเรียน

ค. นกเล็กนำกระดาษหนังสือพิมพ์และกระดาษที่ใช้แล้วทั้ง 2 หน้ามาพับเป็นถุง

ง. หมี่โตเก็บกล่องกระดาษและป้ายหาเสียงของ ศ.ส. เอาไปชั่งกิโลขาย

37. จากความหมายของการอนุรักษ์คือ การรู้จักใช้อย่างประหยัด และใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อมวลชนมากที่สุด โดยให้เกิดการสูญเสียน้อยที่สุด ถ้านำมาใช้กับชีวิตประจำวัน นักเรียนจะอย่างไรให้มีความหมายหรือสอดคล้องกับข้อความที่ขีดเส้นใต้

ก. ใช้พัดลมแทนแอร์

ข. พยายามกินข้าวให้หมดจาน

ค. เอาน้ำที่เหลือจากการซักผ้าไปรดต้นไม้

ง. ถูกทุกข้อ

38. น้ำ อากาศ เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ไม่รู้จำกัด แต่ก็มีการปนเปื้อนของสารพิษต่าง ๆ ดังนั้นนักเรียนจะมีวิธีปฏิบัติอย่างไร เพื่อเป็นการช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรทางธรรมชาติมิให้เกิดสิ่งปนเปื้อนมากที่สุด

ก. ไม่ทิ้งขยะลงแม่น้ำลำคลองทำให้น้ำเน่าเสียและเหม็น

ข. ทิ้งขยะลงในที่ที่จัดไว้เท่านั้น

ค. แยกขยะก่อนทิ้งลงถังขยะ

ง. ถูกทั้ง ก และ ข

39. วัตถุประสงค์หลักในการอนุรักษ์มีด้วยกัน 4 ข้อ โดยในข้อสุดท้ายได้กล่าวว่า “เพื่อเป็นการสงวนรักษา มรดกทางธรรมชาติอันล้ำค่าให้ถึงยังอนุชนรุ่นหลัง” นักเรียนจะมีวิธีปฏิบัติอย่างไรเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักดังกล่าวมา

ก. ช่วยเป็นหูเป็นตาให้เจ้าหน้าที่เมื่อพบเห็นผู้ที่ต้องการจะค้ากำไรกับศิลปกรรมของชาติ

ข. ช่วยกันรณรงค์ให้ประชาชนหรือบุคคลทั่วไปเกิดหารห่วงแหนและภาคภูมิใจในวัฒนธรรมและศิลปะของชาติ

ค. ช่วยกันตั้งสอนลูกหลานให้เห็นคุณค่าของวัฒนธรรมและศิลปกรรมของชาติ

ง. ช่วยกันสร้างวัฒนธรรมและศิลปกรรมใหม่ ๆ ขึ้นมา เพื่อให้กลายเป็นสมบัติตกไปยังบุคคลรุ่นหลังต่อไป

40. ทำไมจึงต้องมีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

ก. มีการเสื่อมโทรมทางด้านทรัพยากรธรรมชาติมาก

ข. ทรัพยากรธรรมชาติมีการปนเปื้อนสารพิษ

ค. การพัฒนาด้านเศรษฐกิจต้องใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งมีจำนวนจำกัดและเหลืออยู่น้อยมาก

ง. ทรัพยากรธรรมชาติมีประโยชน์ต่อมนุษย์มาก

.....

**แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องระบบนิเวศป่าเต็งรังในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกกราช**

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องตารางให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
รูปแบบของบทเรียน 1. การนำเสนอในส่วนของตัวอักษร <ul style="list-style-type: none"> ▪ ตัวอักษร มีขนาดเหมาะสม คมชัด สามารถอ่านได้ง่าย ▪ สีของตัวอักษรและพื้นหลัง มีสีสันทน สบายงาม สะดุดตาน่าอ่าน เพิ่มความสนใจในการเรียน ไม่น่าเบื่อ 2. การนำเสนอในส่วนของภาพนิ่ง <ul style="list-style-type: none"> ▪ ภาพนิ่งมีความคมชัด ▪ ภาพนิ่งที่นำมาเสนอ มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน ทำให้สามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น ▪ สีของภาพนิ่งมีความสวยงาม เมื่อดูแล้วสบายตา ทำให้ไม่ เบื่อก่อนการเรียน ▪ จำนวนของภาพนิ่งที่นำมาเสนอในบทเรียน ▪ การจัดตำแหน่งของภาพนิ่งและข้อความอธิบาย มีการจัด วางได้อย่างเหมาะสม 3. การนำเสนอในส่วนของเสียง <ul style="list-style-type: none"> ▪ ความชัดเจนของเสียง ▪ ถ้อยคำที่ใช้อธิบายสอดคล้องกับเนื้อหา อธิบายได้ชัดเจน ไม่กำกวม ▪ เสียงช่วยทำให้เกิดความน่าสนใจในบทเรียน และทำให้ สามารถเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น 					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<p>4. การนำเสนอในส่วนของภาพเคลื่อนไหว</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ความคมชัดของภาพและเสียง ▪ ภาพเคลื่อนไหวทำให้บทเรียนน่าสนใจ ทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ ▪ ความยาวของภาพเคลื่อนไหว ▪ จำนวนของภาพเคลื่อนไหว 					
<p>การติดต่อกับผู้ใช้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความยากง่ายในการเข้าสู่โปรแกรม(การใช้งาน) 2. สามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้ง่ายในขณะที่ใช้คอมพิวเตอร์ 3. สามารถเลือกที่จะจบบทเรียนได้ตามต้องการ 4. สามารถทราบผลการเรียนจากบทเรียนโดยทันที 5. สามารถจะเลือกเรียนบทเรียนบทใดก่อนก็ได้ 					
<p>เนื้อหา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บทเรียนในแต่ละบทมีการอธิบายเนื้อหาได้อย่างชัดเจน และสามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย 2. การจัดลำดับของเนื้อเรื่องที่เรียนทำให้สามารถเข้าใจเรื่องที่เรียนได้ตามขั้นตอน ไม่รู้สึกสับสน สามารถเข้าใจเนื้อเรื่องที่เรียนได้ 3. ความยาวของเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละบทมีความเหมาะสม มีความกระชับง่ายต่อการทำความเข้าใจในเรื่องที่เรียน 4. เนื้อหาที่เรียนในแต่ละบทไม่ง่ายหรือยากจนเกินความสามารถที่จะทำความเข้าใจได้ 5. เนื้อหาที่เรียนมีความสอดคล้องกัน เรียนแล้วทำให้รู้สึกสนุก ไม่ทำให้ง่วงนอน 6. เวลาที่ใช้ในการเรียนเนื้อหาหรือเรื่องที่เรียนทั้งหมดมีความเหมาะสม 					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
แบบฝึกหัด 1. แบบฝึกหัดที่ให้ทำมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน 2. คำถามที่ใช้ถามในแบบฝึกหัดแต่ละข้อชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย สามารถตีความเข้าใจคำถามนั้น ๆ ได้ 3. คำตอบที่เป็นข้อเลือกของแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ มีความชัดเจน ไม่กำกวม 4. จำนวนข้อคำถามในแต่ละแบบฝึกหัดมีจำนวนพอดีและเหมาะสม 5. ความยาก-ง่ายของแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม 6. การให้ทำแบบฝึกหัดหลังเรียนจบแล้ว เป็นการทบทวนความรู้ที่ได้เรียนมา และทำให้สามารถเข้าใจบทเรียนที่เรียนได้มากขึ้น 7. ในการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อเหมาะสมกับเวลาที่กำหนดให้					

ข้อเสนอแนะ.....

ภาคผนวก ข

- คะแนนค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบฝึกหัดและเกมส์
- คะแนนค่าความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ
- ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ
- ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน 30 คนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (P) ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ
- การเลือกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากง่าย (P) จากจำนวน 40 ข้อ เหลือ 20 ข้อ
- คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนและหลังเรียนนักเรียน 15 คน (โรงเรียนวัดลำด้อยตั้ง)
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตาราง 9 คะแนนค่าความสอดคล้อง(ICO)ของแบบฝึกหัดและเกมส์

ข้อที่	รายละเอียดการให้คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน													
	แบบฝึกหัดที่ 1	แบบฝึกหัดที่ 2	แบบฝึกหัดที่ 3	แบบฝึกหัดที่ 4	เกมส์เศรษฐี	เกมส์ถูกหรือผิด	เกมส์จับผิดภาพ	เกมส์คุณแผ่นดิน						
1	0	-1	1	0	-1	1	0	-1	1	0	-1	1	0	-1
2	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-
3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-	3	-	-
4	1	-	3	-	-	3	2	1	-	3	-	-	3	-
5	2	1	-	3	-	3	2	1	-	2	1	-	-	-
6	3	-	3	-	-	3	3	-	-	2	1	-	-	-
7	3	-	2	1	-	3	2	1	-	2	1	-	-	-
8	2	-	1	2	1	-	3	-	3	-	-	-	-	-
9	3	-	-	3	-	2	1	-	3	-	-	-	-	-
10	3	-	2	-	-	2	1	-	3	-	-	-	-	-
11	2	1	-	3	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-
12	2	1	-	3	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-
13	3	-	-	2	-	1	-	-	3	-	-	-	-	-
14	2	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-

ตาราง 9 (ต่อ)

ข้อที่	รายละเอียดการให้คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน												
	แบบฝึกหัดที่ 1	แบบฝึกหัดที่ 2	แบบฝึกหัดที่ 3	แบบฝึกหัดที่ 4	เกมส์เศรษฐี	เกมส์ถูกหรือผิด	เกมส์จับผิดภาพ	เกมส์คุณแผ่นดิน					
15	1	0	-1	1	0	-1	1	0	-1	1	0	-1	-1
16	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตาราง 10 คะแนนค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 40 ข้อ

รายละเอียดการให้คะแนนจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

ข้อที่	บทที่ 1		บทที่ 2		บทที่ 3		บทที่ 4								
	1	0	-1	ข้อที่	1	0	-1	ข้อที่	1	0	-1				
1	2	1	-	11	3	-	-	21	3	-	-	31	3	-	-
2	2	-	1	12	2	1	-	22	2	1	-	32	3	-	-
3	3	-	-	13	1	2	-	23	3	-	-	33	3	-	-
4	3	-	-	14	3	-	-	24	3	-	-	34	3	-	-
5	3	-	-	15	2	1	-	25	3	-	-	35	3	-	-
6	3	-	-	16	2	1	-	26	1	2	-	36	3	-	-
7	3	-	-	17	3	-	-	27	3	-	-	37	3	-	-
8	2	1	-	18	3	-	-	28	3	-	-	38	3	-	-
9	2	1	-	19	3	-	-	29	3	-	-	39	3	-	-
10	3	-	-	20	2	1	-	30	2	1	-	40	3	-	-

ตาราง 11 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

	ระดับความคิดเห็น(คะแนน)		
	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 3
	รายการประเมิน		
ด้านเนื้อหา			
1.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการกำหนดจุดประสงค์ไว้อย่างชัดเจน	5	5	5
2.เนื้อหา มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์	4	4	4
3.คำอธิบายเนื้อหาแต่ละบทเรียนมีความชัดเจน	4	4	4
4.การจัดเนื้อหาในแต่ละบทเรียนมีความเหมาะสม	4	4	4
5.ระดับความง่ายของเนื้อหา มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	5	4	4
6.การนำเสนอเนื้อหาเป็นไปตามลำดับขั้นตอน	5	4	4
7.เนื้อหาที่จัดทำมีความครอบคลุมในเรื่องที่สอน	5	5	5
8.ปริมาณและความกระชับของเนื้อหาที่สอน	4	4	3
9.การแบ่งหัวข้อย่อยของเนื้อหา	4	4	4
10.ความชัดเจนของภาษาที่ใช้สื่อสาร	5	5	5
ด้านกิจกรรมในบทเรียน			
1.แบบฝึกหัดมีความสอดคล้องกับเนื้อหาของบทเรียน	5	5	5
2.ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละแบบฝึกหัดเหมาะสมกับเวลา	5	5	5

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น(คะแนน)		
	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 3
3.แบบฝึกหัดในแต่ละบทมีจำนวนเพียงพอ	5	5	4
4.แบบฝึกหัดมีความยากง่ายเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4
5.ปริมาณของแบบทดสอบหรือเกมสัทล์งเรียนมีความเหมาะสม	5	5	4
ด้านการออกแบบ			
1.รูปแบบการสร้างบทเรียนเป็นที่น่าสนใจ	5	5	4
2.บทเรียนมีเทคนิคในการนำเสนอที่เหมาะสมและน่าสนใจ	4	4	4
3.ภาพในบทเรียนมีความชัดเจนและเหมาะสมกับเนื้อหา	4	4	4
4.ตัวอักษรในบทเรียนมีความชัดเจน อ่านง่ายและมีสีสันสวยงาม	4	4	4
5.สีของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสม	5	5	4
6.การใช้เสียง ภาพเคลื่อนไหวของบทเรียนมีความเหมาะสม	5	5	5
7.ความยาวของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมกับเวลา และความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับชั้นที่ 3	4	4	4
8.บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสมสำหรับวัยและระดับชั้นในการเรียนรู้ของนักเรียน	4	4	4
9.การนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความชัดเจน	5	4	3

ตาราง 11 (ต่อ)

	รายการประเมิน			ระดับความคิดเห็น(คะแนน)		
	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 3	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 1	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 2	ผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 3
10.คำถามที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์มีความชัดเจน	5	5	5	5	5	5
11.การให้ข้อมูลย้อนกลับช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น	4	4	4	4	4	4
12.ผู้เรียนสามารถเรียนรู้กับบทเรียนได้ด้วยตนเอง	5	5	5	5	5	4
13.บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ผลบรรลุตามจุดประสงค์	5	5	5	5	5	4

ตาราง 12 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียน 30 คน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (โรงเรียนสาธิตให้วิมลวิทยานุกูล)

รายการประเมิน	นักเรียนคนที่(คะแนน)																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
รูปแบบของบทเรียน																																	
1.การนำเสนอในส่วนของตัวอักษร																																	
1.1.ตัวอักษร มีขนาดเหมาะสม คมชัด สามารถอ่านได้ง่าย	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	3	5	5	5	5	4		
1.2. สีของตัวอักษรและพื้นหลัง มีสี สีสวยงาม สะดุดตาน่าอ่าน เพิ่มความสนใจในการเรียนไม่น่าเบื่อ	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	3	5	5	5	5	3		
2. การนำเสนอในส่วนของภาพนิ่ง																																	
2.1 ภาพนิ่งมีความคมชัด	4	5	5	5	4	4	4	4	3	5	5	4	4	5	3	5	3	5	3	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	5	5	3	
2.2 ภาพนิ่งที่นำมาเสนอมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน ทำให้สามารถเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	3	5	4	3	5	4	4	

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	นักเรียนคนที่(คะแนน)																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
2.3 สีของภาพหนึ่งมี																															
ความสวยงาม เมื่อดู																															
แล้วสบายตา ทำให้ไม่																															
เบื่อต่อการเรียน	5	3	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	3	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	3	5	5	5	3	
2.4 จำนวนของ																															
ภาพหนึ่งที่นำมาเสนอใน																															
บทเรียน	4	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	3	3	5	4	5	5	4	4	4	5	4	3	3	5	4	5	3	
2.5 การจัดตำแหน่งของ																															
ภาพนิ่งและข้อความ																															
อธิบายมีการจัดวางได้																															
อย่างเหมาะสม	5	5	4	5	4	4	4	4	3	4	4	5	4	3	3	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	5	
3. การนำเสนอในส่วน																															
ของเสียง																															
3.1 ความชัดเจนของ																															
เสียง	5	4	5	5	4	4	5	3	3	5	5	5	4	5	5	4	5	3	5	5	5	3	4	4	4	5	4	5	4	5	
3.2 ถ้อยคำที่ใช้อธิบาย																															
สอดคล้องกับเนื้อหา																															
อธิบายได้ชัดเจน ไม่																															
กำกวม	5	5	4	5	4	4	5	4	2	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน
นักเรียนคนที่(คะแนน)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
3.3 เสียงช่วยให้เกิดความ น่าสนใจในบทเรียน และ ทำให้สามารถเข้าใจ บทเรียนได้ง่ายขึ้น	5	5	4	5	4	4	4	5	2	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	3	4	4	5	4	5	4	
4. การนำเสนอในส่วนของ ภาพเคลื่อนไหว	4	4	5	4	5	4	5	3	2	4	4	5	5	5	3	5	4	5	4	4	5	4	5	4	3	5	4	5	5	3	
4.1 ความคมชัดของภาพ และเสียง	4	4	5	4	5	4	5	3	2	4	4	5	5	5	3	5	4	5	4	4	5	4	5	4	3	5	4	5	5	3	
4.2 ภาพเคลื่อนไหวทำให้ บทเรียนน่าสนใจ ทำให้ การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	4	5	4	5	4	3	5	5	5	4	4	3	5	4	5	4	
4.3 ความยาวของ ภาพเคลื่อนไหว	5	3	5	4	4	4	4	4	3	2	2	5	4	2	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	
4.4 จำนวนของ ภาพเคลื่อนไหว	5	3	5	5	4	4	4	4	4	2	2	5	4	5	4	5	3	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	นักเรียนคนที่(คะแนน)																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
การติดต่อกับผู้ใช้																															
1. ความยากง่ายในการเข้า																															
สู่โปรแกรม(การใช้งาน)	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	3	4	5	3	4	3	4	3	5	4	5	4	4	5	4	4	4	3
2. สามารถโต้ตอบกับ																															
บทเรียนได้ง่ายในขณะที่ใช้																															
คอมพิวเตอร์	5	4	3	4	4	5	5	4	3	5	5	5	5	3	5	5	3	5	3	5	3	5	4	5	4	3	5	4	4	5	3
3. สามารถเลือกที่จะจบ																															
บทเรียนได้ตามต้องการ	5	4	3	5	4	5	4	4	3	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	4	
4. สามารถทราบผลการ																															
เรียนจากบทเรียนโดยทันที	4	5	4	5	4	5	5	3	2	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	5	3	5	4	4	5	4	5	
5.สามารถจะเลือกเรียน																															
บทเรียนบทใดก่อนก็ได้	4	3	3	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	4	5	

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	นักเรียนคนที่(คะแนน)																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
เนื้อหา																																				
1. บทเรียนในแต่ละบทมี																																				
การอธิบายเนื้อหาได้อย่าง																																				
ชัดเจนและสามารถเข้าใจ																																				
เนื้อหาที่เรียนได้ง่าย	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5			
2. การจัดลำดับของเนื้อ																																				
เรื่องที่เรียนทำให้สามารถ																																				
เข้าใจเรื่องที่เรียนได้ตาม																																				
ขั้นตอน ไม่รู้สึกสับสน																																				
สามารถเข้าใจเนื้อเรื่องที่																																				
เรียนได้	5	4	5	5	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5		
3. ความยาวของเนื้อหา																																				
ของบทเรียนในแต่ละบทมี																																				
ความเหมาะสม มีความ																																				
กระชับง่ายต่อการทำความเข้าใจ																																				
เข้าใจในเรื่องที่เรียน	4	5	5	4	5	5	4	4	2	3	4	5	4	5	5	5	3	5	5	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	5	6	5	5	5		

ตาราง 12 (ต่อ)

	นักเรียนคนที่(คะแนน)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
4. เนื้อหาที่เรียนในแต่ละบทไม่ง่ายหรือยากจนเกินไป	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5
5. เนื้อหาที่เรียนมีความสอดคล้องกัน เรียนแล้วทำให้รู้สึกสนุก ไม่ทำให้ง่วงนอน	5	4	5	5	5	5	5	4	3	3	4	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5
6. เวลาที่ใช้ในการเรียนเนื้อหาหรือเรื่องที่เรียนทั้งหมดมีความเหมาะสมแบบฝึกหัด	5	4	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	2	5	4	5	5
1. แบบฝึกหัดที่ให้ทำมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	3	4	5	5	5	5

ตาราง 12 (ต่อ)

		นักเรียนคนที่(คะแนน)																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
2.	คำถามที่ใช้ถามในแบบฝึกหัดแต่ละข้อชัดเจน อ่านแล้วเข้าใจง่าย สามารถตีความเข้าใจ คำถามนั้น ๆ ได้	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	3	5	5	5	5	4	5	4	5	3	4	5	5	5	
3.	คำตอบที่เป็นข้อเลือกของแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ	5	5	5	5	5	5	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	4	4	5	4	2	3	4	5	4	5	
4.	จำนวนข้อคำถามในแต่ละแบบฝึกหัดมีจำนวนพอดีและเหมาะสม	4	5	4	5	5	5	4	4	2	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	3	5	4	5	4	
5.	ความยาก-ง่ายของแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	4	3	4	4	3	4	3	5	5	5	5

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	นักเรียนคนที่(คะแนน)																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
6. การให้ทำแบบฝึกหัด หลังเรียนจบแล้ว เป็นการ ทบทวนความรู้ที่ได้เรียน มา และทำให้สามารถ เข้าใจบทเรียนที่เรียน ได้มากขึ้น	5	5	5	5	5	5	4	3	3	3	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	3	5	5	5	5
7. ในการทำแบบฝึกหัดใน แต่ละข้อเหมาะสมกับเวลา ที่กำหนดให้	5	4	5	5	5	5	5	4	2	5	5	5	5	5	5	5	3	4	4	5	5	4	5	4	4	3	5	5	5	5

ตาราง 13 ค่าอำนาจจำแนก(r) และค่าความยากง่าย(P)ของข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 40 ข้อ

ข้อสอบ	ค่า P	ค่า r	หมายเหตุ	ข้อสอบ	ค่า P	ค่า r	หมายเหตุ
1	1.00	0.00		21	0.50	0.17	นำไปใช้
2	0.67	0.33	นำไปใช้	22	0.50	0.50	นำไปใช้
3	0.00	0.00		23	0.67	0.33	นำไปใช้
4	0.67	0.33	นำไปใช้	24	0.50	0.17	นำไปใช้
5	0.67	0.00		25	1.00	0.00	
6	0.50	0.50	นำไปใช้	26	0.17	0.17	นำไปใช้
7	0.83	0.17	นำไปใช้	27	0.83	0.17	นำไปใช้
8	0.83	0.17	นำไปใช้	28	0.17	-0.17	
9	0.50	-0.17		29	0.50	-0.17	
10	0.17	0.17		30	0.00	0.00	
11	0.00	0.00		31	0.00	0.00	
12	0.33	0.33	นำไปใช้	32	0.17	0.17	นำไปใช้
13	0.00	0.00		33	0.33	0.33	นำไปใช้
14	0.83	0.17	นำไปใช้	34	0.17	-0.17	
15	0.50	-0.17		35	0.67	0.33	นำไปใช้
16	0.67	0.33	นำไปใช้	36	0.50	-0.17	
17	0.17	0.17		37	0.50	-0.17	
18	0.17	0.17		38	0.17	0.17	นำไปใช้
19	1.00	0.00		39	0.67	0.33	นำไปใช้
20	0.67	0.33	นำไปใช้	40	0.17	-0.17	

ตาราง 14 การเลือกข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ค่าอำนาจจำแนก(r)และค่าความยากง่าย(P) จากจำนวน 40 ข้อเหลือ 20 ข้อ

ลำดับข้อสอบเดิม	ลำดับข้อสอบใหม่	ค่าP	ค่าr	หมายเหตุ
2	1	0.67	0.33	
4	2	0.67	0.33	
6	3	0.50	0.50	
7	4	0.83	0.17	
8	5	0.83	0.17	
12	6	0.33	0.33	
14	7	0.83	0.17	
16	8	0.67	0.33	
20	9	0.67	0.33	
21	10	0.50	0.17	
22	11	0.50	0.50	
23	12	0.67	0.33	
24	13	0.50	0.17	
26	14	0.17	0.17	ปรับปรุง
27	15	0.83	0.17	
32	16	0.17	0.17	ปรับปรุง
33	17	0.33	0.33	
35	18	0.67	0.33	
38	19	0.17	0.17	ปรับปรุง
39	20	0.67	0.33	

ตาราง 15 คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบฝึกหัดรวมนักเรียน 15 คน (โรงเรียนวัดลำ
ต้อยติ่ง)

รายการ					
นักเรียน	กิจกรรมระหว่างเรียน (คะแนนเต็ม 60 คะแนน)				กิจกรรมหลัง เรียน (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)
	คนที่	แบบฝึกหัดที่ 1	แบบฝึกหัดที่ 2	แบบฝึกหัดที่ 3	แบบฝึกหัด รวม
1	18	16	10	10	13
2	18	18	8	8	14
3	18	16	8	6	14
4	12	18	6	8	10
5	18	16	6	8	13
6	16	16	6	6	8
7	18	18	4	6	9
8	18	18	4	8	13
9	16	16	8	8	13
10	16	16	8	8	12
11	18	18	6	8	14
12	16	20	6	8	14
13	16	18	6	8	9
14	18	16	6	6	12
15	18	18	8	4	12

หมายเหตุ : นำคะแนนที่ได้ไปหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 80/80

ตาราง 16 คะแนนผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน		ผลต่างของคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน
	ก่อนเรียน(Pretest)	หลังเรียน(Posttest)	
1	10	17	7
2	11	17	6
3	12	14	2
4	10	16	6
5	6	8	2
6	12	14	2
7	8	17	9
8	2	14	12
9	12	13	1
10	8	14	6
11	15	17	2
12	16	19	3
13	12	16	4
14	12	14	2
15	12	14	2
16	6	18	12
17	11	17	6
18	9	18	9
19	10	15	5
20	15	18	3
21	10	12	2
22	11	14	3
23	8	17	9
24	14	15	1
25	12	17	5

ตาราง 16 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน		ผลต่างของคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน
	ก่อนเรียน(Pretest)	หลังเรียน(Posttest)	
26	6	14	6
27	13	17	4
28	10	13	3
29	12	18	6
30	12	17	5

ภาคผนวก ค

- รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพ
- บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (แผ่น CD การสอน แนบไว้ในซองที่ปกหลังสุด)

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบและประเมินคุณภาพ

1. ชื่อ อาจารย์กนก โพธิเวส
ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
สังกัด วิทยาลัยนครราชสีมา
2. ชื่อ อาจารย์ณงุช ร้อยภา
ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 7 (สอนวิทยาศาสตร์)
สังกัด วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
3. ชื่อ อาจารย์เวชกร วิรัชลาภ
ตำแหน่ง หัวหน้าคณะวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
สังกัด วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
4. ชื่อ อาจารย์สุอังคณา แก่นโนนสังข์
ตำแหน่ง หัวหน้างานหลักสูตรและการสอน
สังกัด วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาววิชุดา นียมลภ
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 23 พฤศจิกายน 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดสระบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	20/7 ถนนเทศบาล 5 ตำบลปากเพรียว อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี 18000
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2542	บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยรังสิต
พ.ศ.2548	ศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา (กลุ่มการสอน สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ