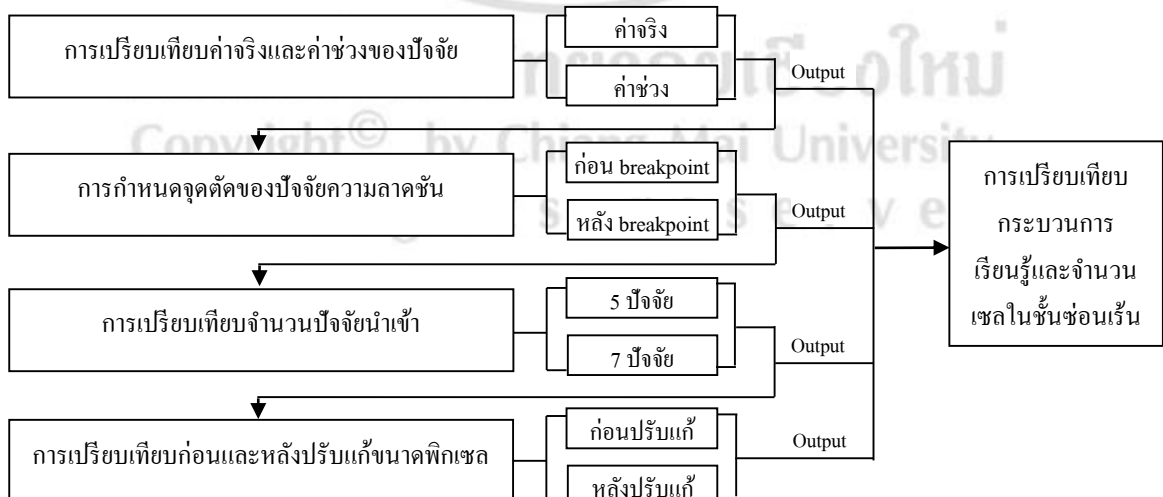


บทที่ 4

การวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

จากการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเบื้องต้นในบทที่ 3 พบว่ายังมีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแบบจำลอง เช่น ข้อมูลนำเข้าใช้ค่าช่วงของแต่ละปัจจัยเพียงอย่างเดียวโดยไม่ได้เปรียบเทียบกับค่าจริง ประกอบกับการแบ่งช่วงของปัจจัยยังไม่เหมาะสม โดยปัจจัยส่วนใหญ่แบ่งช่วงห่างของปัจจัยมากเกินไป ปัจจัยความลาดชันของจุดที่เกิดดินถล่ม พบว่าบางจุดมีค่าความลาดชันเท่ากับศูนย์ ซึ่งสภาพจริงของพื้นที่ที่เกิดดินถล่มส่วนใหญ่เกิดขึ้น ในบริเวณที่มีความลาดชันค่อนข้างมาก จำนวนปัจจัยนำเข้าอาจจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของแบบจำลอง เนื่องจากมีบางปัจจัยที่เหมือนกันในพื้นที่เกิดดินถล่มบริเวณเดียวกัน ก่อนการระบุจุดเกิดดินถล่มยังไม่ได้ผ่านกระบวนการปรับแก้ขนาดกริดข้อมูลดาวเทียม นอกจากนี้ แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมยังมีการทดสอบอื่นที่น่าสนใจ เช่น การเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR การเปรียบเทียบจำนวนรอบการวนซ้ำ การเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น เป็นต้น ดังนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแบบจำลองดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยมีความเชื่อมโยงของการศึกษาในแต่ละประเด็นดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงความเชื่อมโยงของการศึกษาในแต่ละประเด็น

4.1 การเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย

จากการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเบื้องต้นในบทที่ 3 พบว่าการแบ่งช่วงของปัจจัยยังไม่เหมาะสม โดยปัจจัยส่วนใหญ่แบ่งช่วงห่างของปัจจัยมากเกินไป เช่น ความลาดชัน ระดับความสูง ปริมาณน้ำฝน ระยะห่างจากทางน้ำ และแนวกันชนจากรอยเลื่อน ดังนั้นก่อนการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย จึงแบ่งช่วงของแต่ละปัจจัยใหม่ และทำการทดสอบโดยเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าช่วงของแต่ละ pixel ตามเงื่อนไขที่กำหนดในแต่ละปัจจัย ซึ่งการแบ่งช่วงของปัจจัยใหม่ใช้วิธีการนำ pixel ที่เกิดดินถล่ม (ผลลัพธ์ เกิดดินถล่ม = 1 ในภาพที่ 3.9) ซ้อนทับกับแต่ละปัจจัย เพื่อแบ่งช่วงของแต่ละปัจจัยใหม่ โดยแต่ละช่วงกำหนดให้มีจำนวน pixel ที่เกิดดินถล่มเป็นร้อยละที่ใกล้เคียงกัน โดยการแบ่งช่วงของปัจจัยใหม่เปรียบเทียบกับปัจจัยเดิมแสดงในตารางที่ 4.1 โดยปัจจัยที่มีการแบ่งช่วงเหมือนเดิมมี 2 ปัจจัย คือ 1) การใช้ประโยชน์ที่ดิน 2) ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ส่วนปัจจัยที่มีการแบ่งช่วงใหม่มี 5 ปัจจัย คือ 1) ความลาดชัน เงื่อนไขเดิมแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ น้อยกว่า 15 องศา 15 – 45 องศา และมากกว่า 45 องศา เงื่อนไขใหม่แบ่งออกเป็น 5 ระดับคือ น้อยกว่า 15 องศา 15 – 20 องศา 20.1 – 25 องศา 25.1 – 30 องศา และมากกว่า 30 องศา 2) ระดับความสูง เงื่อนไขเดิมแบ่งออกเป็น 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความแตกต่างกัน 500 เมตร คือ น้อยกว่า 500 เมตร 500 - 1,000 เมตร และมากกว่า 1,000 เมตร เงื่อนไขใหม่แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ น้อยกว่า 250 เมตร 251 - 300 เมตร 301 - 350 เมตร 351 - 400 เมตร และมากกว่า 400 เมตร 3) ปริมาณน้ำฝน เงื่อนไขเดิมแบ่งออกเป็น 3 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความแตกต่างกัน 50 ม.ม./วัน คือ 0 - 50 ม.ม./วัน 51 - 100 ม.ม./วัน และมากกว่า 100 ม.ม./วัน เงื่อนไขใหม่แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ น้อยกว่า 50 ม.ม./วัน 50.1-60 ม.ม./วัน 60.1-70 ม.ม./วัน 70.1 - 72 ม.ม./วัน และมากกว่า 72 ม.ม./วัน 4) ระยะห่างจากทางน้ำ เงื่อนไขเดิมแบ่งออกเป็น 6 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความแตกต่างกัน 100 เมตร คือ 100 เมตร 200 เมตร 300 เมตร 400 เมตร 500 เมตร และมากกว่า 500 เมตร เงื่อนไขใหม่แบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ น้อยกว่า 100 เมตร 101- 200 เมตร และมากกว่า 200 เมตร 5) แนวกันชนจากรอยเลื่อน เงื่อนไขเดิมแบ่งออกเป็น 6 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความแตกต่างกัน 1,000 เมตร คือ 1,000 เมตร 2,000 เมตร 3,000 เมตร 4,000 เมตร 5,000 เมตร และมากกว่า 5,000 เมตร เงื่อนไขใหม่แบ่งออกเป็น 6 ระดับเช่นเดียวกัน แต่แตกต่างที่การกำหนดช่วงห่างของแต่ละระดับที่ 1,000 เมตร คือ น้อยกว่า 6,000 เมตร 6,001-7,000 เมตร 7,001-8,000 เมตร 8,001-9,000 เมตร 9,001-13,000 เมตร และมากกว่า 13,000 เมตร

ตารางที่ 4.1 การแบ่งช่วงของปัจจัยใหม่เปรียบเทียบกับปัจจัยเดิม

ที่	ข้อมูล (ปัจจัย)	เงื่อนไข (เดิม)	เงื่อนไข (ใหม่)
1	ความลาดชัน	1. มากกว่า 45 องศา 2. 15 – 45 องศา 3. น้อยกว่า 15 องศา	1. มากกว่า 30 องศา 2. 25.1 – 30 องศา 3. 20.1 – 25 องศา 4. 15 – 20 องศา 5. น้อยกว่า 15 องศา
2	ระดับความสูง	1. มากกว่า 1,000 เมตร 2. 500 - 1,000 เมตร 3. น้อยกว่า 500 เมตร	1. มากกว่า 400 เมตร 2. 351 - 400 เมตร 3. 301 - 350 เมตร 4. 251 - 300 เมตร 5. น้อยกว่า 250 เมตร
3	ปริมาณน้ำฝน	1. มากกว่า 100 ม.ม./วัน 2. 51 - 100 ม.ม./วัน 3. 0 - 50 ม.ม./วัน	1. มากกว่า 72 ม.ม./วัน 2. 70.1 - 72 ม.ม./วัน 3. 60.1-70 ม.ม./วัน 4. 50.1-60 ม.ม./วัน 5. น้อยกว่า 50 ม.ม./วัน
4	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	1. ป่าเสื่อมโทรม 2. ป่าสมบูรณ์ 3. พืชไร่ พืชสวน 4. การเกษตรอื่นๆ 5. พื้นที่ชุมชน 6. พื้นที่แหล่งน้ำ 7. อื่นๆ เช่น เมฆ	ไม่เปลี่ยน
5	ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ	1. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1A 2. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 1B 3. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 2 4. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 5. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 4 6. ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 5	ไม่เปลี่ยน

ตารางที่ 4.1 การแบ่งช่วงของปัจจัยใหม่เปรียบเทียบกับปัจจัยเดิม (ต่อ)

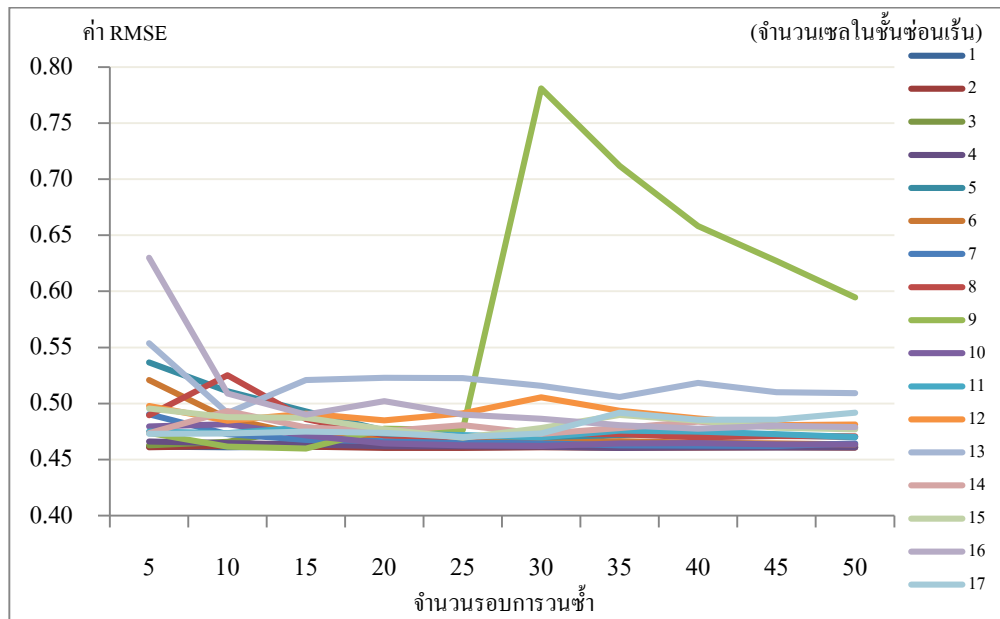
ที่	ข้อมูล (ปัจจัย)	เงื่อนไข (เดิม)	เงื่อนไข (ใหม่)
6	ระยะห่างจากทางน้ำ (พิจารณาจากทางน้ำที่อยู่ ใกล้ตำแหน่งที่เกิดดิน ถล่มมากที่สุด)	1. 100 เมตร 2. 200 เมตร 3. 300 เมตร 4. 400 เมตร 5. 500 เมตร 6. มากกว่า 500 เมตร	1. น้อยกว่า 100 เมตร 2. 101- 200 เมตร 3. มากกว่า 200 เมตร
7	แนวกันชนจากรอย เลื่อน (พิจารณาจากแนวรอย เลื่อนที่อยู่ใกล้ตำแหน่ง ที่เกิดดินถล่มมาก ที่สุด)	1. 1,000 เมตร 2. 2,000 เมตร 3. 3,000 เมตร 4. 4,000 เมตร 5. 5,000 เมตร 6. มากกว่า 5,000 เมตร	1. < 6,000 เมตร 2. 6,001-7,000 เมตร 3. 7,001-8,000 เมตร 4. 8,001-9,000 เมตร 5. 9,001-13,000 เมตร 6. มากกว่า 13,000 เมตร

นอกจากนี้ยังพบว่าการพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเบื้องต้นในบทที่ 3 ได้ทำการศึกษาเฉพาะจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นที่เหมาะสม โดยทดสอบตั้งแต่ 1 ถึง $2n+1$ ทั้งกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR อย่างไรก็ตาม พบว่ายังมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของแบบจำลอง เช่น จำนวนรอบการวนซ้ำที่เหมาะสม ดังนั้นก่อนการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย จึงได้ทดสอบจำนวนรอบการวนซ้ำที่เหมาะสม โดยได้ผลการทดสอบดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการเรียนรู้ LM

จากการทดสอบจำนวนรอบการวนซ้ำที่เหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้แบบ LM ในภาพที่ 4.2 โดยทดสอบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นตั้งแต่ 1 ถึง $2n+1$ พบว่ารอบการวนซ้ำที่เหมาะสม คือจำนวน 25 รอบ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 0.474 ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ผลการทดสอบรอบการวนซ้ำของกระบวนการเรียนรู้ LM

ตารางที่ 4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละรอบการวนซ้ำของกระบวนการเรียนรู้ LM

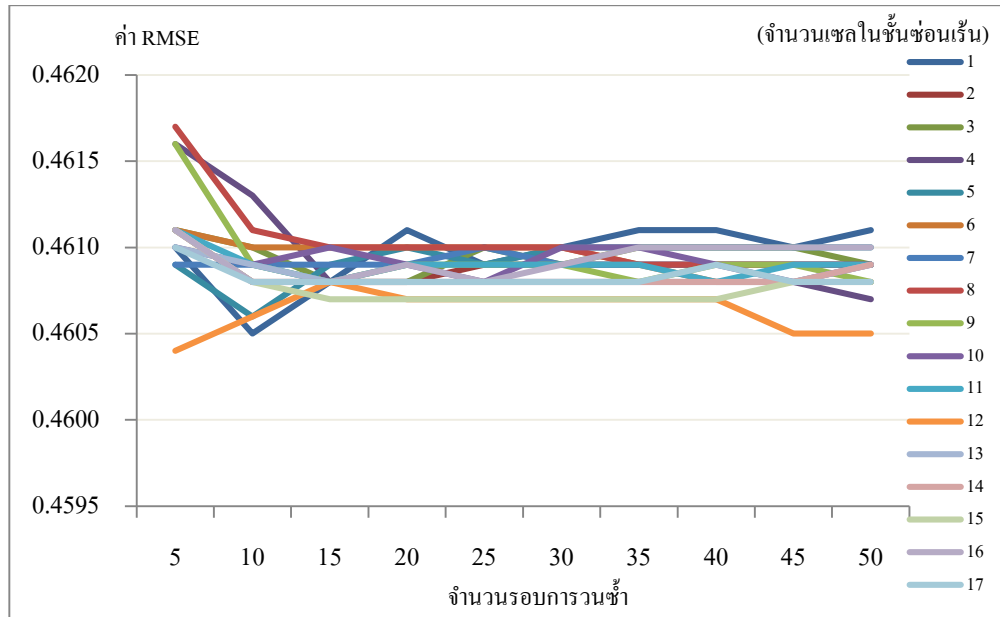
จำนวน เซลล์ในชั้น ซ่อนเร้น	จำนวนรอบการวนซ้ำ (Number of run)									
	1-5	1-10	1-15	1-20	1-25	1-30	1-35	1-40	1-45	1-50
1	0.462	0.461	0.462	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
2	0.461	0.462	0.462	0.460	0.460	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
3	0.463	0.466	0.478	0.474	0.468	0.465	0.463	0.462	0.463	0.463
4	0.466	0.465	0.464	0.462	0.462	0.462	0.461	0.461	0.461	0.461
5	0.537	0.511	0.493	0.476	0.469	0.468	0.472	0.474	0.472	0.470
6	0.521	0.487	0.472	0.472	0.466	0.465	0.466	0.465	0.464	0.464
7	0.491	0.473	0.468	0.467	0.465	0.465	0.463	0.462	0.462	0.465

ตารางที่ 4.2 ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละรอบการวนซ้ำของกระบวนการเรียนรู้ LM (ต่อ)

จำนวน เซลล์ในชั้น ซ่อนเร้น	จำนวนรอบการวนซ้ำ (Number of run)									
	1-5	1-10	1-15	1-20	1-25	1-30	1-35	1-40	1-45	1-50
8	0.489	0.525	0.486	0.472	0.470	0.473	0.473	0.470	0.471	0.471
9	0.474	0.462	0.460	0.478	0.477	0.781	0.712	0.658	0.627	0.595
10	0.480	0.482	0.472	0.464	0.463	0.462	0.465	0.465	0.464	0.464
11	0.475	0.474	0.479	0.473	0.472	0.470	0.476	0.475	0.473	0.470
12	0.498	0.485	0.491	0.485	0.491	0.505	0.494	0.487	0.481	0.481
13	0.554	0.491	0.521	0.523	0.523	0.516	0.506	0.518	0.510	0.509
14	0.474	0.493	0.479	0.475	0.481	0.473	0.478	0.484	0.480	0.478
15	0.496	0.488	0.487	0.477	0.470	0.478	0.490	0.485	0.479	0.477
16	0.630	0.509	0.490	0.502	0.490	0.486	0.481	0.478	0.480	0.479
17	0.473	0.473	0.475	0.474	0.470	0.473	0.492	0.486	0.485	0.492
ค่าเฉลี่ย	0.496	0.483	0.479	0.476	0.474	0.492	0.489	0.485	0.482	0.480

กระบวนการเรียนรู้ BR

สำหรับการทดสอบจำนวนรอบการวนซ้ำที่เหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้แบบ BR ในภาพที่ 4.3 พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละรอบการวนซ้ำของทุกเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นไม่แตกต่างกัน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.3 แต่อย่างไรก็ตามรอบการวนซ้ำที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยที่สุดเมื่อพิจารณาตามนิยาม 4 ตำแหน่ง คือจำนวน 15 รอบ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.4608 ดังนั้นในการทดสอบกรณีอื่นๆ จึงใช้ผลการทดสอบจำนวนรอบการวนซ้ำที่เหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR โดยกำหนดให้กระบวนการเรียนรู้ LM กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 25 รอบ ส่วนกระบวนการเรียนรู้ BR กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 15 รอบ



ภาพที่ 4.3 ผลการทดสอบทดสอบรอบการวนซ้ำของกระบวนการเรียนรู้ BR

ตารางที่ 4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละรอบการวนซ้ำ ของกระบวนการเรียนรู้ BR

จำนวน เซลล์ในชั้น ซ่อนเร้น	จำนวนรอบการวนซ้ำ (Number of run)									
	1-5	1-10	1-15	1-20	1-25	1-30	1-35	1-40	1-45	1-50
1	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
2	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
3	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
4	0.462	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
5	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
6	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
7	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
8	0.462	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
9	0.462	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
10	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
11	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
12	0.460	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
13	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
14	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461

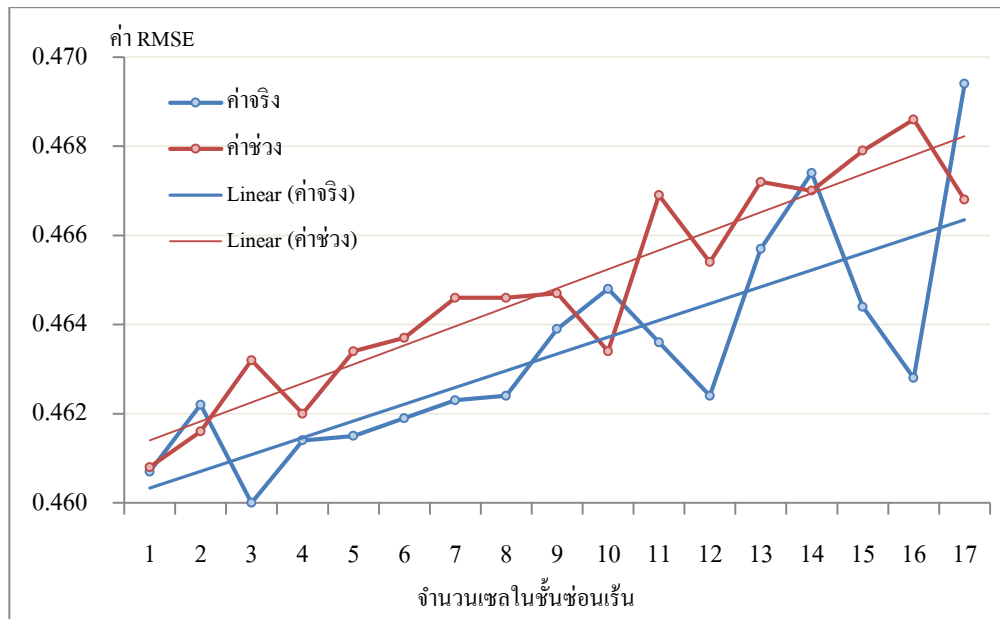
ตารางที่ 4.3 ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละรอบการวนซ้ำ ของกระบวนการเรียนรู้ BR (ต่อ)

จำนวน เซลล์ในชั้น ซ่อนเร้น	จำนวนรอบการวนซ้ำ (Number of run)									
	1-5	1-10	1-15	1-20	1-25	1-30	1-35	1-40	1-45	1-50
15	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
16	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
17	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461
ค่าเฉลี่ย	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461	0.461

ในการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย ได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ โดยมีรายละเอียดคือ (1) พิจารณาจากจุดเกิดดินถล่มจำนวน 126 จุด หรือ 4,807 pixel (2) ใช้การแบ่งช่วงของปัจจัยจากตารางที่ 4.1 (3) กำหนดข้อมูลนำเข้าจำนวน 7 ปัจจัย (4) ทดสอบด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ LM และ BR โดยกระบวนการเรียนรู้ LM กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 25 รอบ ส่วนกระบวนการเรียนรู้ BR กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 15 รอบ จากการทดสอบข้างต้น (5) ทดสอบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น ตั้งแต่ $1-2n+1$ (6) ปัจจัยความลาดชันยังไม่ได้กำหนดจุดตัดความลาดชันที่ส่งผลให้เกิดดินถล่ม (break point) และ (7) เป็นการทดสอบก่อนกระบวนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม ซึ่งการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัยได้ผลดังนี้

กระบวนการเรียนรู้ LM

จากผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM ในภาพที่ 4.4 พบว่าทั้งการใช้ค่าจริงและค่าช่วง เมื่อจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นมากขึ้น ประสิทธิภาพของแบบจำลองจะลดลง โดยพิจารณาจากเส้นแนวโน้ม (Linear trendline) แต่อย่างไรก็ตาม โดยส่วนใหญ่การใช้ค่าจริงในการทดสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าการทดสอบโดยใช้ค่าช่วง จากตารางที่ 4.4 พบว่า การใช้ค่าจริงในการทดสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.463 ซึ่งน้อยกว่าการใช้ค่าช่วงในการทดสอบที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.465 โดยการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการใช้ค่าจริงในการทดสอบและกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 3 เซลล์



ภาพที่ 4.4 ผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM

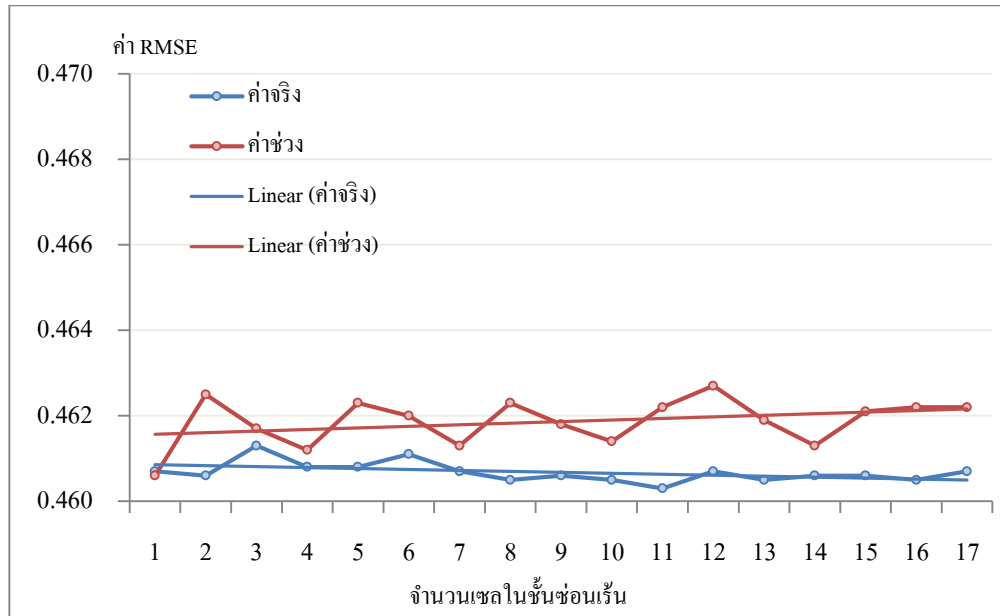
ตารางที่ 4.4 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM

จำนวนเซลในชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)		จำนวนเซลในชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)	
	ค่าจริง	ค่าช่วง		ค่าจริง	ค่าช่วง
1	0.461	0.461	10	0.465	0.463
2	0.462	0.462	11	0.464	0.467
3	0.460	0.463	12	0.462	0.465
4	0.461	0.462	13	0.466	0.467
5	0.462	0.463	14	0.467	0.467
6	0.462	0.464	15	0.464	0.468
7	0.462	0.465	16	0.463	0.469
8	0.462	0.465	17	0.469	0.467
9	0.464	0.465	ค่าเฉลี่ย	0.463	0.465

กระบวนการเรียนรู้ BR

จากผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ BR ในภาพที่ 4.5 พบว่าทั้งการใช้ค่าจริงและค่าช่วง เมื่อจำนวนเซลในชั้นซ่อนเร้นมากขึ้น ประสิทธิภาพของแบบจำลองไม่แตกต่างกันมาก

และการใช้ค่าจริงในการทดสอบจะมีความเสถียรมากกว่าการใช้ค่าช่วงทดสอบนอกจากนี้โดยส่วนใหญ่การใช้ค่าจริงในการทดสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าการทดสอบโดยใช้ค่าช่วง จากตารางที่ 4.5 พบว่า การใช้ค่าจริงในการทดสอบมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.461 ซึ่งน้อยกว่าการใช้ค่าช่วงในการทดสอบที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.462 โดยการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการใช้ค่าจริงในการทดสอบและกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 11 เซลล์



ภาพที่ 4.5 ผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR

ตารางที่ 4.5 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR

จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)		จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)	
	ค่าจริง	ค่าช่วง		ค่าจริง	ค่าช่วง
1	0.461	0.461	10	0.461	0.461
2	0.461	0.463	11	0.460	0.462
3	0.461	0.462	12	0.461	0.463
4	0.461	0.461	13	0.461	0.462
5	0.461	0.462	14	0.461	0.461
6	0.461	0.462	15	0.461	0.462
7	0.461	0.461	16	0.461	0.462

ตารางที่ 4.5 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR (ต่อ)

จำนวนเซลล์ใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)		จำนวนเซลล์ใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)	
	ค่าจริง	ค่าช่วง		ค่าจริง	ค่าช่วง
8	0.461	0.462	17	0.461	0.462
9	0.461	0.462	ค่าเฉลี่ย	0.461	0.462

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง เพื่อเปรียบเทียบการใช้ค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัยด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบการใช้ค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย

กระบวนการเรียนรู้	การทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
LM	การทดสอบโดยใช้ค่าจริง และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 3 เซลล์ (RMSE = 0.460)
BR	การทดสอบโดยใช้ค่าจริง และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 11 เซลล์ (RMSE = 0.460)

จากตารางที่ 4.6 การทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบการใช้ค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย ผลการทดสอบพบว่าทั้งกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR การใช้ค่าจริงในการทดสอบมีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากการใช้ค่าจริงเป็นข้อมูลนำเข้าในโครงข่ายประสาทเทียม จะทำให้แบบจำลองสามารถดึงค่าจริงไปใช้ในการประมวลผลได้โดยตรง และทุกค่าในแต่ละพิกเซลจะมีค่าแตกต่างกัน (ยกเว้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และข้อมูลชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ที่มีความคล้ายคลึงกันในพื้นที่ใกล้เคียงกัน) ทำให้แบบจำลองสามารถจำแนกข้อมูลได้ชัดเจน ส่งผลให้การทดสอบโดยใช้ค่าจริงมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ค่าช่วงในการทดสอบ ถึงแม้ว่าการทดสอบในแต่ละกระบวนการเรียนรู้ ทั้งการใช้ค่าจริงและค่าช่วงจะมีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกันมาก แต่เพื่อให้การนำผลการทดสอบไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ควรใช้ค่าจริงในการทดสอบเพื่อให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด

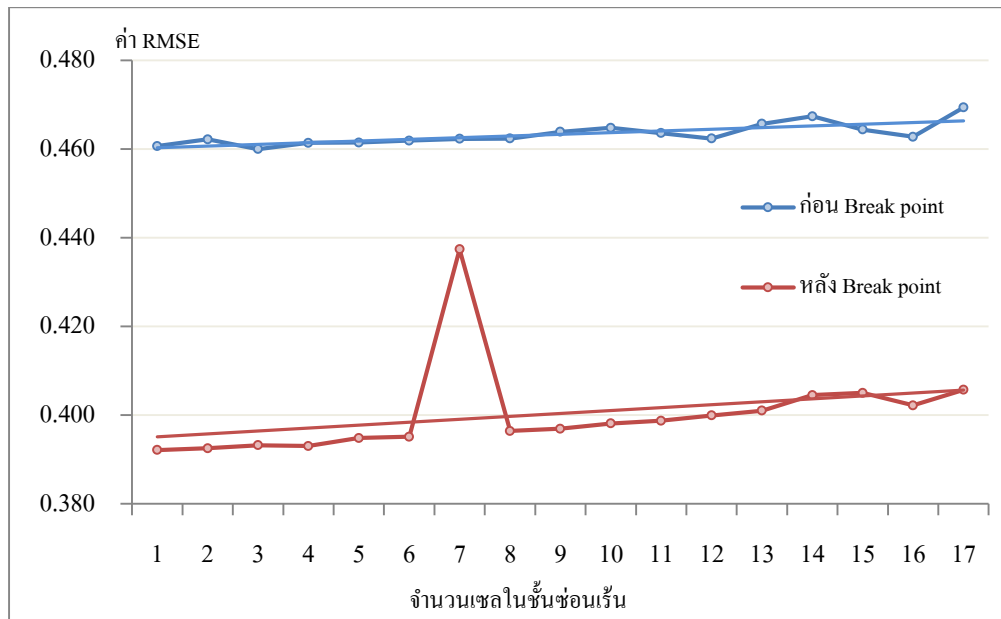
4.2 การกำหนดจุดตัด (Break point) ของปัจจัยความลาดชัน

ในการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน เป็นการทดสอบต่อจากการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย โดยนำผลที่ดีที่สุดจากการทดสอบข้างต้นมาใช้ ดังนั้นการทดสอบก่อนและหลังการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ (1) ใช้ค่าจริงในการทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งช่วงของปัจจัยใหม่ดังตารางที่ 4.1 (จากผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย) (2) พิจารณาจากจุดเกิดดินถล่มจำนวน 126 จุด หรือ 4,807 pixel ซึ่งเป็นข้อมูลชุดเดียวกับการเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย (3) กำหนดข้อมูลนำเข้าจำนวน 7 ปัจจัย (4) ทดสอบด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ LM และ BR โดยกระบวนการเรียนรู้ LM กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 25 รอบ ส่วนกระบวนการเรียนรู้ BR กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 15 รอบ (จากผลการทดสอบจำนวนรอบการวนซ้ำที่เหมาะสม) (5) ทดสอบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นตั้งแต่ $1-2n+1$ (6) ปัจจัยความลาดชันเปรียบเทียบก่อนและหลังกำหนดจุดตัดความลาดชันที่ส่งผลให้เกิดดินถล่มที่ 16.70 องศา เนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าพื้นที่เคยเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่จะเกิดในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30 หรือ 16.70 องศา (วรวิภา ตันตวินิช, 2535) (7) เป็นการทดสอบก่อนกระบวนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม ซึ่งการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันได้ผลดังนี้

กระบวนการเรียนรู้ LM

จากผลการทดสอบก่อนและหลังการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM ในภาพที่ 4.6 ในภาพรวมพบว่าทั้งก่อนและหลังการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน เมื่อจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นมากขึ้น ประสิทธิภาพของแบบจำลองจะลดลงโดยพิจารณาจากเส้นแนวโน้ม และพบว่าผลการทดสอบก่อนกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันจะค่อนข้างมีความเสถียร เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าการทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบก่อนการกำหนดจุดตัดในทุกเซลล์ของชั้นซ่อนเร้น

จากตารางที่ 4.7 พบว่าการทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.400 ซึ่งน้อยกว่าการทดสอบก่อนกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.463 ซึ่งการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์



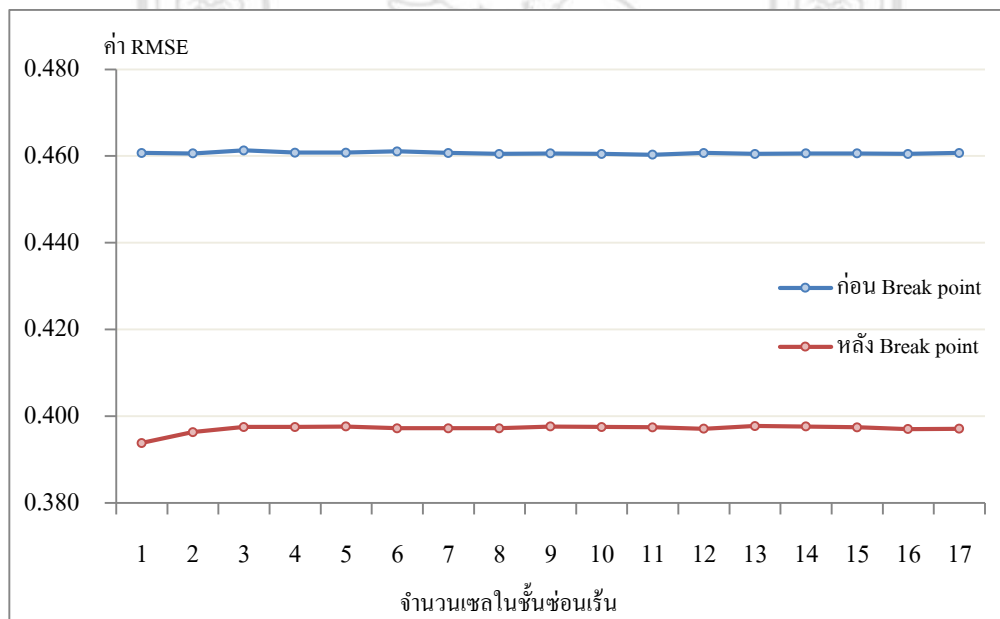
ภาพที่ 4.6 ผลการทดสอบก่อนและหลังการกำหนด Break point ด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM
 ตารางที่ 4.7 ค่าความคลาดเคลื่อนของการทดสอบก่อนและหลังการกำหนด Break point ด้วย
 กระบวนการเรียนรู้ LM

จำนวนเซลใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)		จำนวนเซลใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)	
	ก่อนกำหนด Break point	หลังกำหนด Break point		ก่อนกำหนด Break point	หลังกำหนด Break point
1	0.461	0.392	10	0.465	0.398
2	0.462	0.393	11	0.464	0.399
3	0.460	0.393	12	0.462	0.400
4	0.461	0.393	13	0.466	0.401
5	0.462	0.395	14	0.467	0.405
6	0.462	0.395	15	0.464	0.405
7	0.462	0.437	16	0.463	0.402
8	0.462	0.396	17	0.469	0.406
9	0.464	0.397	ค่าเฉลี่ย	0.463	0.400

กระบวนการเรียนรู้ BR

สำหรับการทดสอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR ในภาพที่ 4.7 พบว่าการทดสอบทั้งก่อนและหลังการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันค่อนข้างมีความเสถียร และจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นที่แตกต่างกันผลการทดสอบจะมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อน พบว่าการทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบก่อนการกำหนดจุดตัดในทุกเซลล์ของชั้นซ่อนเร้น

จากตารางที่ 4.8 พบว่าการทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.397 ซึ่งน้อยกว่าการทดสอบก่อนกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.461 ซึ่งการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ เช่นเดียวกับกระบวนการเรียนรู้ LM



ภาพที่ 4.7 ผลการทดสอบก่อนและหลังการกำหนด Break point ด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR

ตารางที่ 4.8 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบก่อนและหลังการกำหนด Break point ด้วย
กระบวนการเรียนรู้ BR

จำนวนเซลล์ใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)		จำนวนเซลล์ใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)	
	ก่อนกำหนด Break point	หลังกำหนด Break point		ก่อนกำหนด Break point	หลังกำหนด Break point
	1	0.461		0.394	10
2	0.461	0.396	11	0.460	0.397
3	0.461	0.398	12	0.461	0.397
4	0.461	0.398	13	0.461	0.398
5	0.461	0.398	14	0.461	0.398
6	0.461	0.397	15	0.461	0.397
7	0.461	0.437	16	0.461	0.397
8	0.461	0.397	17	0.461	0.397
9	0.461	0.398	ค่าเฉลี่ย	0.461	0.397

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการกำหนดจุดตัดของ
ปัจจัยความลาดชัน สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.9 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบการกำหนดจุดตัดของปัจจัย
ความลาดชัน

กระบวนการเรียนรู้	การทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
LM	การทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซล (RMSE = 0.392)
BR	การทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซล (RMSE = 0.394)

จากตารางที่ 4.9 การทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบการกำหนดจุดตัดของปัจจัย
ความลาดชัน ผลการทดสอบพบว่าทั้งกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR การทดสอบหลังกำหนดจุดตัด
ของปัจจัยความลาดชันมีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากสภาพจริงของพื้นที่เกิดดินถล่มทั่วไปจะ
เกิดขึ้นในบริเวณที่มีความลาดชันค่อนข้างมาก ดังนั้นการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันก่อน

การนำเข้าไปในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ทำให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากกว่าไม่กำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน ถึงแม้ว่าพื้นที่เกิดดินถล่มจริงในจังหวัดอุตรดิตถ์อาจจะมีโอกาสเกิดในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยกว่า 16.7 องศา แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ทำการสำรวจภาคสนาม โดยได้ระบุตำแหน่งที่เกิดดินถล่มอ้างอิงจากตำแหน่งหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ดินถล่มจำนวน 33 หมู่บ้าน บันทึกโดยสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดอุตรดิตถ์ ปี 2549 (ตารางที่ 2.3) ประกอบกับผลการสำรวจข้อมูลภาคสนามของศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ) ปี 2552 เพื่อระบุตำแหน่งของการเกิดดินโคลนถล่มโดยทำการสำรวจความเสียหายในเขตอำเภอลับแล ดังนั้นในการทดสอบแบบจำลองจึงควรเปรียบเทียบก่อนและหลังการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน เพื่อให้ได้ผลการศึกษามีประสิทธิภาพมากที่สุด สำหรับประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ต่อไป

4.3 การเปรียบเทียบจำนวนปัจจัยนำเข้า

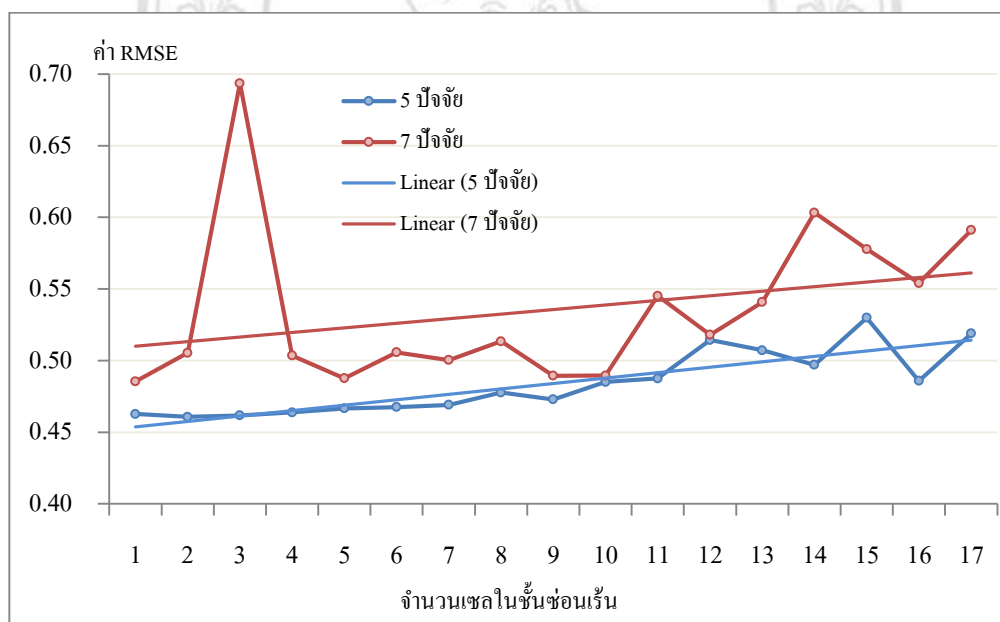
การทดสอบเพื่อเปรียบเทียบจำนวนปัจจัย ได้ทดสอบเปรียบเทียบโดยใช้ปัจจัยนำเข้า 7 ปัจจัย (ดังตารางที่ 4.1) และปัจจัยนำเข้า 5 ปัจจัย โดยตัดปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน และปัจจัยชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ เนื่องจากในการระบุพิกเซลบริเวณที่เกิดดินถล่ม พบว่าปัจจัยดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกันในพื้นที่ใกล้เคียงกัน เช่น บริเวณที่เกิดดินถล่มที่ประกอบไปด้วยหลายพิกเซลอยู่บริเวณอยู่ในเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเดียวกัน หรืออยู่ในเขตชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเดียวกัน ซึ่งความเหมือนกันของแต่ละปัจจัยในแต่ละพิกเซลอาจจะเป็นสาเหตุทำให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพลดลงได้ นอกจากนี้ในการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบจำนวนปัจจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ (1) ใช้ค่าจริงในการทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งช่วงของปัจจัยใหม่ดังตารางที่ 4.1 (จากผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย) (2) พิจารณาจากจุดเกิดดินถล่มจำนวน 128 จุด หรือ 4,091 pixel (จุดที่เกิดดินถล่ม 126 จุดที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัยและการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชันกับจุดเกิดดินถล่มจำนวน 128 จุด มีจุดเกิดดินถล่มร่วมกันประมาณร้อยละ 85 โดยจุดเกิดดินถล่มที่ใช้ในการทดสอบมีความแตกต่างกันเนื่องจากการตัดจุดที่ไม่แน่ใจว่าเป็นพื้นที่เกิดดินถล่มออกและได้เพิ่มจุดที่มีแนวโน้มเกิดดินถล่ม ส่งผลให้จำนวนพิกเซลมีจำนวนแตกต่างกันด้วย) (3) ทดสอบด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ LM และ BR โดยกระบวนการเรียนรู้ LM กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 25 รอบ ส่วนกระบวนการเรียนรู้ BR กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 15 รอบ (จากผลการทดสอบจำนวนรอบการวนซ้ำที่เหมาะสม) (4) ทดสอบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นตั้งแต่ $1-2n+1$ (5) ปัจจัยความลาดชันกำหนดจุดตัดความลาดชันที่ส่งผลให้เกิดดินถล่มที่ 16.70 องศา (จากการทดสอบการกำหนดจุดตัด

ของปัจจัยความลาดชัน) (6) เป็นการทดสอบก่อนกระบวนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม ซึ่งการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบจำนวนปัจจัย ได้ผลดังนี้

กระบวนการเรียนรู้ LM

จากการทดสอบจำนวนปัจจัยนำเข้าด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ LM ในภาพที่ 4.8 พบว่าเมื่อจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเริ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพของแบบจำลองมีแนวโน้มลดลง โดยการทดสอบโดยใช้ 5 ปัจจัย มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบโดยใช้ 7 ปัจจัย ในทุกเซลล์ในชั้นซ่อนเริ่ม และค่อนข้างเสถียรมากกว่า

จากตารางที่ 4.10 พบว่าการทดสอบโดยใช้ 5 ปัจจัยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.484 ซึ่งน้อยกว่าการทดสอบโดยใช้ 7 ปัจจัย ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.536 ซึ่งการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการทดสอบโดยใช้ 5 ปัจจัย และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเริ่ม 2 เซลล์



ภาพที่ 4.8 ผลการทดสอบจำนวนปัจจัยนำเข้าด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ LM

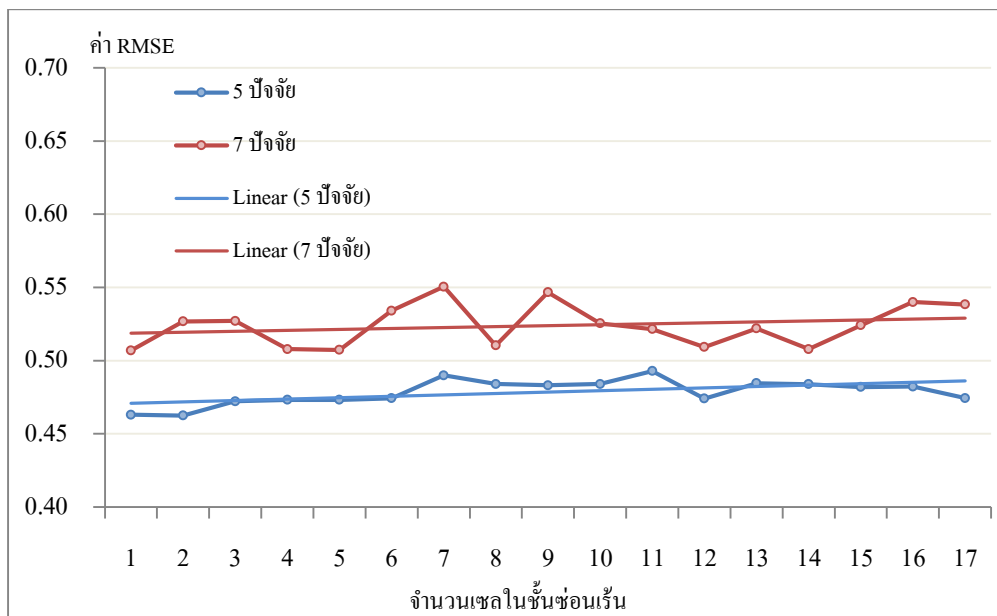
ตารางที่ 4.10 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบจำนวนปัจจัยนำเข้าด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM

จำนวนเซลล์ใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)		จำนวนเซลล์ใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)	
	5 ปัจจัย	7 ปัจจัย		5 ปัจจัย	7 ปัจจัย
1	0.463	0.485	10	0.485	0.490
2	0.461	0.505	11	0.488	0.545
3	0.462	0.694	12	0.514	0.518
4	0.464	0.504	13	0.507	0.541
5	0.467	0.488	14	0.497	0.603
6	0.468	0.506	15	0.530	0.578
7	0.469	0.500	16	0.486	0.554
8	0.478	0.514	17	0.519	0.591
9	0.473	0.489	ค่าเฉลี่ย	0.484	0.563

กระบวนการเรียนรู้ BR

สำหรับการทดสอบจำนวนปัจจัยนำเข้าด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ BR ในภาพที่ 4.9 พบว่าการทดสอบโดยใช้ 5 ปัจจัย มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบโดยใช้ 7 ปัจจัย ในทุกเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น และมีความเสถียรมากกว่าประกอบกับจำนวนเซลล์ที่แตกต่างกันผลการทดสอบมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน

โดยจากตารางที่ 4.11 พบว่าการทดสอบโดยใช้ 5 ปัจจัยค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.478 ซึ่งน้อยกว่าการทดสอบโดยใช้ 7 ปัจจัย มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.524 ซึ่งการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการทดสอบโดยใช้ 5 ปัจจัย และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ และ 2 เซลล์



ภาพที่ 4.9 ผลการทดสอบจำนวนฝึกจัยนำเข้าด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR

ตารางที่ 4.11 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบจำนวนฝึกจัยนำเข้าด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR

จำนวนเซตในชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)		จำนวนเซตในชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)	
	5 ฝึกจัย	7 ฝึกจัย		5 ฝึกจัย	7 ฝึกจัย
1	0.463	0.507	10	0.484	0.525
2	0.463	0.527	11	0.493	0.522
3	0.472	0.527	12	0.474	0.509
4	0.473	0.508	13	0.485	0.522
5	0.473	0.507	14	0.484	0.508
6	0.474	0.534	15	0.482	0.524
7	0.490	0.551	16	0.482	0.540
8	0.484	0.510	17	0.474	0.538
9	0.483	0.547	ค่าเฉลี่ย	0.478	0.524

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบจำนวนฝึกจัยนำเข้า สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางต่อไปนี้

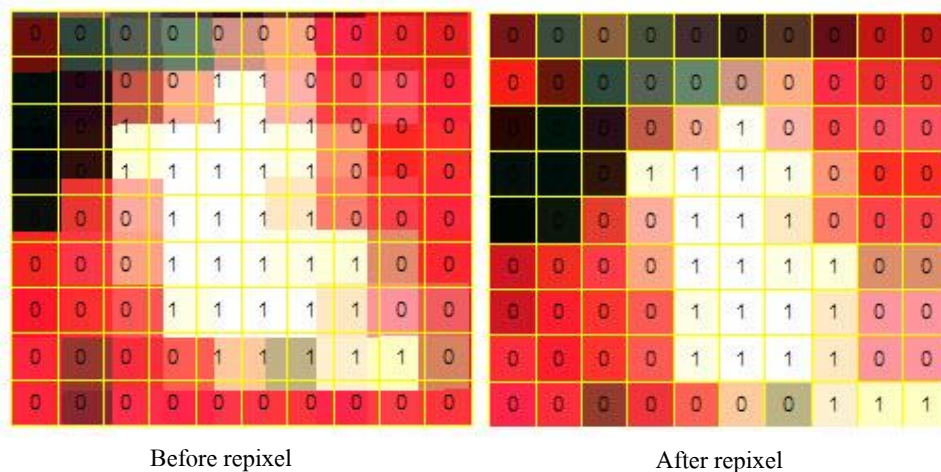
ตารางที่ 4.12 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบจำนวนปัจจัยนำเข้า

กระบวนการเรียนรู้	การทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
LM	การทดสอบโดยใช้ 5 ปัจจัยนำเข้า และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 2 เซลล์ (RMSE = 0.461)
BR	การทดสอบโดยใช้ 5 ปัจจัยนำเข้า และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ และ 2 เซลล์ (RMSE = 0.463)

จากตารางที่ 4.12 การทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบจำนวนปัจจัยนำเข้า ผลการทดสอบพบว่าทั้งกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR การทดสอบโดยใช้ 5 ปัจจัยนำเข้ามีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากการตัดปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดิน และปัจจัยชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ทำให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพขึ้น เนื่องจากการระบุพิกเซลบริเวณที่เกิดดินถล่ม พบว่าปัจจัยดังกล่าวมีความคล้ายคลึงกันในพื้นที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพลดลง ดังนั้นในการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุดรดิตถ์ จึงควรใช้ปัจจัยนำเข้าจำนวน 5 ปัจจัย

4.4 การเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ขนาดพิกเซล

เนื่องจากการทดสอบที่ผ่านมาทั้ง 3 กรณี เป็นการทดสอบก่อนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียมซึ่งปัญหาที่พบคือ ขนาดของกริด (pixel) ยังไม่ได้ถูกกำหนดให้มีขนาด 30x30 เมตรส่งผลให้การกำหนดจุดเกิดดินถล่มจึงมีความคลาดเคลื่อน (1 = เกิดดินถล่ม, 0 = ไม่เกิดดินถล่ม) ดังภาพที่ 4.10



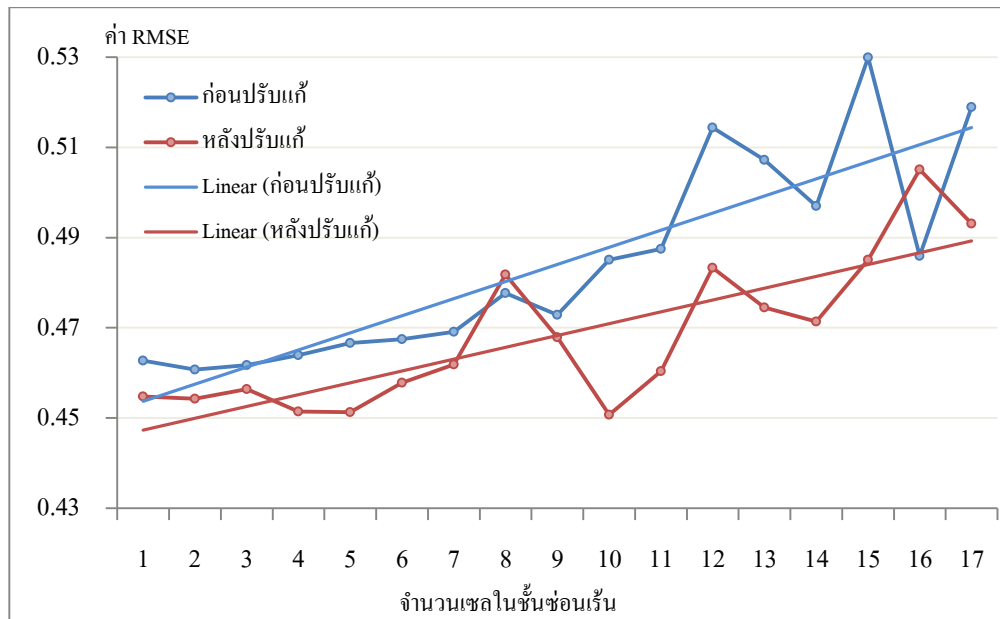
ภาพที่ 4.10 ภาพก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม

ดังนั้นการทดสอบในกลุ่มนี้จึงทำการกำหนดขนาดของกริดให้มีขนาด 30x30 เมตร (repixel) ก่อนที่จะกำหนดจุดเกิดดินถล่ม และเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม โดยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบคือ (1) ใช้ค่าจริงในการทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งช่วงของปัจจัยใหม่ดังตารางที่ 4.1 (จากผลการทดสอบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย) (2) พิจารณาจากจุดเกิดดินถล่มจำนวน 128 จุด หรือ 4,091 pixel (3) กำหนดข้อมูลนำเข้าจำนวน 5 ปัจจัย (จากผลการทดสอบจำนวนปัจจัยนำเข้า) (4) ทดสอบด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบ LM และ BR โดยกระบวนการเรียนรู้ LM กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 25 รอบ ส่วนกระบวนการเรียนรู้ BR กำหนดจำนวนรอบการวนซ้ำ 15 รอบ (จากผลการทดสอบจำนวนรอบการวนซ้ำที่เหมาะสมที่กล่าวมาข้างต้น) (5) ทดสอบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นตั้งแต่ $1-2n+1$ (6) ปัจจัยความลาดชันกำหนดจุดตัดความลาดชันที่ส่งผลให้เกิดดินถล่มที่ 16.70 องศา (จากการทดสอบการกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน) ซึ่งการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบจำนวนปัจจัย ได้ผลดังนี้

กระบวนการเรียนรู้ LM

จากการทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียมด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM ในภาพที่ 4.11 พบว่าส่วนใหญ่การทดสอบหลังปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบก่อนปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม และพบว่าก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม เมื่อจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นมากขึ้น ประสิทธิภาพของแบบจำลองมีแนวโน้มลดลง

จากตารางที่ 4.13 พบว่าการทดสอบหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.468 ซึ่งน้อยกว่าการทดสอบก่อนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.484 ซึ่งการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการทดสอบหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 4 เซลล์, จำนวน 5 เซลล์ และจำนวน 10 เซลล์



ภาพที่ 4.11 ผลการทดสอบทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียมด้วย
กระบวนการเรียนรู้ LM

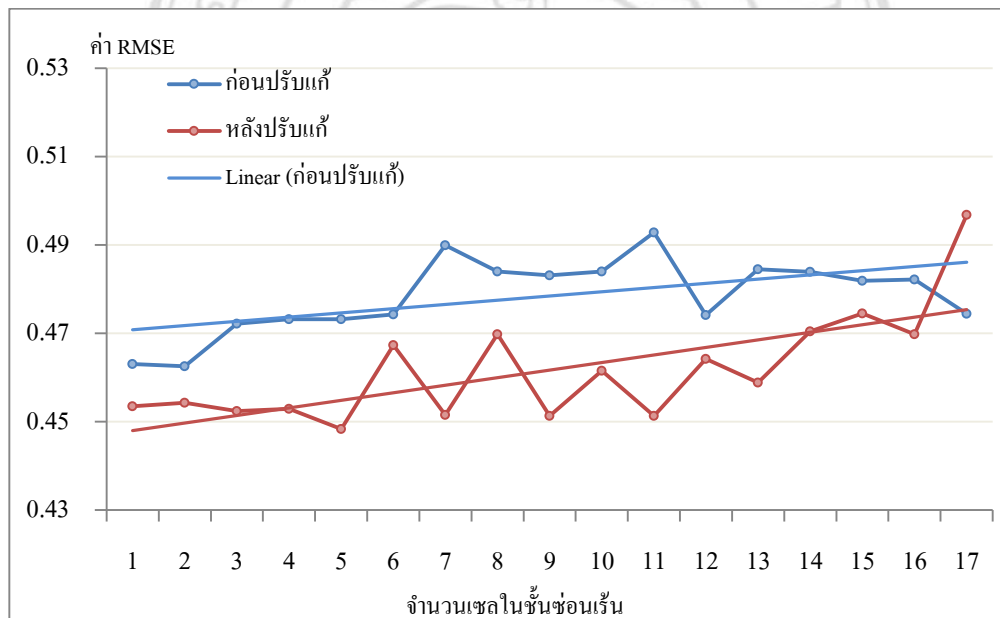
ตารางที่ 4.13 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูล
ดาวเทียมด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM

จำนวนเซลใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)		จำนวนเซลใน ชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)	
	ก่อนปรับแก้	หลังปรับแก้		ก่อนปรับแก้	หลังปรับแก้
1	0.463	0.455	10	0.485	0.451
2	0.461	0.454	11	0.488	0.460
3	0.462	0.456	12	0.514	0.483
4	0.464	0.451	13	0.507	0.475
5	0.467	0.451	14	0.497	0.471
6	0.468	0.458	15	0.530	0.485
7	0.469	0.462	16	0.486	0.505
8	0.478	0.482	17	0.519	0.493
9	0.473	0.468	ค่าเฉลี่ย	0.484	0.468

กระบวนการเรียนรู้ BR

สำหรับการทดสอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR ในภาพที่ 4.12 พบว่าส่วนใหญ่การทดสอบหลังปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบก่อนปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม และพบว่าการก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม เมื่อจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเริ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพของแบบจำลองมีแนวโน้มลดลง

จากตารางที่ 4.14 พบว่าการทดสอบหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.462 ซึ่งน้อยกว่าการทดสอบก่อนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 0.478 ซึ่งการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือการทดสอบหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเริ่ม 5 เซลล์



ภาพที่ 4.12 ผลการทดสอบทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียมด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR

ตารางที่ 4.14 ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดสอบทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียมด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR

จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)		จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น	ผลการทดสอบ (testing) (RMSE)	
	ก่อนปรับแก้	หลังปรับแก้		ก่อนปรับแก้	หลังปรับแก้
1	0.463	0.454	10	0.484	0.462
2	0.463	0.454	11	0.493	0.451
3	0.472	0.452	12	0.474	0.464
4	0.473	0.453	13	0.485	0.459
5	0.473	0.448	14	0.484	0.470
6	0.474	0.467	15	0.482	0.475
7	0.490	0.452	16	0.482	0.470
8	0.484	0.470	17	0.474	0.497
9	0.483	0.451	ค่าเฉลี่ย	0.478	0.462

จากการทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.15 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม

กระบวนการเรียนรู้	การทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
LM	การทดสอบหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 4 เซล, จำนวน 5 เซล และจำนวน 10 เซล (RMSE = 0.451)
BR	การทดสอบหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม และกำหนดจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 5 เซล (RMSE = 0.448)

จากตารางที่ 4.15 การทดสอบประสิทธิภาพแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม ผลการทดสอบพบว่าทั้งกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR การทดสอบหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียมมีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากการกำหนดขนาดของกริดให้มีขนาด 30x30 เมตร ตรงกับขนาดกริดของดาวเทียม Landsat นั้น ทำให้การกำหนดจุดเกิดดินถล่มมีความแม่นยำมากขึ้น

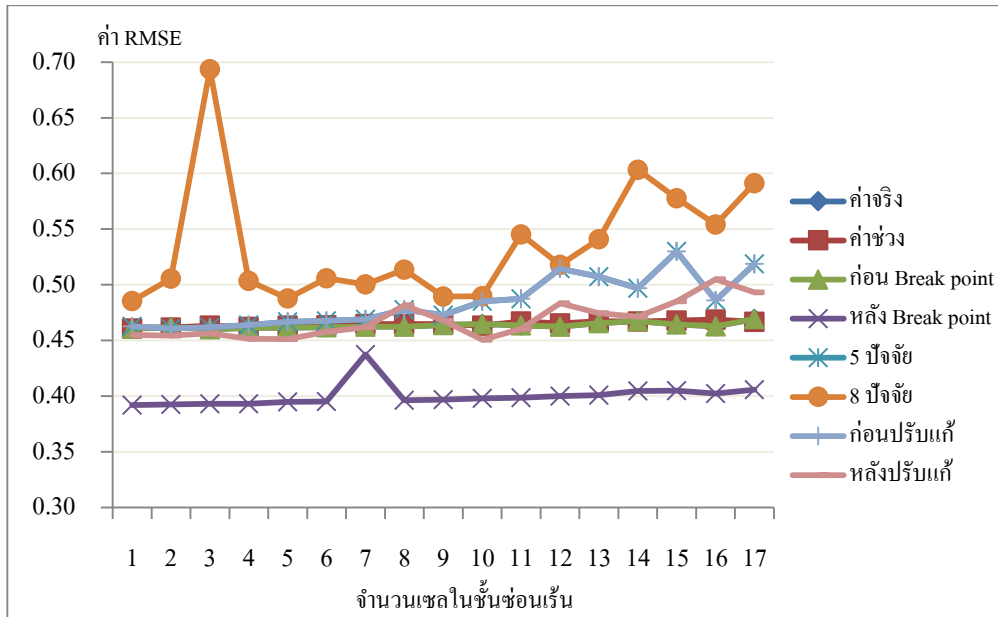
ส่งผลให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วย ซึ่งขั้นตอนการกำหนดขนาดของ กริดถือว่าเป็น ขั้นตอนที่มีความสำคัญมากและควรทำเป็นอันดับแรกก่อนที่จะระบุจุดเกิดดินถล่ม ดังนั้นในการนำผล การศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ จึงควรกำหนดขนาด ของกริดก่อนการระบุจุดเกิดดินถล่มเพื่อให้แบบจำลองมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.5 การเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้และจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น

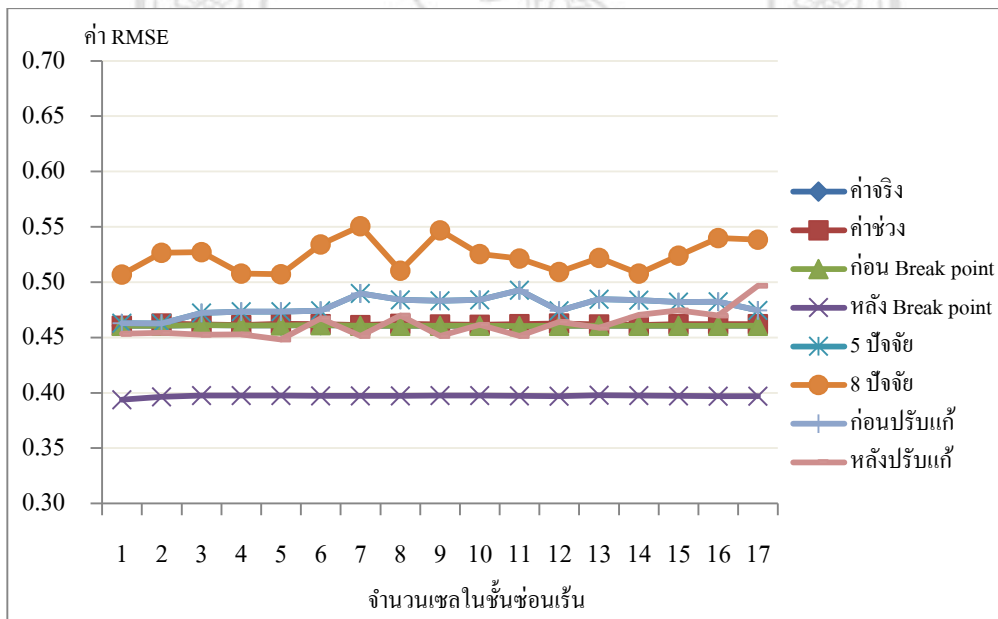
การวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม แบ่งออกเป็นการเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR และการเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น โดยนำผลจากการทดสอบทั้ง 4 กรณีมา วิเคราะห์ร่วมกัน ซึ่งประกอบด้วย การทดสอบค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย กำหนดจุดตัดของปัจจัย ความลาดชัน การเปรียบเทียบจำนวนปัจจัยนำเข้า และการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนและหลัง การปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม โดยทุกกรณีทดสอบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นตั้งแต่ $1-2n+1$ การพิจารณา แยกเป็นกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR ซึ่งได้ผลการทดสอบดังนี้

การเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น

การทดสอบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นของกระบวนการเรียนรู้ LM ในภาพที่ 4.13 พบว่า จำนวนเซลล์ ในชั้นซ่อนเร้นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดอยู่ในช่วงเซลล์ที่ 1-2, เซลล์ที่ 4-6 และเซลล์ที่ 9-10 สำหรับ กระบวนการเรียนรู้ BR ในภาพที่ 4.13 จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดอยู่ในช่วง เซลล์ที่ 1-2, เซลล์ที่ 4-5, เซลล์ที่ 11-12 โดยผลการทดสอบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นทุกกรณีแสดงใน ตารางที่ 4.16 ซึ่งพบว่า การพิจารณาจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นที่เหมาะสม พบว่าการทดสอบที่มี ประสิทธิภาพมากที่สุด คือการทดสอบในกรณีที่ 8 เนื่องจากการทดสอบที่นำผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจาก แต่ละการทดสอบ มาประมวลผลในการทดสอบกรณีที่ 8 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อน เร้นที่เหมาะสมของทั้งกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR มีค่าเท่ากับ n ของจำนวนข้อมูลนำเข้า



ภาพที่ 4.13 จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นของกระบวนการเรียนรู้ LM



ภาพที่ 4.14 จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นของกระบวนการเรียนรู้ BR

ตารางที่ 4.16 ผลการทดสอบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้นเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR

การทดสอบ	การทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด	
	LM	BR
1. การทดสอบโดยใช้ค่าจริง	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 3 เซลล์ (RMSE = 0.460)	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 11 เซลล์ (RMSE = 0.460)
2. การทดสอบโดยใช้ค่าช่วง	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ (RMSE = 0.461)	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ (RMSE = 0.461)
3. ก่อนกำหนด Break point	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 3 เซลล์ (RMSE = 0.460)	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 11 เซลล์ (RMSE = 0.460)
4. หลังกำหนด Break point	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ (RMSE = 0.392)	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ (RMSE = 0.394)
5. การทดสอบ 5 ปีจ้ยนำเข้า	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 2 เซลล์ (RMSE = 0.461)	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ และ 2 เซลล์ (RMSE = 0.463)
6. การทดสอบ 7 ปีจ้ยนำเข้า	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ (RMSE = 0.485)	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ และ 5 เซลล์ (RMSE = 0.507)
7. ก่อนปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 2 เซลล์ (RMSE = 0.461)	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 1 เซลล์ และ 2 เซลล์ (RMSE = 0.463)
8. หลังปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 4 เซลล์ และ 5 เซลล์ (RMSE = 0.451)	จำนวนเซลล์ในชั้นซ่อนเร้น 5 เซลล์ (RMSE = 0.448)

การเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้ระหว่าง LM และ BR

จากตารางที่ 4.16 เป็นการพิจารณาผลการทดสอบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในแต่ละกรณี โดยแยกเป็นเปรียบเทียบระหว่างกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR โดยพบว่า การทดสอบ 3 กรณีแรก (การทดสอบโดยใช้ค่าจริง การทดสอบโดยใช้ค่าช่วง และการทดสอบก่อนกำหนดจุดตัดของปีจ้ยความลาดชัน) ผลการทดสอบที่มีประสิทธิภาพที่สุดของกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากัน ดังนั้นจึงไม่นำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการทดสอบกรณี 4-8 พบว่า กระบวนการเรียนรู้ LM มีประสิทธิภาพมากกว่ากระบวนการเรียนรู้ BR จำนวน 4 กรณี ได้แก่ การทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปีจ้ยความลาดชัน การทดสอบโดยใช้ 5 ปีจ้ยนำเข้า การทดสอบโดยใช้ 8 ปีจ้ยนำเข้า และการทดสอบก่อน

ปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม โดยการทดสอบที่มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดในการทดสอบกระบวนการเรียนรู้ คือ การทดสอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM (ความคลาดเคลื่อน=0.392) สำหรับกระบวนการเรียนรู้ BR มีประสิทธิภาพมากกว่ากระบวนการเรียนรู้ LM จำนวน 1 กรณี คือการทดสอบหลังปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม

ดังนั้นในการนำผลการทดสอบไปประยุกต์ใช้เพื่อคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ กระบวนการเรียนรู้ LM จึงมีความเหมาะสมมากกว่ากระบวนการเรียนรู้ BR ประกอบกับกระบวนการเรียนรู้ LM ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่ากระบวนการเรียนรู้ BR ก่อนข้างมาก

4.6 สรุป

จากการวิเคราะห์แบบจำลอง โครงข่ายประสาทเทียมดังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปแบบจำลองที่เหมาะสมในการคาดการณ์พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในจังหวัดอุตรดิตถ์ ในประเด็นต่างๆดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้า ประกอบด้วย การเปรียบเทียบการใช้ค่าจริงและค่าช่วงของปัจจัย ผลการศึกษา พบว่าการทดสอบโดยใช้ค่าจริงมีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบโดยใช้ค่าช่วง โดยกระบวนการเรียนรู้ LM มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) น้อยกว่าประมาณ 0.002 กระบวนการเรียนรู้ BR มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 0.001 นอกจากนี้การใช้ค่าจริงในการทดสอบยังประหยัดเวลาในการจัดกลุ่มข้อมูลด้วย การกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน ผลการศึกษา พบว่าการทดสอบหลังกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบก่อนกำหนดจุดตัดของปัจจัยความลาดชัน โดยกระบวนการเรียนรู้ LM มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 0.063 กระบวนการเรียนรู้ BR มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 0.064 การเปรียบเทียบจำนวนปัจจัยนำเข้า ผลการศึกษาพบว่า การทดสอบโดยใช้ปัจจัยนำเข้า 5 ปัจจัย มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบโดยใช้ปัจจัยนำเข้า 8 ปัจจัย โดยกระบวนการเรียนรู้ LM มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 0.052 กระบวนการเรียนรู้ BR มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 0.046

การเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนและหลังการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม พบว่าการทดสอบหลังปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม มีประสิทธิภาพมากกว่าการทดสอบก่อนการปรับแก้ข้อมูลดาวเทียม โดยกระบวนการเรียนรู้ LM มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 0.016 กระบวนการเรียนรู้ BR มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยน้อยกว่าประมาณ 0.016 เช่นเดียวกัน

การวิเคราะห์แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ประกอบด้วย การเปรียบเทียบจำนวนเซลล์ในชั้นซ่อน
เร้น ผลการศึกษาพบว่าทั้งกระบวนการเรียนรู้ LM และ BR มีจำนวนเซลล์ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
เหมือนกัน โดยมีค่าเท่ากับ n ของจำนวนข้อมูลนำเข้า สำหรับการเปรียบเทียบกระบวนการเรียนรู้
ระหว่าง LM และ BR ผลการศึกษาพบว่า การทดสอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ LM มีประสิทธิภาพ
มากกว่าการทดสอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ BR และยังใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่าด้วย



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved