# บทที่ 4

## ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อหาข้อสรุปที่เหมาะสมในการเลือกวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชันความเสียหาย ซึ่งศึกษาการแจกแจงที่ให้ฟังก์ชันที่เบ้ขวาคือ การแจกแจงไวบุลล์ และการแจกแจงลอกนอร์มอล ที่มีข้อมูลถูกตัดปลายทางซ้ายและขวา ค่าที่ถูกตัดปลายทั้งสองเป็นค่าคงที่ โดยจะศึกษาเปรียบเทียบรากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสอง (RMSE) จากวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ 3 วิธีต่อไปนี้ วิธีกำลังสองน้อยที่สุด วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด และวิธีไค-สแคว์ต่ำสุด เพื่อหาผลสรุปว่า วิธีการใดจะให้ค่า RMSE ต่ำสุดในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จำลองขึ้นมาในการทดลองครั้งนี้

จากการศึกษาถึงวิธีการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีการต่าง ๆ จะใช้ค่า RMSE เป็นเกณฑ์ในการใช้วัดของวิธีการประมาณ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ครั้งนี้จะเสนอเป็นตารางและรูปกราฟเพื่อเป็นการสะดวกในการอธิบาย จะใช้สัญลักษณ์ต่อไปนี้แทนความหมายต่าง ๆ ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| $n$ | หมายถึง | จำนวนตัวอย่างที่ศึกษา |
| $k$ | หมายถึง | จำนวนชั้นของกลุ่มจำนวนตัวอย่างที่ศึกษา |
| $d$ | หมายถึง | ค่าความเสียหายที่ถูกตัดปลายทางซ้าย |
| $w$ | หมายถึง | ค่าความเสียหายที่ถูกตัดปลายทางขวา |
| ML | หมายถึง | วิธีภาวะน่าจะเป็นสูงสุด |
| LS | หมายถึง | วิธีกำลังสองน้อยที่สุด |
| MC | หมายถึง | วิธีไค-สแคว์ต่ำสุด |
| RMSE | หมายถึง | ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่าพารามิเตอร์ |

การเปรียบเทียบค่า RMSE จากการประมาณค่าพารามิเตอร์ทั้ง 3 วิธีที่กล่าวไว้ข้างต้น จะแสดงในรูปตารางและรูปกราฟ โดยมีขนาดตัวอย่าง 100 300 500 700 และ 1,000 ซึ่งมีการจัดกลุ่ม จำนวนตัวอย่างเป็น 10 18 23 27 และ 32 ชั้น ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวาเป็น 5% 10% 15% 20% 25% และ 30% ค่าความเสียหายที่ถูกตัดปลายทาง

ข้ายเป็น 1,000 และ 2,000 ค่าความเสียหายที่ถูกตัดปลายทางขวา 100,000 150,000 และ 200,000

1. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบไวบูลล์

ศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์เป็นดังนี้ $\tau$ = 1.0 $c$ = 0.2 ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 สำหรับผลการวิจัยจะนำเสนอในตารางที่ 4.1 - 4.6 และจะแสดงกราฟในรูปที่ 4.1 - 4.12 โดยรูปที่ 4.1 - 4.6 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า RMSE กับ จำนวนตัวอย่าง $n$ รูปที่ 4.7 - 4.12 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า RMSE กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา

จากตารางที่ 4.1 ($d$ =0.1 $w$=10.0) และ 4.4 ($d$ =0.2 $w$=10.0) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) วิธี ML จะเป็นวิธีที่ทำให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในทุก ๆ กรณีการศึกษา ซึ่งวิธี MC และวิธี LS จะให้ค่า RMSE ที่มากขึ้นตามลำดับ โดยวิธี MC จะให้ค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกับวิธี ML ทุกเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา

2) ณ ค่าเปอร์เซ็นต์การตัดใด ๆ เมื่อ $n$ เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่า RMSE ลดลง ในทุก ๆ วิธีการประมาณ (จากกราฟรูปที่ 4.1 และ 4.4)

3) ทุกค่า $n$ เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวาในช่วงหนึ่ง จะทำให้ค่า RMSE ลดต่ำลง ส่วนใหญ่อยู่ที่ค่า 15 เปอร์เซ็นต์ของการตัดปลายทางขวา เนื่องจากการกระจายข้อมูลยังคงอยู่รอบ ๆ ของข้อมูลส่วนใหญ่ที่ใกล้จุดตัด (จากกราฟรูปที่ 4.7 และ 4.10)

จากตารางที่ 4.2 ($d$ =0.1 $w$=15.0) และ 4.5 ($d$ =0.2 $w$=15.0) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) วิธี ML จะเป็นวิธีที่ทำให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในทุก ๆ กรณีการศึกษา ซึ่งวิธี MC และวิธี LS จะให้ค่า RMSE ที่มากขึ้นตามลำดับ โดยวิธี MC จะให้ค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกับวิธี ML ทุกเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา

2) ณ ค่าเปอร์เซ็นต์การตัดใด ๆ เมื่อ $n$ เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่า RMSE ลดลง ในทุก ๆ วิธีการประมาณ (จากกราฟรูปที่ 4.2 และ 4.5)

3) ทุกค่า $n$ เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวาในช่วงหนึ่ง วิธี ML และวิธี MC จะให้ค่า RMSE ลดต่ำลง ส่วนใหญ่อยู่ที่ค่าระหว่าง 15 - 25 เปอร์เซ็นต์ของการตัดปลายทางขวา ส่วนวิธี LS จะให้ค่า RMSE เพิ่มมากขึ้น (จากกราฟรูปที่ 4.8 และ 4.11)

จากตารางที่ 4.3 ($d$ =0.1 $w$=20.0) และ 4.6 ($d$ =0.2 $w$=20.0) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) วิธี ML จะเป็นวิธีที่ทำให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในทุก ๆ กรณีการศึกษา ซึ่งวิธี MC และวิธี LS จะให้ค่า RMSE ที่มากขึ้นตามลำดับ โดยวิธี MC จะให้ค่า RMSE ที่ใกล้เคียงกับวิธี ML ทุกเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา

2) ณ ค่าเปอร์เซ็นต์การตัดใด ๆ เมื่อ $n$ เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่า RMSE ลดลงทุกวิธีการประมาณค่า (จากกราฟรูปที่ 4.3 และ 4.6)

3) ทุกค่า $n$ เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา จะทำให้ค่า RMSE เพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ วิธีการประมาณค่า (จากกราฟรูปที่ 4.9 และ 4.12)

ตารางที่ 4.1 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $\alpha$ =0.1 $w$=10.0

| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.136417 | 0.139377 | 0.139061 |
| | 300 | 0.078599 | 0.085761 | 0.083510 |
| | 500 | 0.066189 | 0.068186 | 0.067789 |
| | 700 | 0.059169 | 0.059806 | 0.060760 |
| | 1000 | 0.052990 | 0.057502 | 0.053833 |
| 10% | 100 | 0.130505 | 0.134906 | 0.134108 |
| | 300 | 0.073894 | 0.085681 | 0.077194 |
| | 500 | 0.063332 | 0.070321 | 0.063809 |
| | 700 | 0.055124 | 0.062124 | 0.055280 |
| | 1000 | 0.046242 | 0.054790 | 0.047082 |
| 15% | 100 | 0.132533 | 0.136565 | 0.133544 |
| | 300 | 0.076844 | 0.082642 | 0.077059 |
| | 500 | 0.057420 | 0.068928 | 0.057948 |
| | 700 | 0.049108 | 0.061366 | 0.049408 |
| | 1000 | 0.039362 | 0.047542 | 0.039498 |
| 20% | 100 | 0.130558 | 0.141421 | 0.136449 |
| | 300 | 0.079887 | 0.082642 | 0.079437 |
| | 500 | 0.058609 | 0.068928 | 0.059198 |
| | 700 | 0.050182 | 0.061366 | 0.049419 |
| | 1000 | 0.040125 | 0.052918 | 0.041190 |
| 25% | 100 | 0.130737 | 0.149156 | 0.142267 |
| | 300 | 0.084935 | 0.088680 | 0.081668 |
| | 500 | 0.060320 | 0.076172 | 0.063550 |
| | 700 | 0.051133 | 0.065778 | 0.051151 |
| | 1000 | 0.043787 | 0.061377 | 0.043845 |
| 30% | 100 | 0.137445 | 0.155127 | 0.147446 |
| | 300 | 0.086097 | 0.093541 | 0.086493 |
| | 500 | 0.064502 | 0.079865 | 0.065115 |
| | 700 | 0.053156 | 0.071894 | 0.053345 |
| | 1000 | 0.043981 | 0.067453 | 0.045699 |

ตารางที่ 4.2 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$=0.1 $w$=15.0

| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.111167 | 0.115877 | 0.126002 |
| | 300 | 0.059769 | 0.065739 | 0.068859 |
| | 500 | 0.045346 | 0.051931 | 0.045848 |
| | 700 | 0.038227 | 0.043372 | 0.039232 |
| | 1000 | 0.032508 | 0.037776 | 0.032939 |
| 10% | 100 | 0.121808 | 0.127119 | 0.122442 |
| | 300 | 0.063773 | 0.071211 | 0.063809 |
| | 500 | 0.047818 | 0.056443 | 0.048202 |
| | 700 | 0.039532 | 0.045647 | 0.039648 |
| | 1000 | 0.033358 | 0.041192 | 0.033388 |
| 15% | 100 | 0.127566 | 0.130758 | 0.128311 |
| | 300 | 0.065121 | 0.072543 | 0.065588 |
| | 500 | 0.048043 | 0.058991 | 0.048488 |
| | 700 | 0.040334 | 0.052237 | 0.041122 |
| | 1000 | 0.035120 | 0.046239 | 0.036779 |
| 20% | 100 | 0.125754 | 0.129561 | 0.125813 |
| | 300 | 0.069451 | 0.089440 | 0.070046 |
| | 500 | 0.048453 | 0.064257 | 0.048453 |
| | 700 | 0.042660 | 0.059288 | 0.042665 |
| | 1000 | 0.033923 | 0.054413 | 0.034275 |
| 25% | 100 | 0.129211 | 0.139328 | 0.134606 |
| | 300 | 0.067279 | 0.087260 | 0.069003 |
| | 500 | 0.054340 | 0.070057 | 0.056862 |
| | 700 | 0.045141 | 0.066182 | 0.046059 |
| | 1000 | 0.035548 | 0.062331 | 0.037372 |
| 30% | 100 | 0.137611 | 0.150420 | 0.148009 |
| | 300 | 0.070624 | 0.096494 | 0.073326 |
| | 500 | 0.052793 | 0.079373 | 0.053097 |
| | 700 | 0.044106 | 0.074217 | 0.045268 |
| | 1000 | 0.037173 | 0.069565 | 0.037801 |

ตารางที่ 4.3 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.1 $w$=20.0

| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.104387 | 0.122854 | 0.107823 |
| | 300 | 0.054135 | 0.065101 | 0.054704 |
| | 500 | 0.040196 | 0.048235 | 0.040830 |
| | 700 | 0.032262 | 0.041772 | 0.032800 |
| | 1000 | 0.027929 | 0.033772 | 0.028213 |
| 10% | 100 | 0.110203 | 0.128459 | 0.108231 |
| | 300 | 0.051724 | 0.069109 | 0.056373 |
| | 500 | 0.041309 | 0.052315 | 0.041309 |
| | 700 | 0.033586 | 0.044267 | 0.035089 |
| | 1000 | 0.028543 | 0.038157 | 0.028765 |
| 15% | 100 | 0.111786 | 0.133014 | 0.115174 |
| | 300 | 0.056180 | 0.074089 | 0.057381 |
| | 500 | 0.043512 | 0.059593 | 0.046231 |
| | 700 | 0.036067 | 0.052704 | 0.036053 |
| | 1000 | 0.029491 | 0.046849 | 0.297851 |
| 20% | 100 | 0.111212 | 0.132122 | 0.113864 |
| | 300 | 0.060253 | 0.082625 | 0.060778 |
| | 500 | 0.042991 | 0.066162 | 0.043955 |
| | 700 | 0.036756 | 0.060102 | 0.038878 |
| | 1000 | 0.031162 | 0.056262 | 0.031293 |
| 25% | 100 | 0.118906 | 0.141102 | 0.125041 |
| | 300 | 0.059319 | 0.087270 | 0.060574 |
| | 500 | 0.044380 | 0.074898 | 0.046189 |
| | 700 | 0.037433 | 0.070438 | 0.040168 |
| | 1000 | 0.030106 | 0.065120 | 0.035462 |
| 30% | 100 | 0.127524 | 0.145386 | 0.130562 |
| | 300 | 0.061144 | 0.096094 | 0.061633 |
| | 500 | 0.046777 | 0.085647 | 0.047676 |
| | 700 | 0.046009 | 0.080673 | 0.046654 |
| | 1000 | 0.035929 | 0.076205 | 0.038910 |

ตารางที่ 4.4 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.2 $w$=10.0

| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.153816 | 0.160705 | 0.153921 |
| | 300 | 0.091857 | 0.094800 | 0.091947 |
| | 500 | 0.076144 | 0.076842 | 0.076939 |
| | 700 | 0.060201 | 0.069224 | 0.067879 |
| | 1000 | 0.062140 | 0.059423 | 0.066472 |
| 10% | 100 | 0.015104 | 0.167669 | 0.151381 |
| | 300 | 0.091753 | 0.100000 | 0.092930 |
| | 500 | 0.073667 | 0.082847 | 0.073939 |
| | 700 | 0.064326 | 0.075441 | 0.067376 |
| | 1000 | 0.053935 | 0.066154 | 0.055562 |
| 15% | 100 | 0.150857 | 0.163072 | 0.151489 |
| | 300 | 0.087712 | 0.092809 | 0.089987 |
| | 500 | 0.065196 | 0.074372 | 0.066349 |
| | 700 | 0.056061 | 0.065933 | 0.056492 |
| | 1000 | 0.046347 | 0.056725 | 0.046895 |
| 20% | 100 | 0.153800 | 0.162435 | 0.155836 |
| | 300 | 0.091913 | 0.097102 | 0.092519 |
| | 500 | 0.066798 | 0.078744 | 0.067398 |
| | 700 | 0.056697 | 0.068917 | 0.057173 |
| | 1000 | 0.046687 | 0.060003 | 0.048634 |
| 25% | 100 | 0.160033 | 0.166364 | 0.160728 |
| | 300 | 0.093535 | 0.101413 | 0.093594 |
| | 500 | 0.069995 | 0.086814 | 0.072419 |
| | 700 | 0.060531 | 0.076042 | 0.060633 |
| | 1000 | 0.049866 | 0.066182 | 0.049920 |
| 30% | 100 | 0.165493 | 0.169283 | 0.168219 |
| | 300 | 0.096315 | 0.103769 | 0.098361 |
| | 500 | 0.071632 | 0.091880 | 0.073221 |
| | 700 | 0.059314 | 0.080496 | 0.060437 |
| | 1000 | 0.051999 | 0.074480 | 0.061371 |

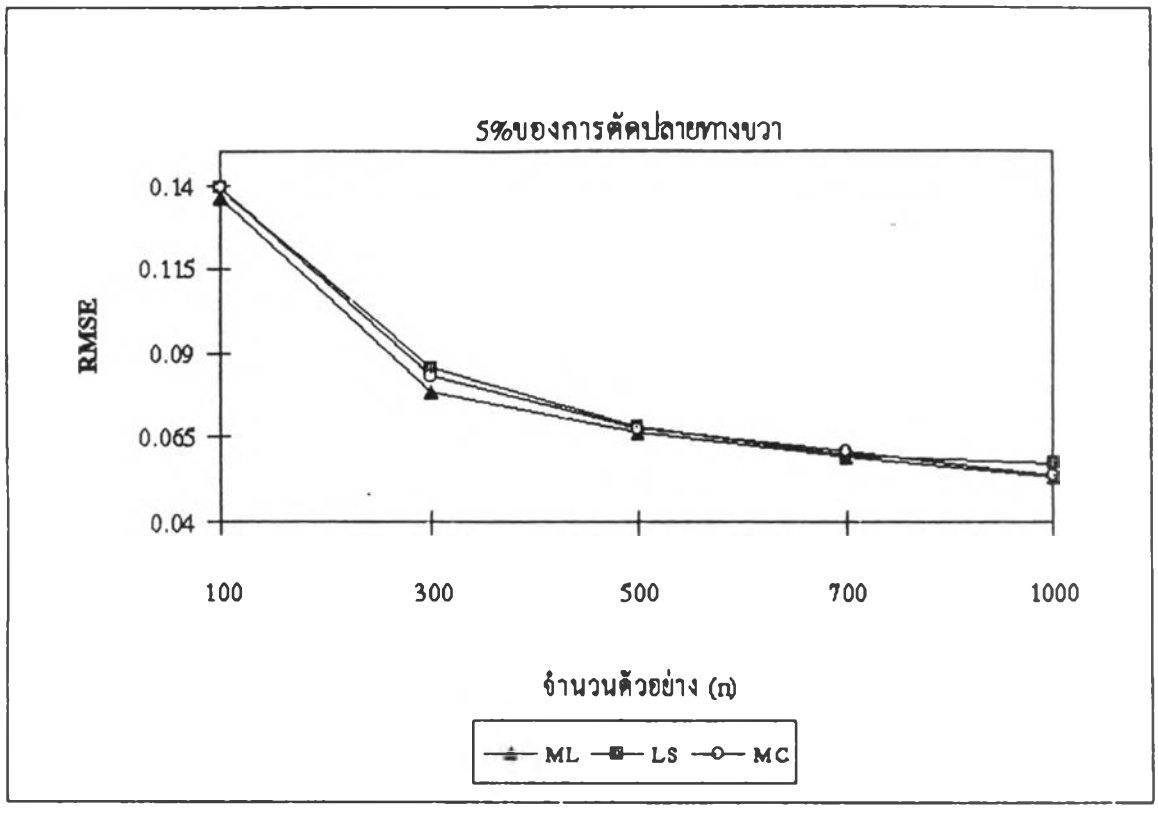
ตารางที่ 4.5 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.2 $w$=15.0

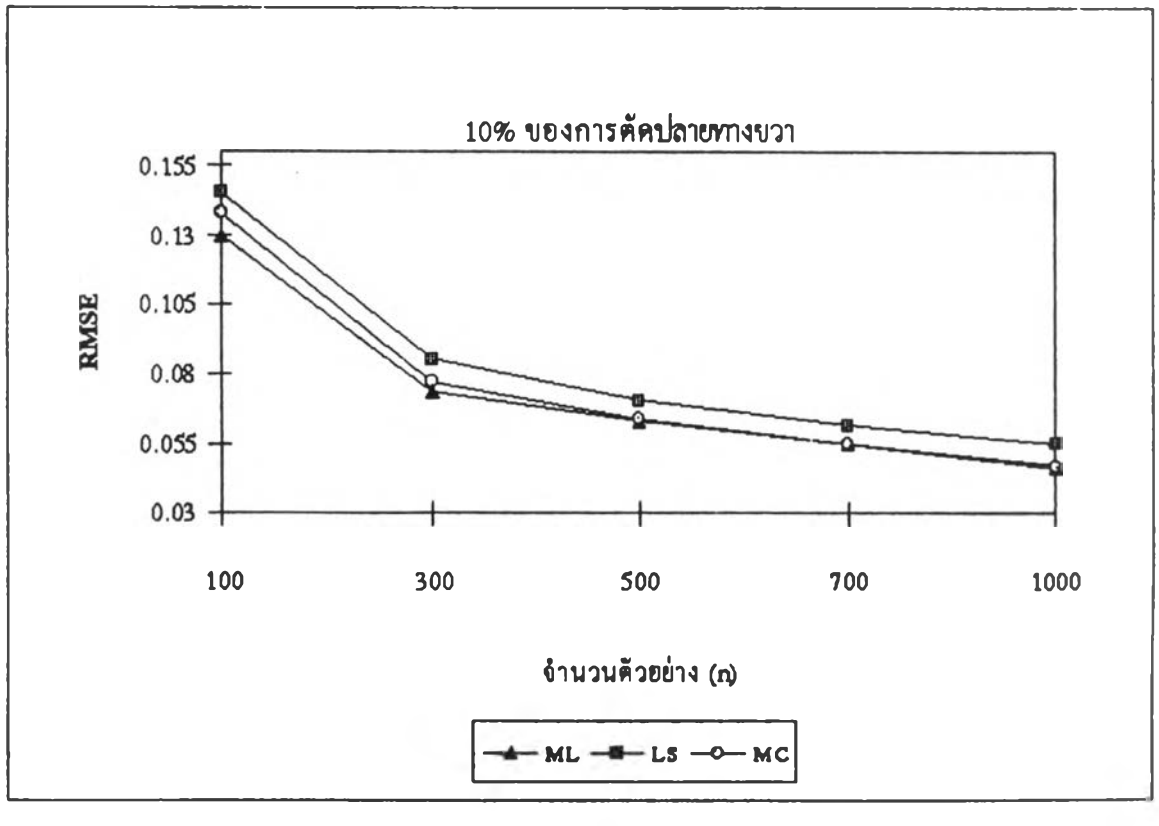
| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.121098 | 0.135938 | 0.124305 |
| | 300 | 0.068494 | 0.074174 | 0.068885 |
| | 500 | 0.050963 | 0.059238 | 0.052676 |
| | 700 | 0.043257 | 0.050942 | 0.043401 |
| | 1000 | 0.034699 | 0.042286 | 0.035715 |
| 10% | 100 | 0.133419 | 0.138570 | 0.135162 |
| | 300 | 0.068857 | 0.079498 | 0.070000 |
| | 500 | 0.051978 | 0.063757 | 0.053814 |
| | 700 | 0.040162 | 0.051752 | 0.042959 |
| | 1000 | 0.036053 | 0.047073 | 0.036336 |
| 15% | 100 | 0.137618 | 0.139841 | 0.141173 |
| | 300 | 0.070266 | 0.081728 | 0.070398 |
| | 500 | 0.051440 | 0.067409 | 0.053099 |
| | 700 | 0.045725 | 0.059963 | 0.046356 |
| | 1000 | 0.037627 | 0.053670 | 0.037942 |
| 20% | 100 | 0.137636 | 0.140171 | 0.138417 |
| | 300 | 0.073914 | 0.090429 | 0.074850 |
| | 500 | 0.052653 | 0.072341 | 0.053311 |
| | 700 | 0.046034 | 0.067167 | 0.049136 |
| | 1000 | 0.037102 | 0.060432 | 0.037700 |
| 25% | 100 | 0.144319 | 0.150986 | 0.147921 |
| | 300 | 0.072192 | 0.094114 | 0.072192 |
| | 500 | 0.056699 | 0.078907 | 0.057167 |
| | 700 | 0.048915 | 0.073934 | 0.049153 |
| | 1000 | 0.038727 | 0.071141 | 0.040786 |
| 30% | 100 | 0.149006 | 0.157993 | 0.153744 |
| | 300 | 0.078109 | 0.106966 | 0.081526 |
| | 500 | 0.058222 | 0.089197 | 0.060291 |
| | 700 | 0.048620 | 0.084628 | 0.049687 |
| | 1000 | 0.042622 | 0.077888 | 0.047205 |

ตารางที่ 4.6 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.2 $w$=20.0

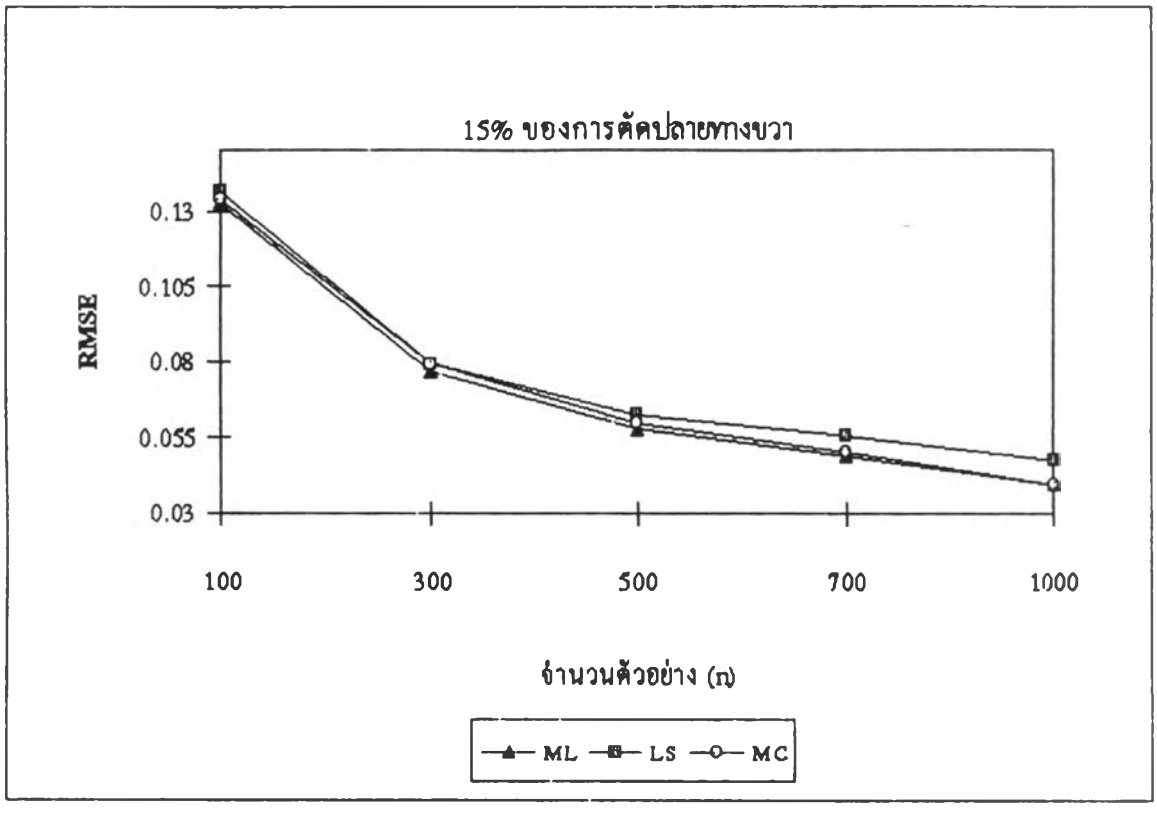
| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.109458 | 0.133660 | 0.113594 |
| | 300 | 0.058784 | 0.070986 | 0.058847 |
| | 500 | 0.042843 | 0.053563 | 0.043613 |
| | 700 | 0.036939 | 0.045913 | 0.037934 |
| | 1000 | 0.030405 | 0.037202 | 0.031984 |
| 10% | 100 | 0.116271 | 0.136466 | 0.116246 |
| | 300 | 0.061335 | 0.075253 | 0.062380 |
| | 500 | 0.044734 | 0.057332 | 0.046411 |
| | 700 | 0.036963 | 0.048662 | 0.038367 |
| | 1000 | 0.031323 | 0.043520 | 0.032542 |
| 15% | 100 | 0.124224 | 0.145099 | 0.124555 |
| | 300 | 0.062108 | 0.080585 | 0.062959 |
| | 500 | 0.048065 | 0.065985 | 0.045784 |
| | 700 | 0.040179 | 0.057732 | 0.040386 |
| | 1000 | 0.032955 | 0.051981 | 0.033601 |
| 20% | 100 | 0.120207 | 0.141979 | 0.125762 |
| | 300 | 0.063279 | 0.090454 | 0.064047 |
| | 500 | 0.049434 | 0.072774 | 0.048117 |
| | 700 | 0.039938 | 0.066626 | 0.041207 |
| | 1000 | 0.034264 | 0.063063 | 0.034771 |
| 25% | 100 | 0.124348 | 0.154412 | 0.125784 |
| | 300 | 0.063009 | 0.095488 | 0.064237 |
| | 500 | 0.050997 | 0.082055 | 0.048713 |
| | 700 | 0.040798 | 0.077097 | 0.041304 |
| | 1000 | 0.034322 | 0.072388 | 0.035322 |
| 30% | 100 | 0.137049 | 0.158591 | 0.138979 |
| | 300 | 0.063242 | 0.107252 | 0.064296 |
| | 500 | 0.051497 | 0.093862 | 0.051817 |
| | 700 | 0.041533 | 0.089196 | 0.043035 |
| | 1000 | 0.034655 | 0.084581 | 0.035833 |

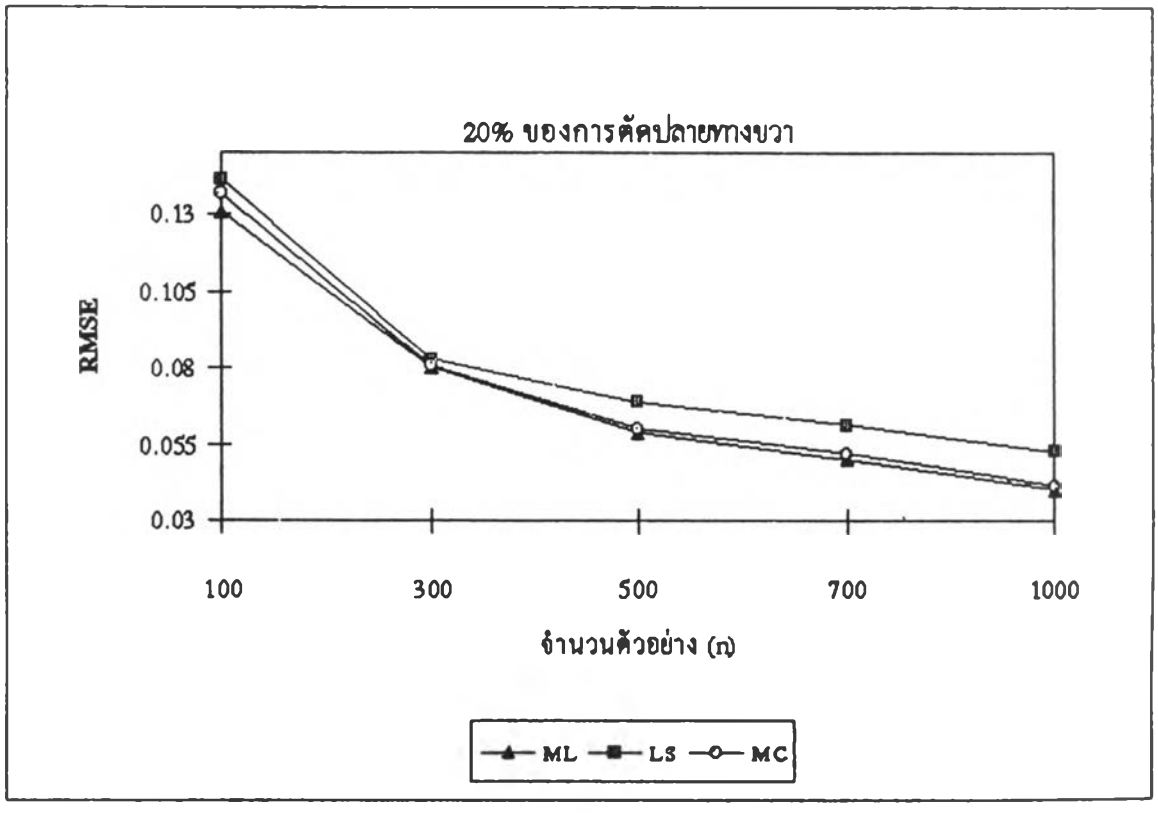
รูปที่ 4.1 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง ($n$) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $\alpha$=0.1 $w$=10.0



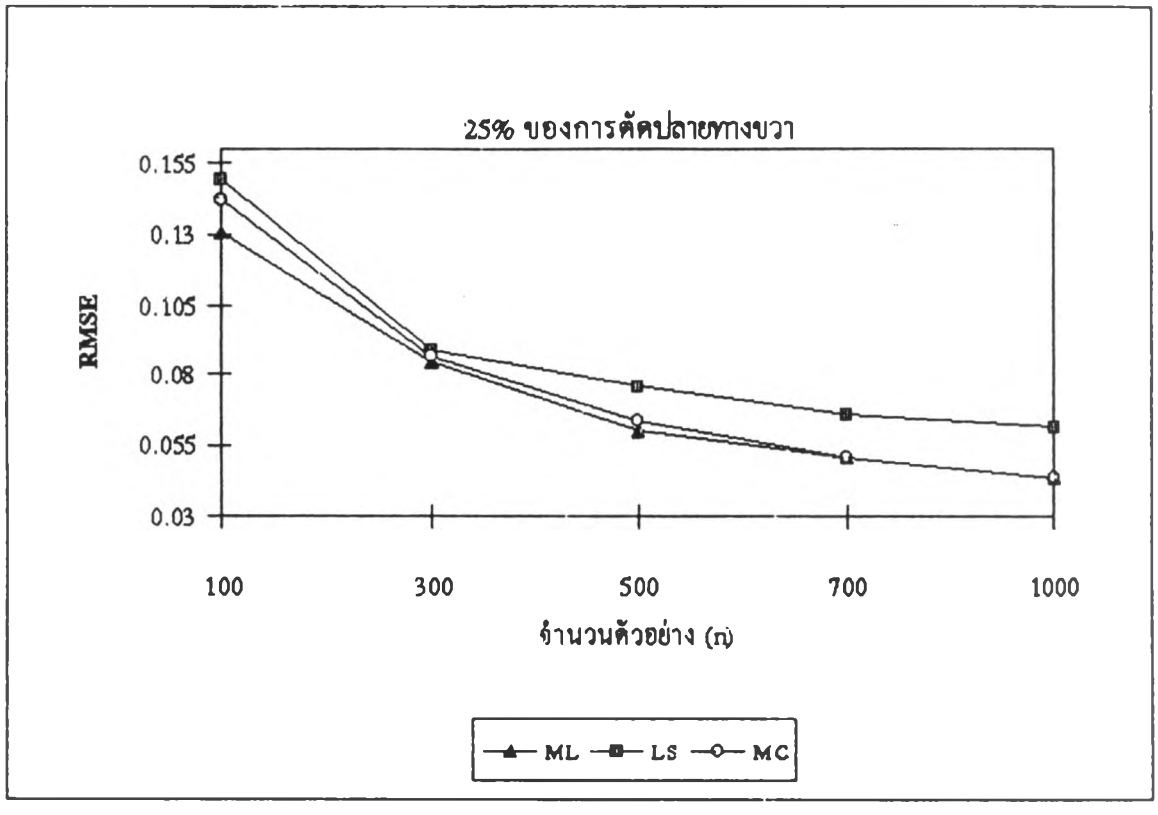



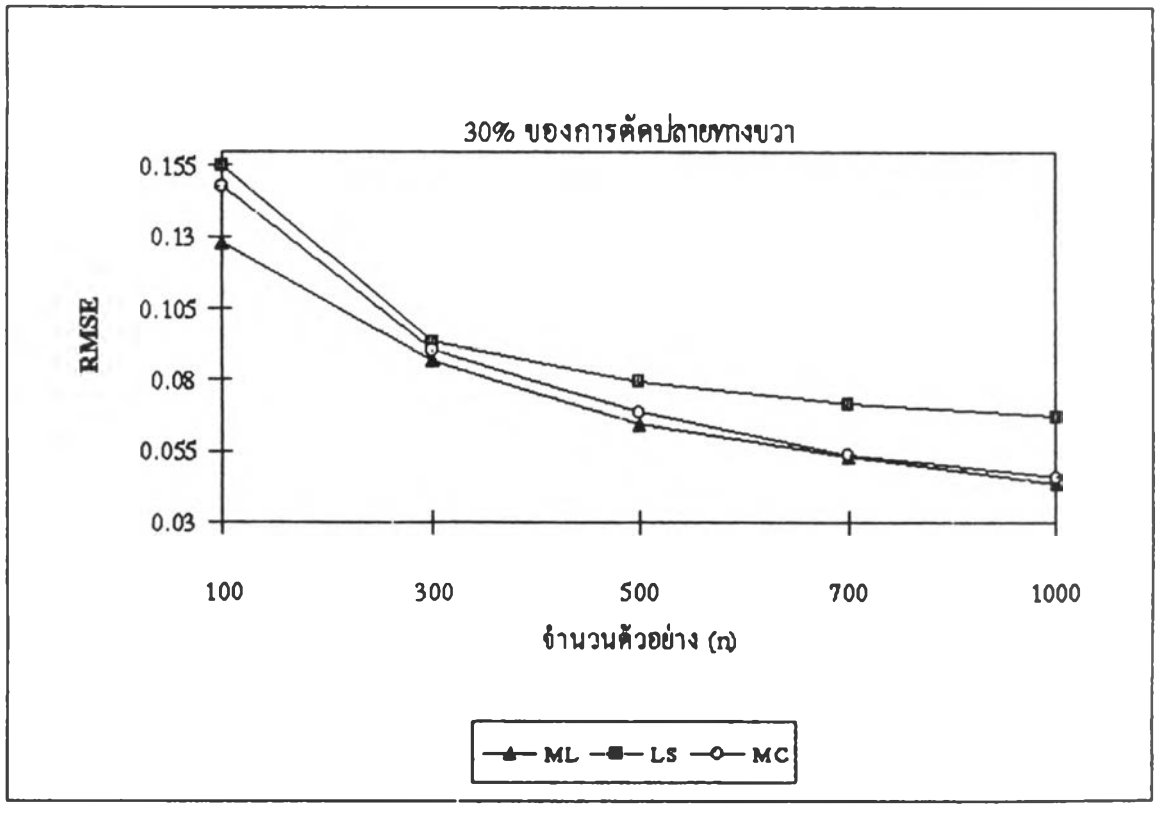
รูปที่ 4 1 (ต่อ)


15% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

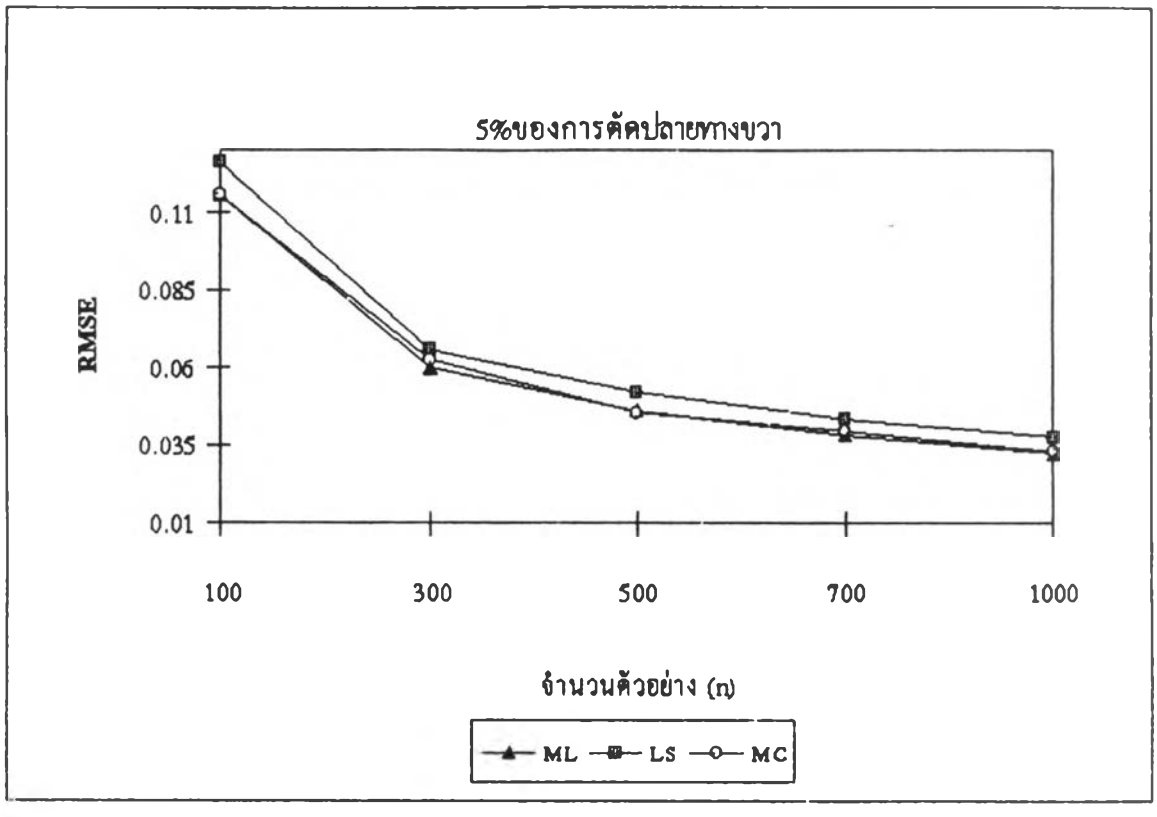

20% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

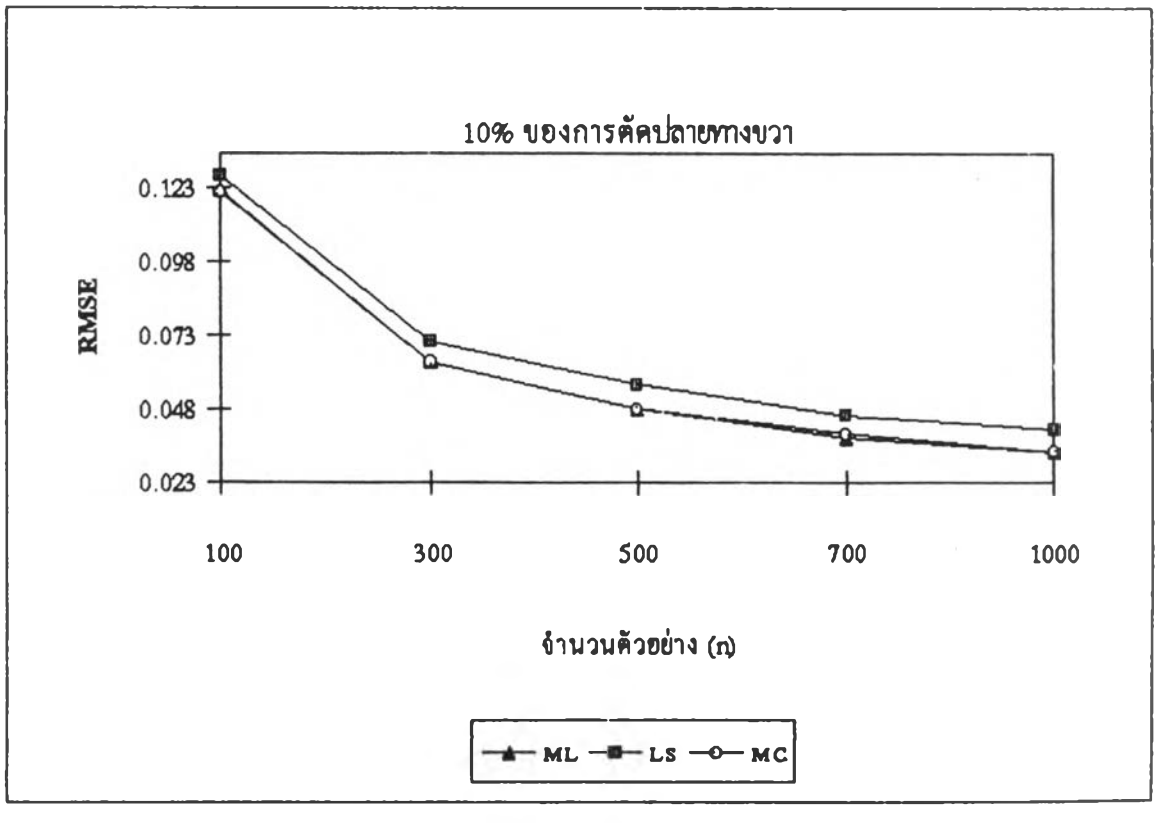
รูปที่ 4.1 (ต่อ)


25% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.155
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

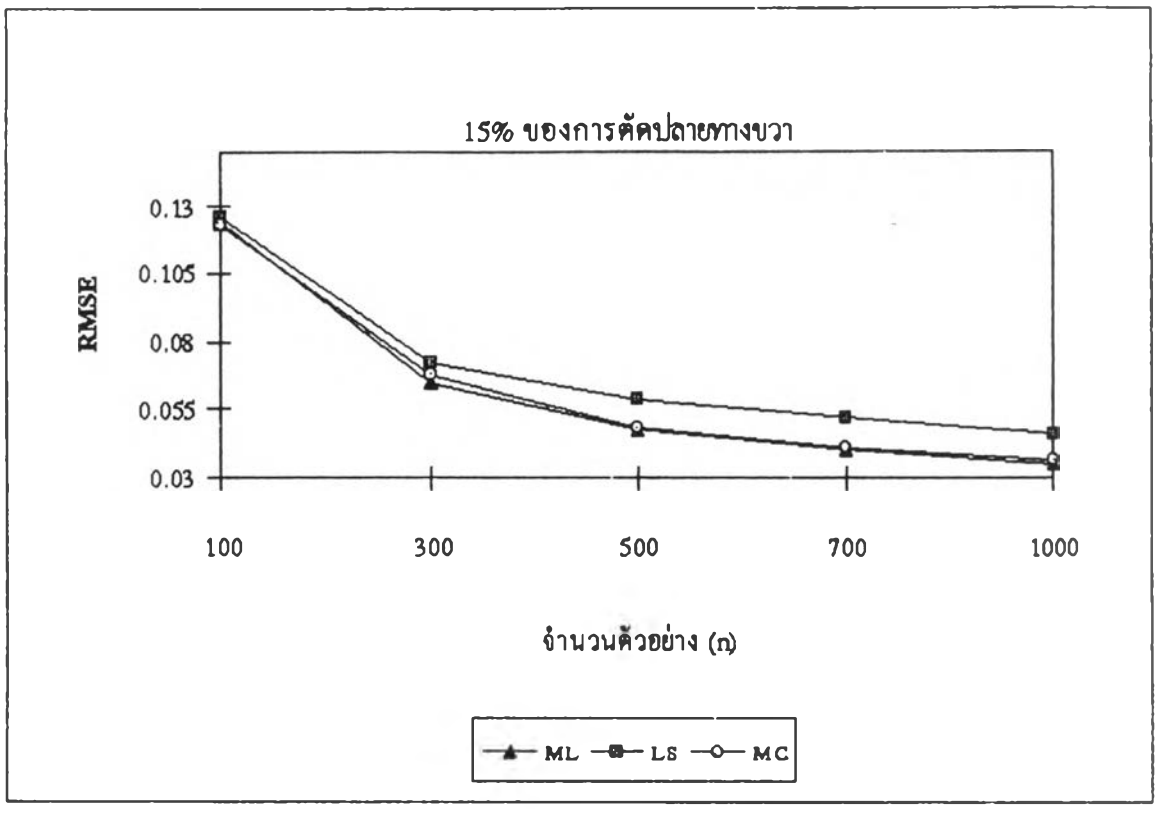

30% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.155
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

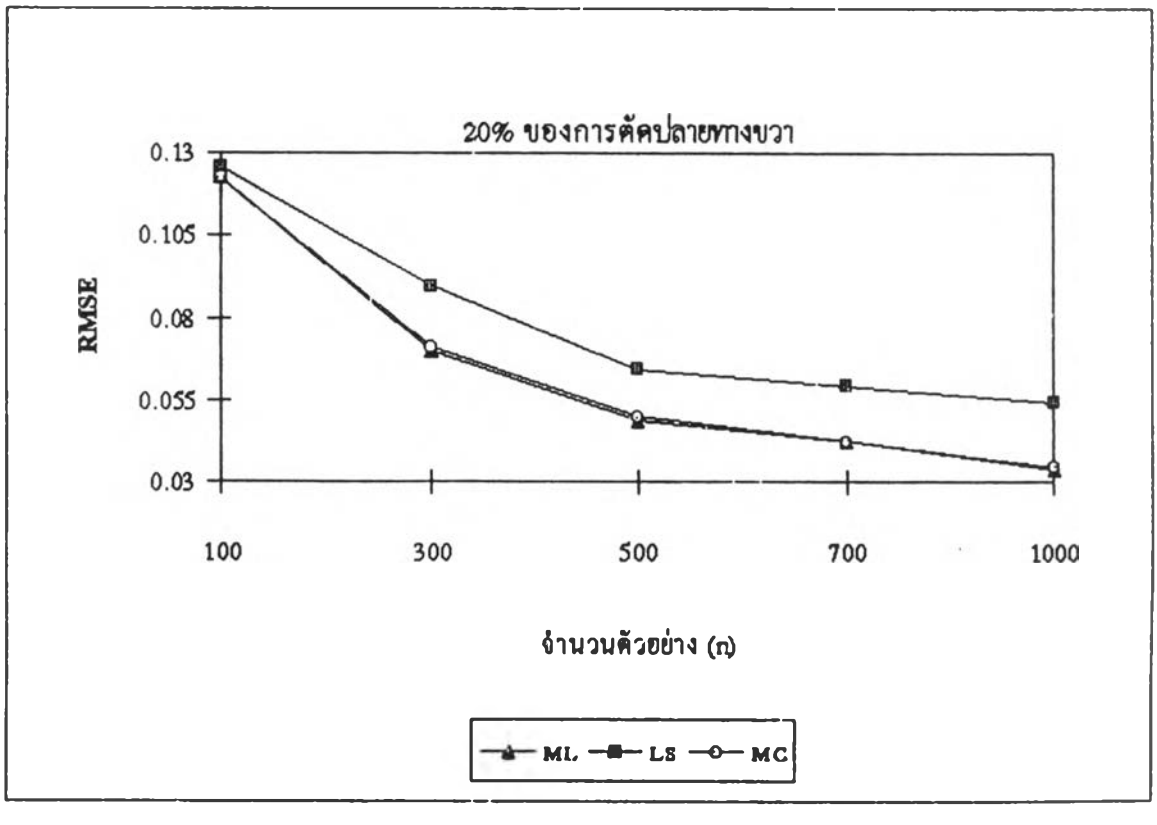
รูปที่ 4.2 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง ($n$) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.1 $w$=15.0



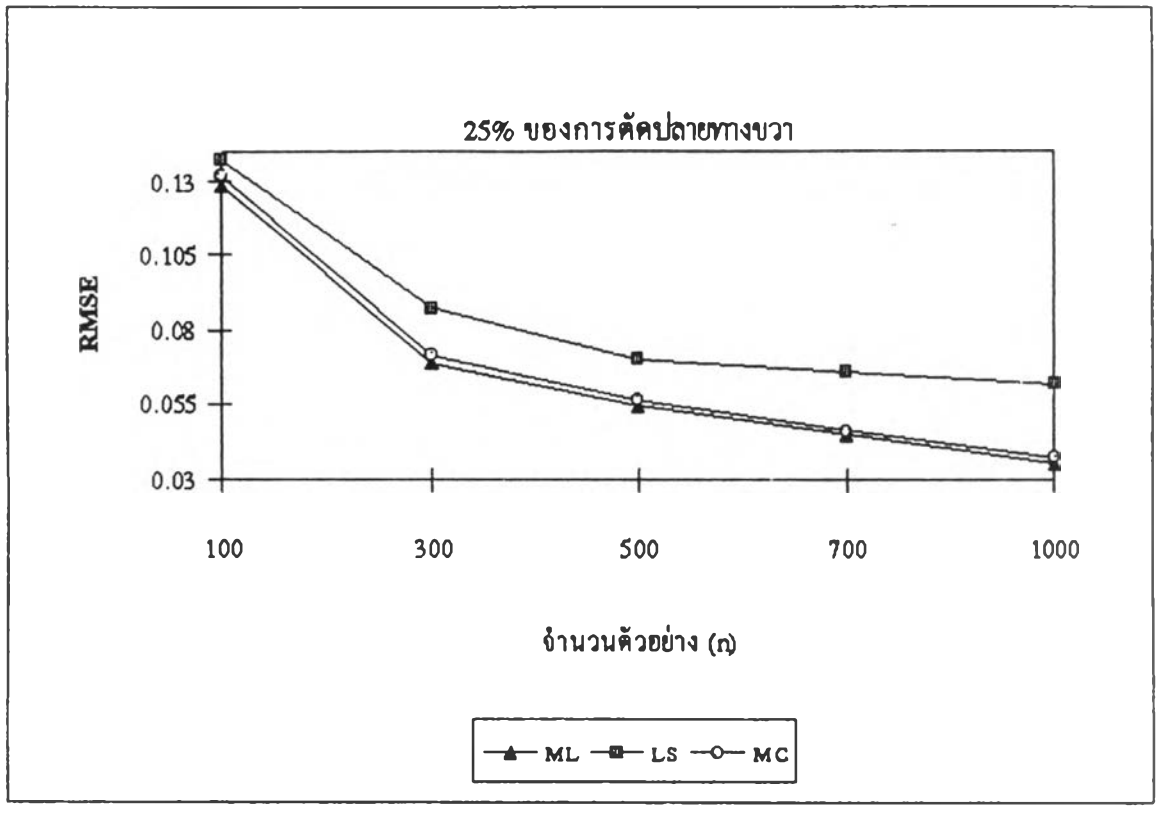



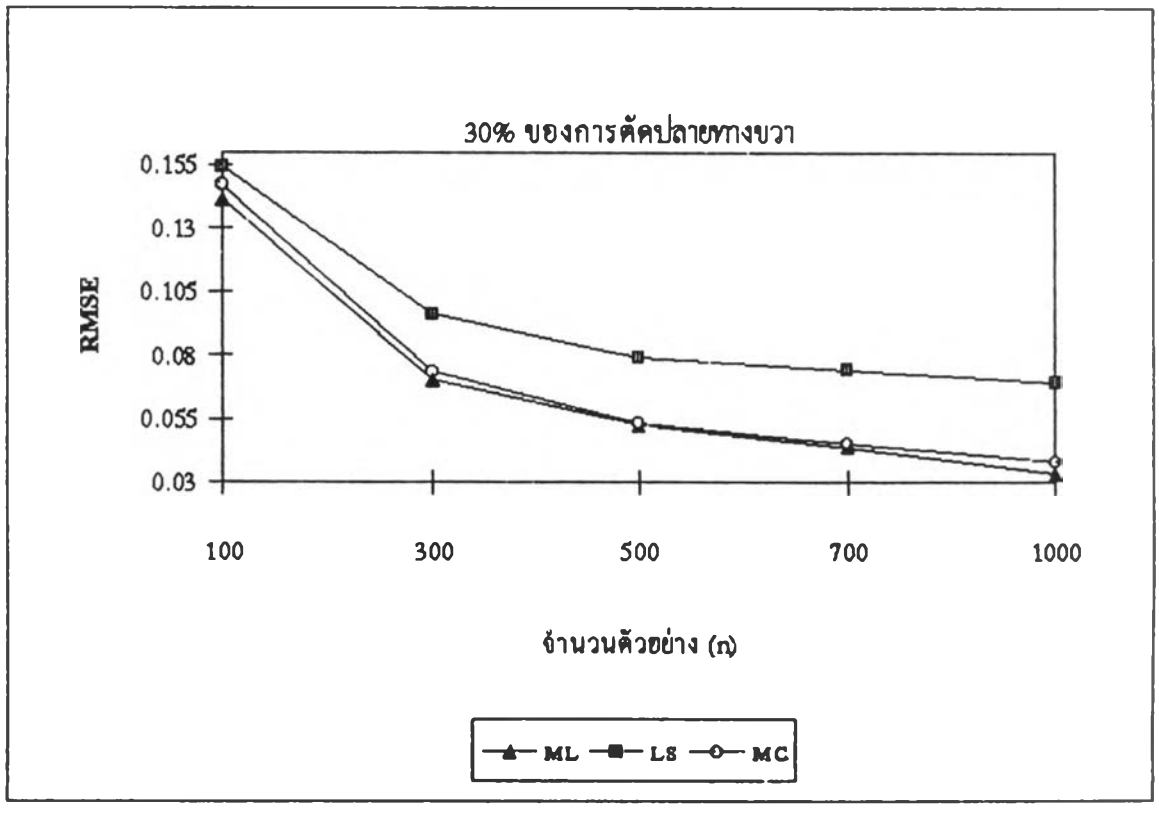
รูปที่ 4.2 (ต่อ)


15% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

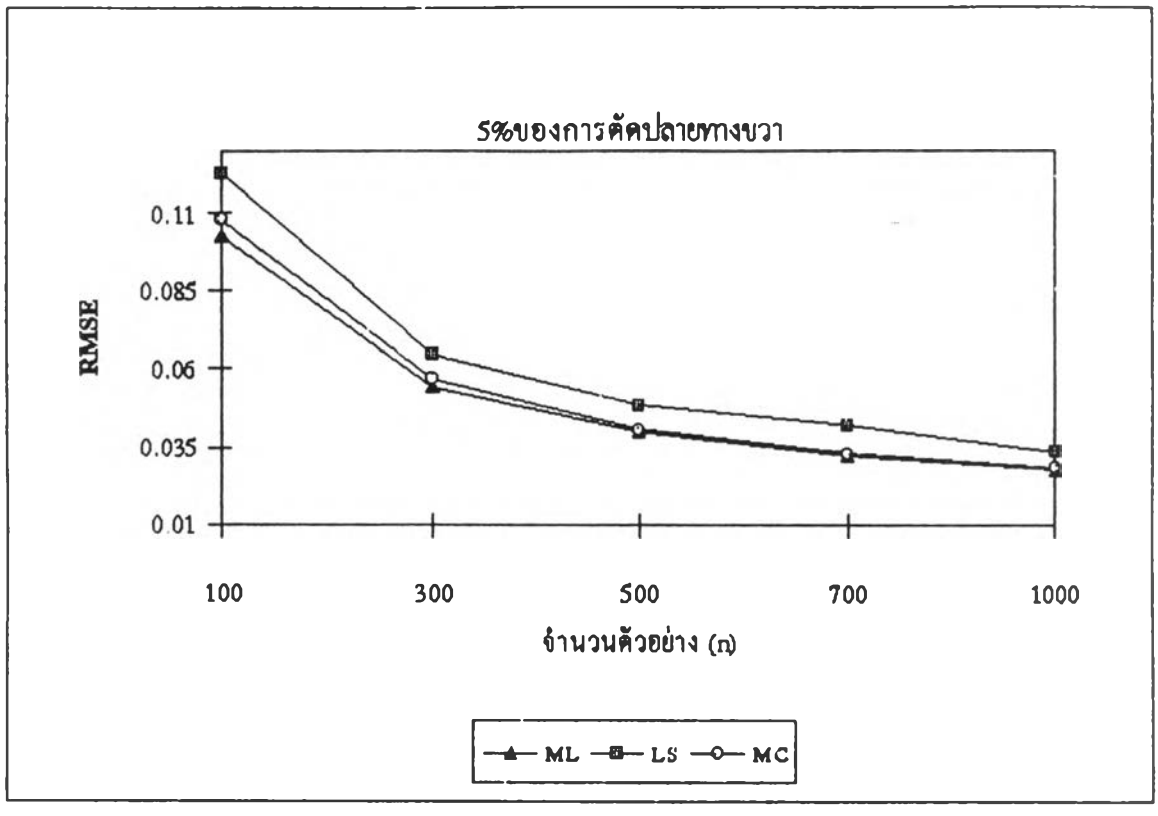

20% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

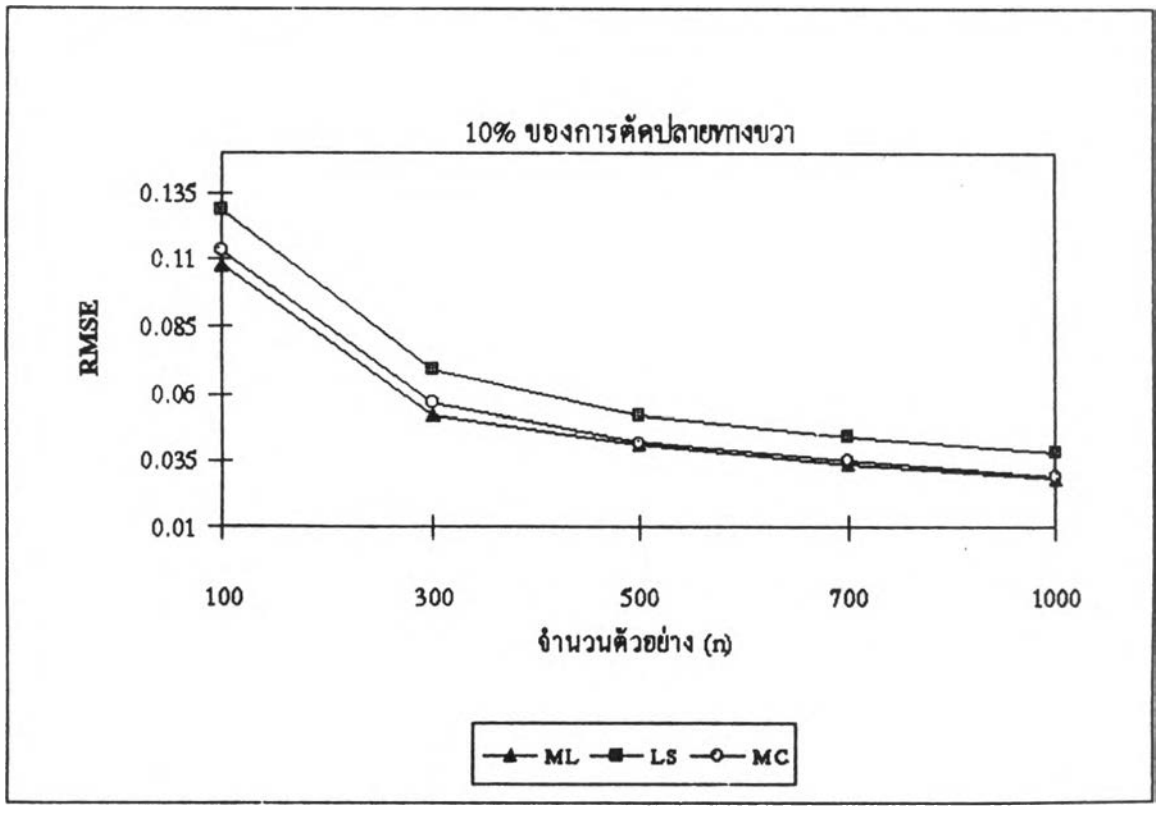
รูปที่ 4.2 (ต่อ)


25% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

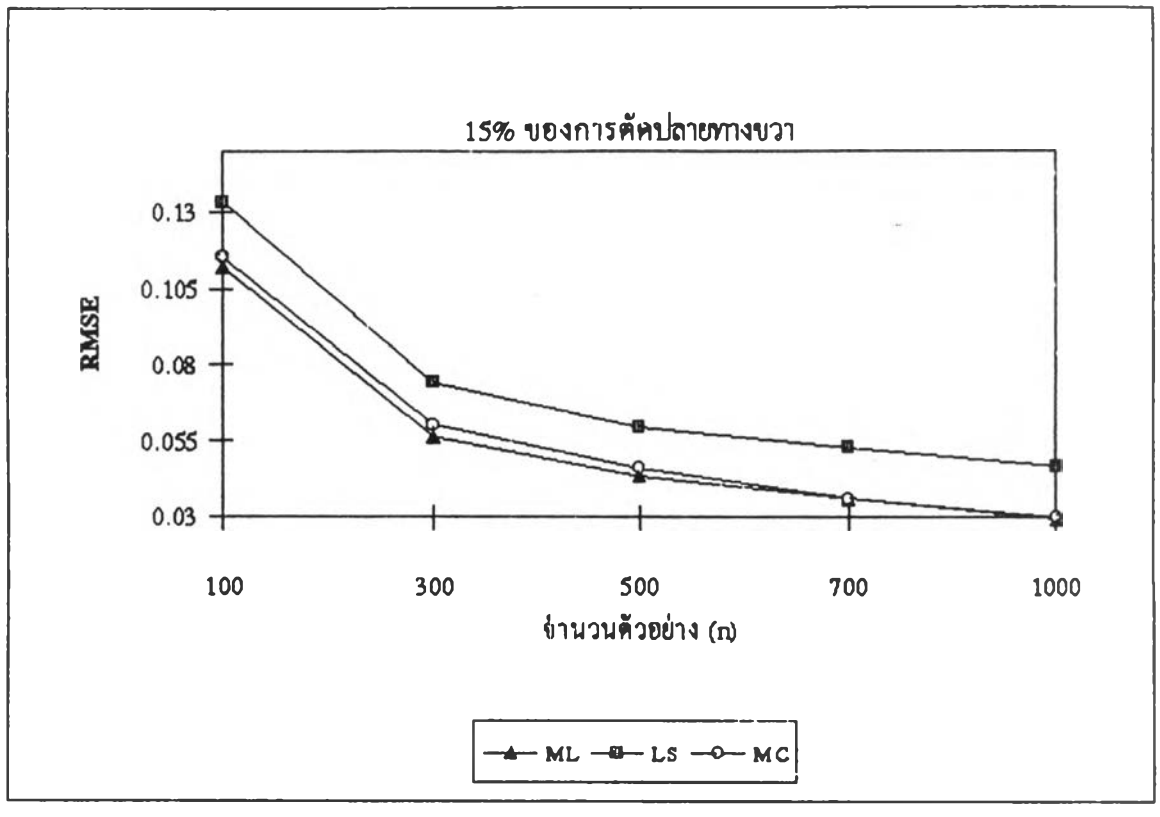

30% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.155
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

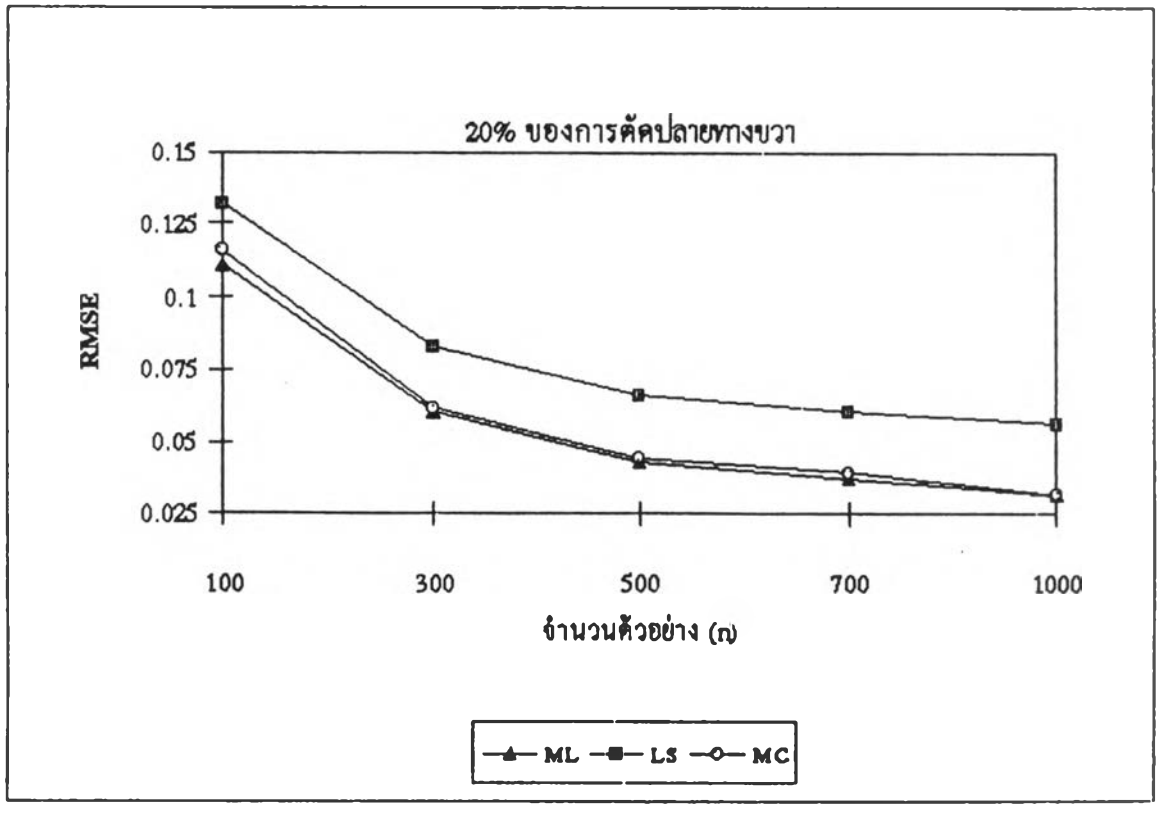
รูปที่ 4.3 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ จำนวนตัวอย่าง($n$) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.1 $w$=20.0



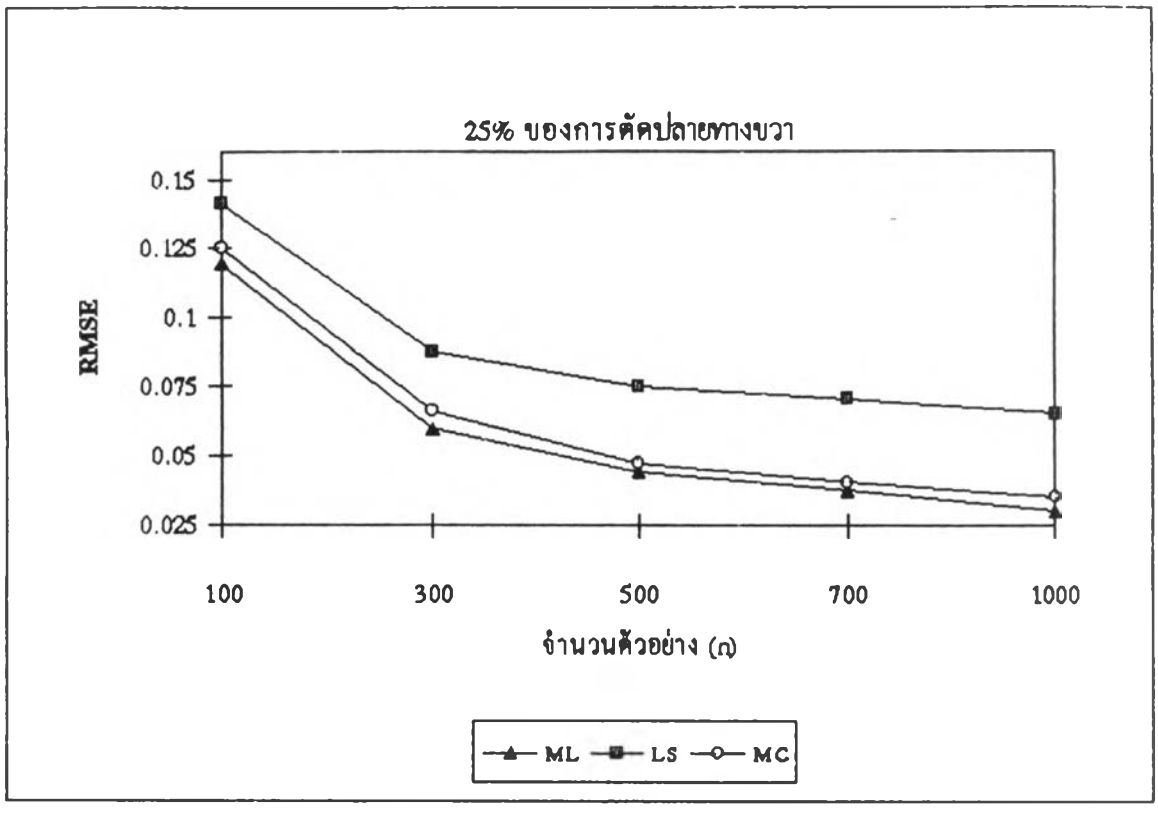



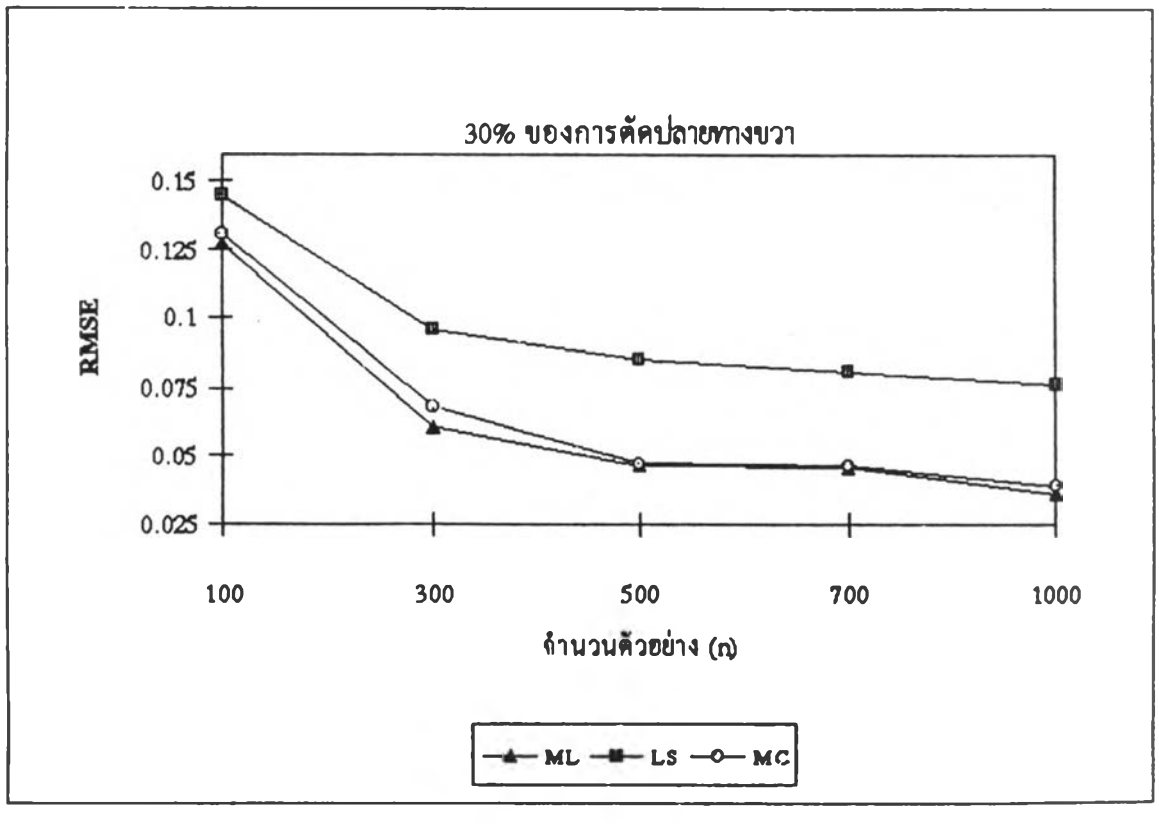
รูปที่ 4.3 (ต่อ)


15% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

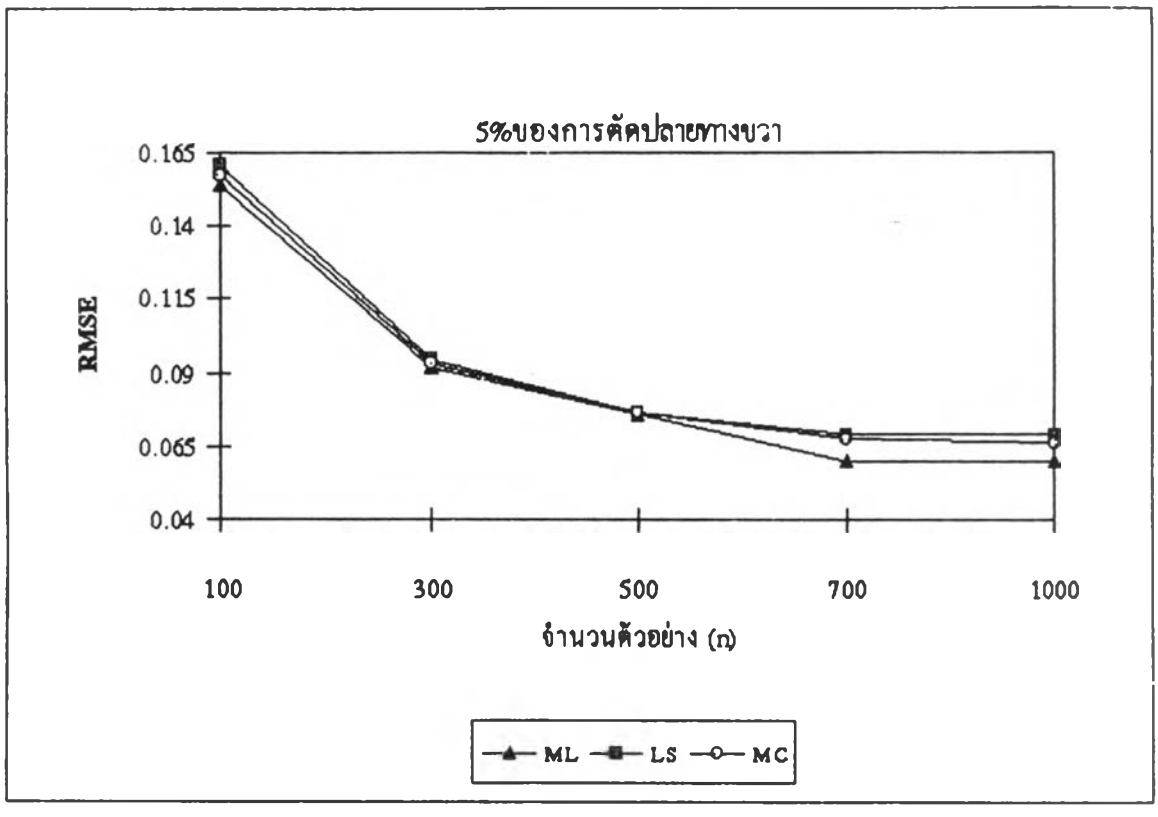

20% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

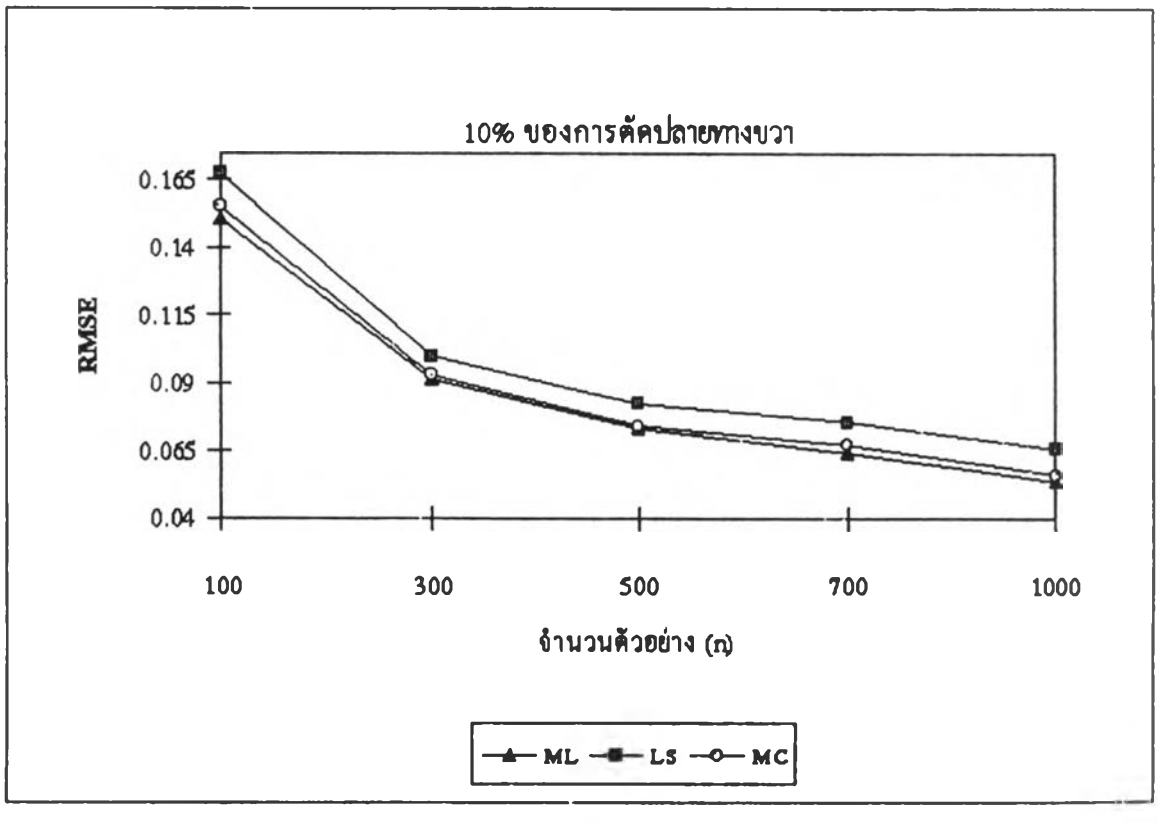
รูปที่ 4 3 (ต่อ)


25% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

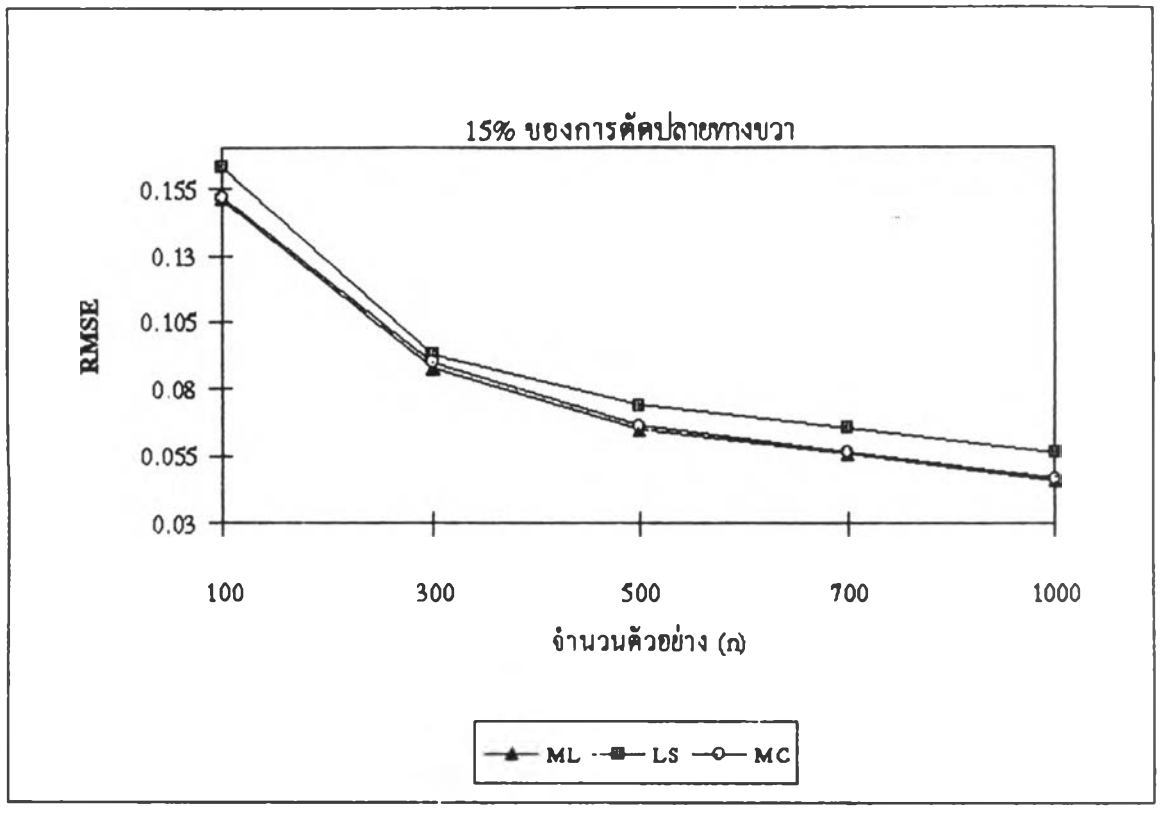

30% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

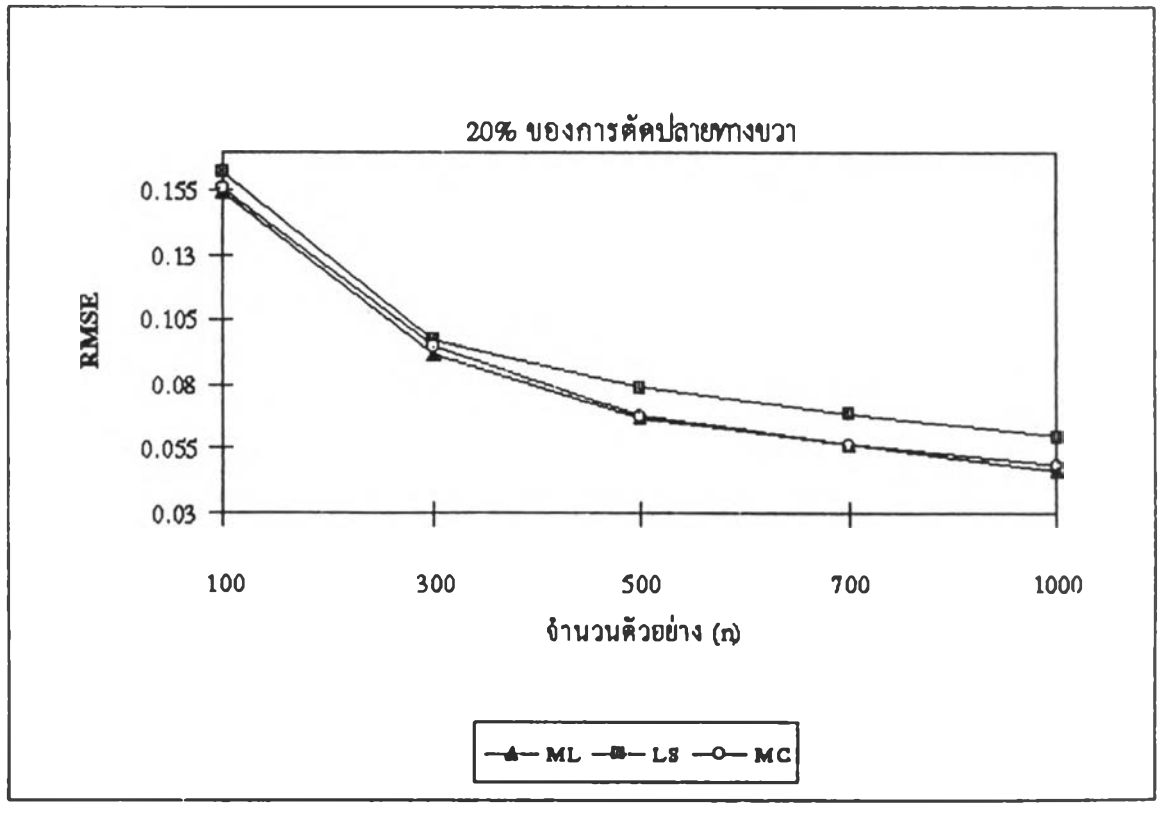
รูปที่ 4.4 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ จำนวนตัวอย่าง ($n$) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.2 $w$=10.0



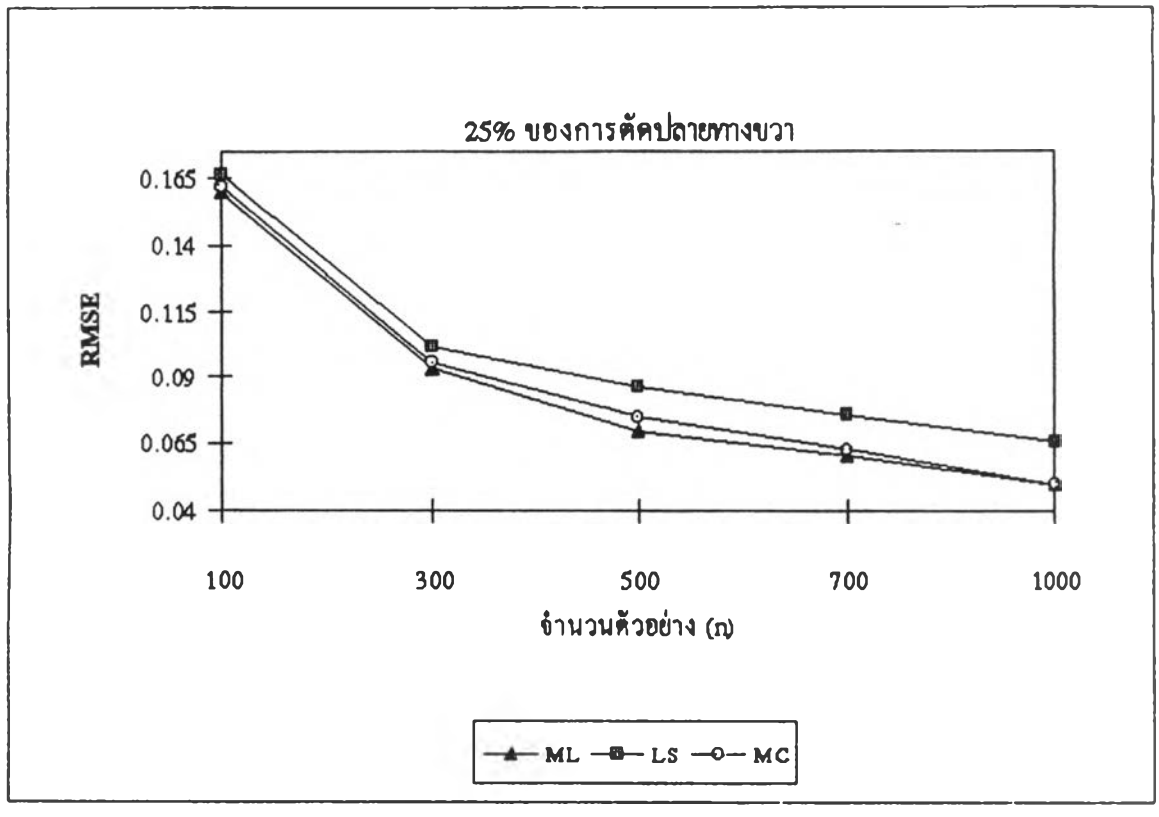



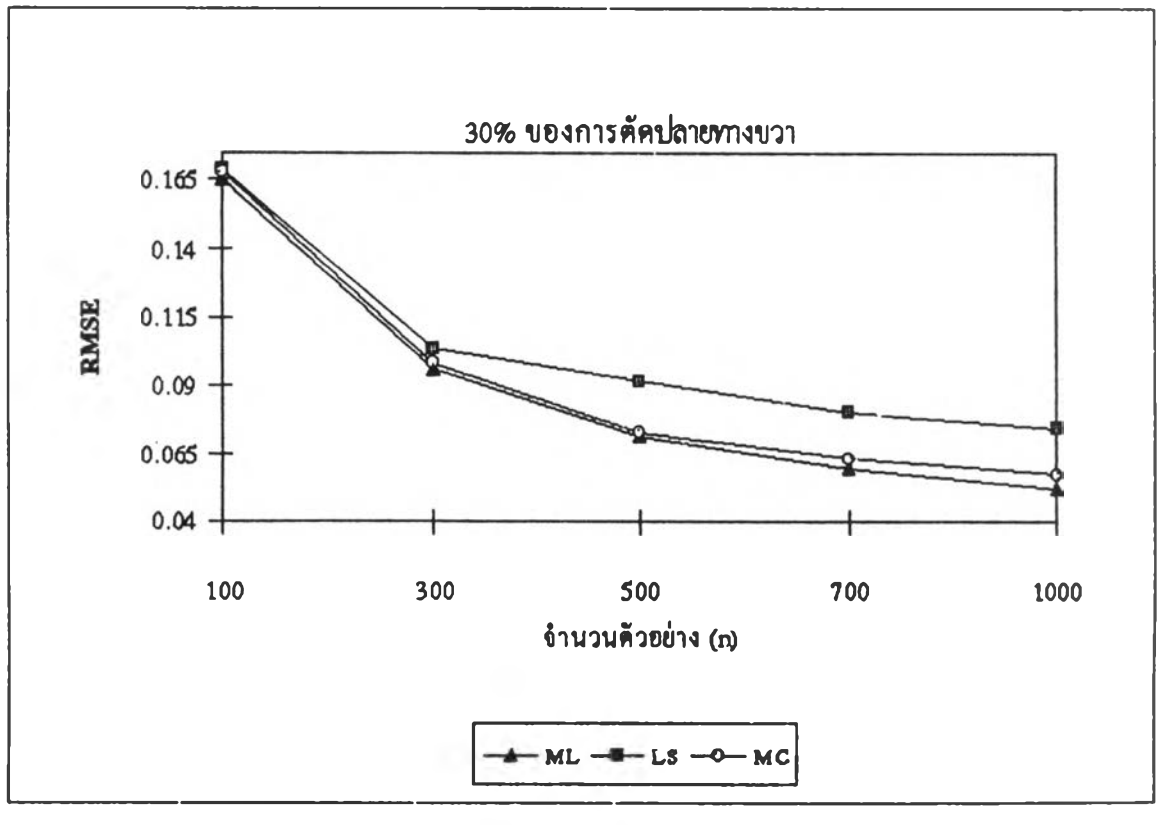
รูปที่ 4 4 (ต่อ)


15% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.155
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

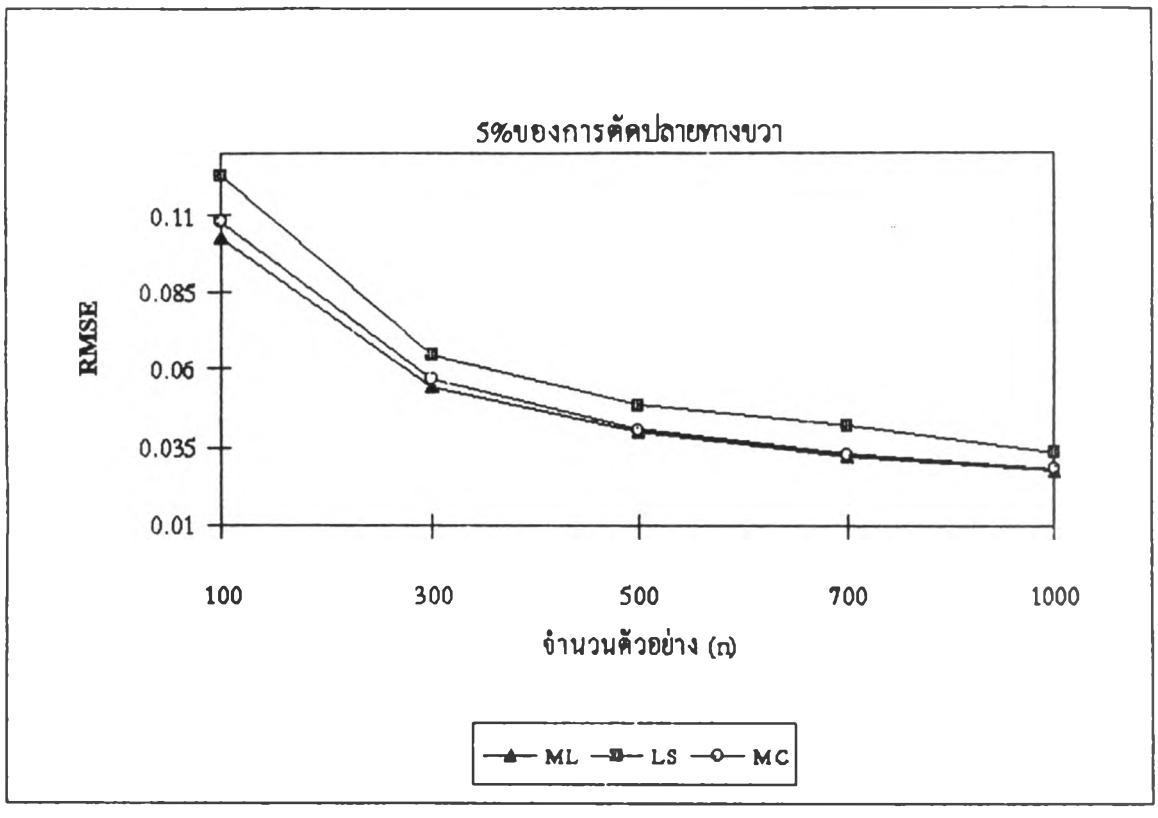

20% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.155
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

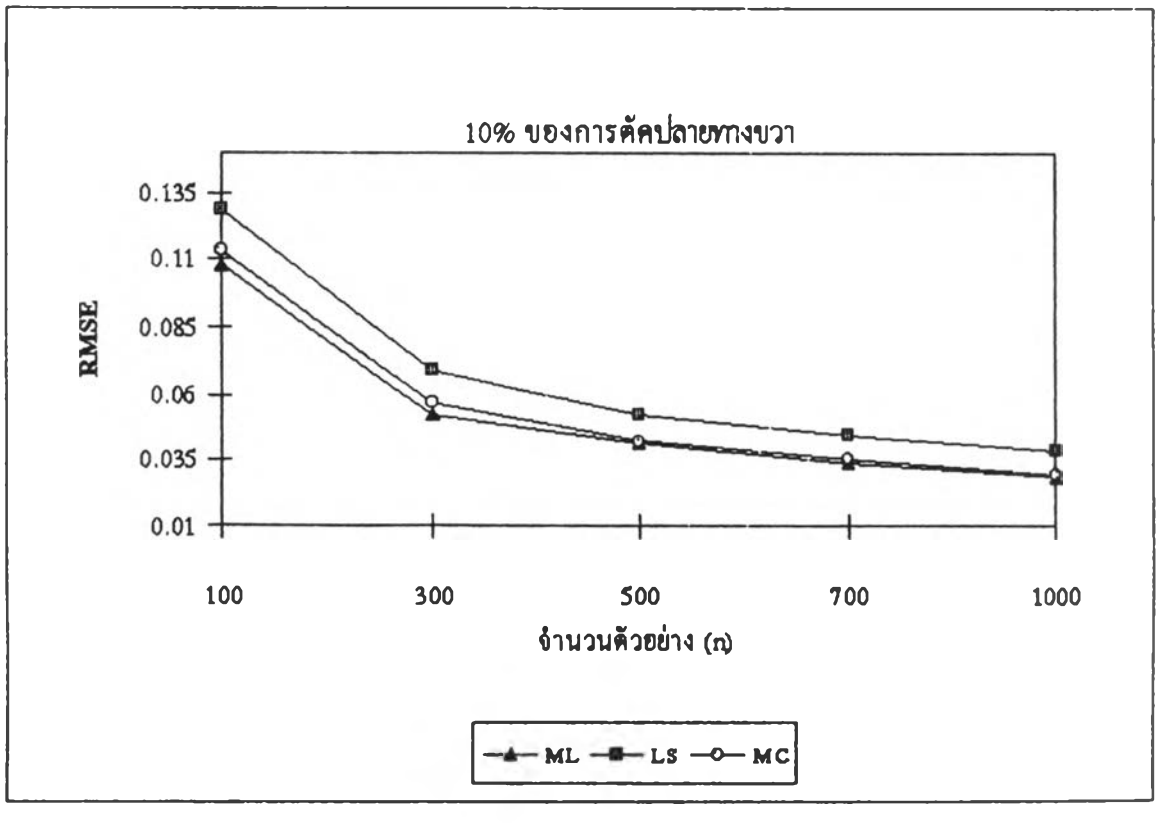
รูปที่ 4 4 (ต่อ)


25% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.165
0.14
0.115
0.09
0.065
0.04
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

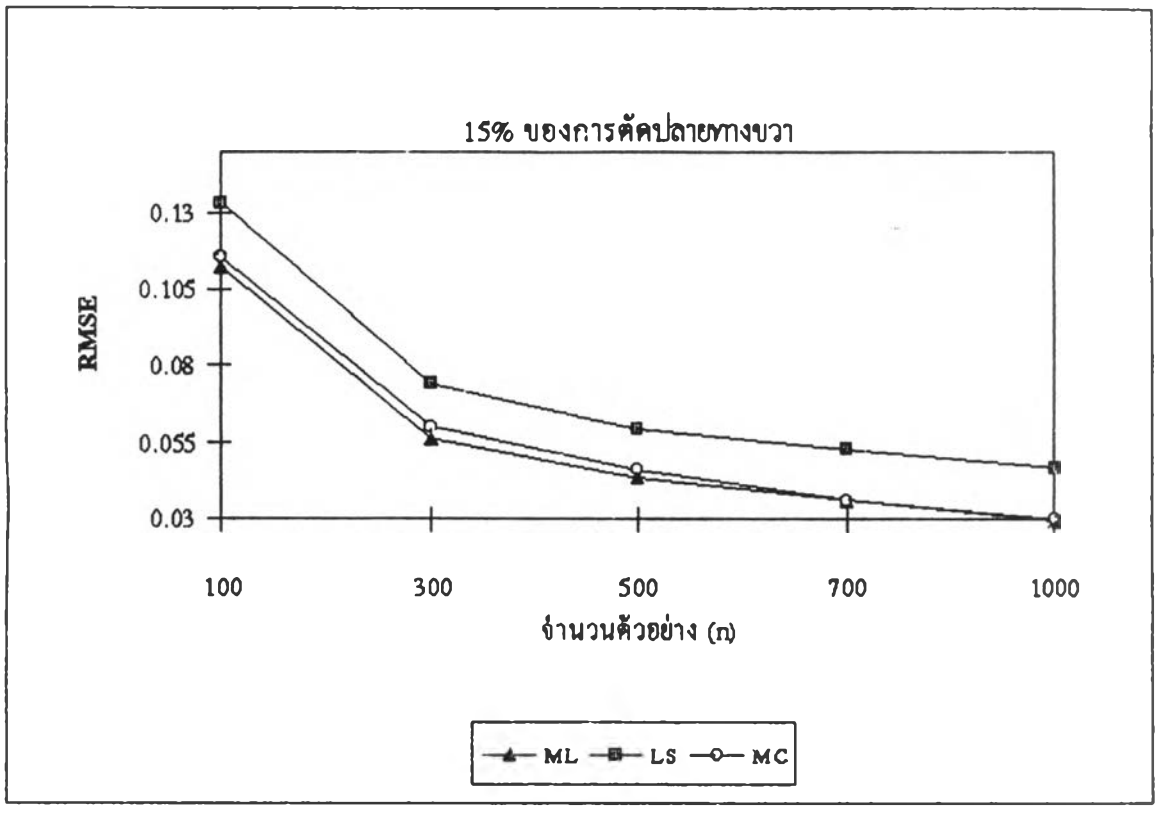

30% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.165
0.14
0.115
0.09
0.065
0.04
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

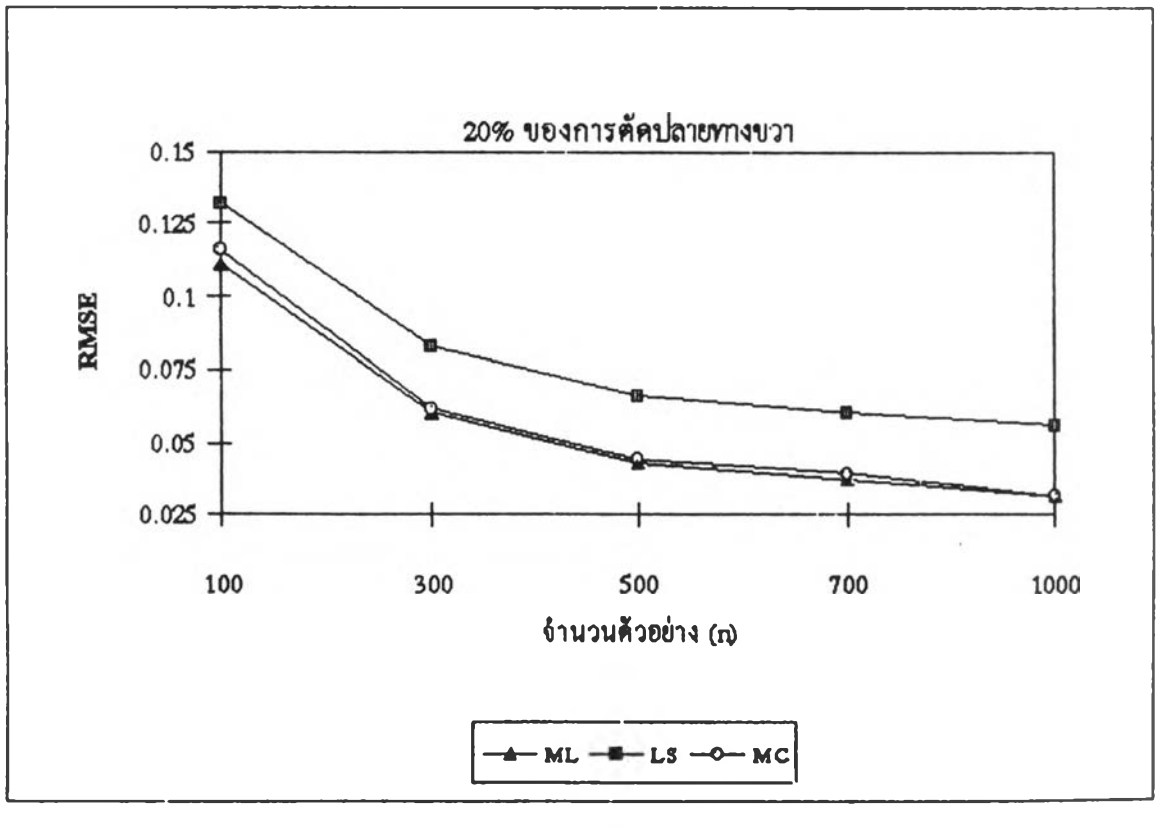
รูปที่ 4 5 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ จำนวนตัวอย่าง($n$) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.2 $w$=15.0



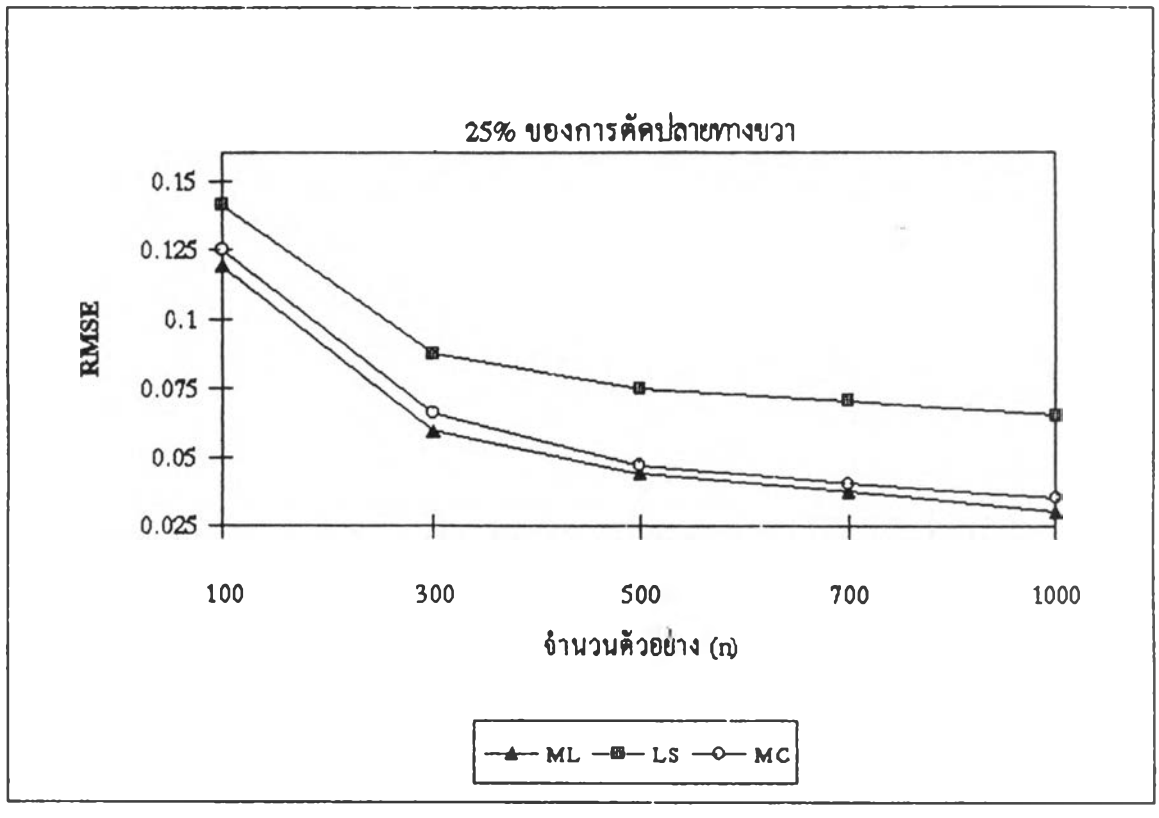



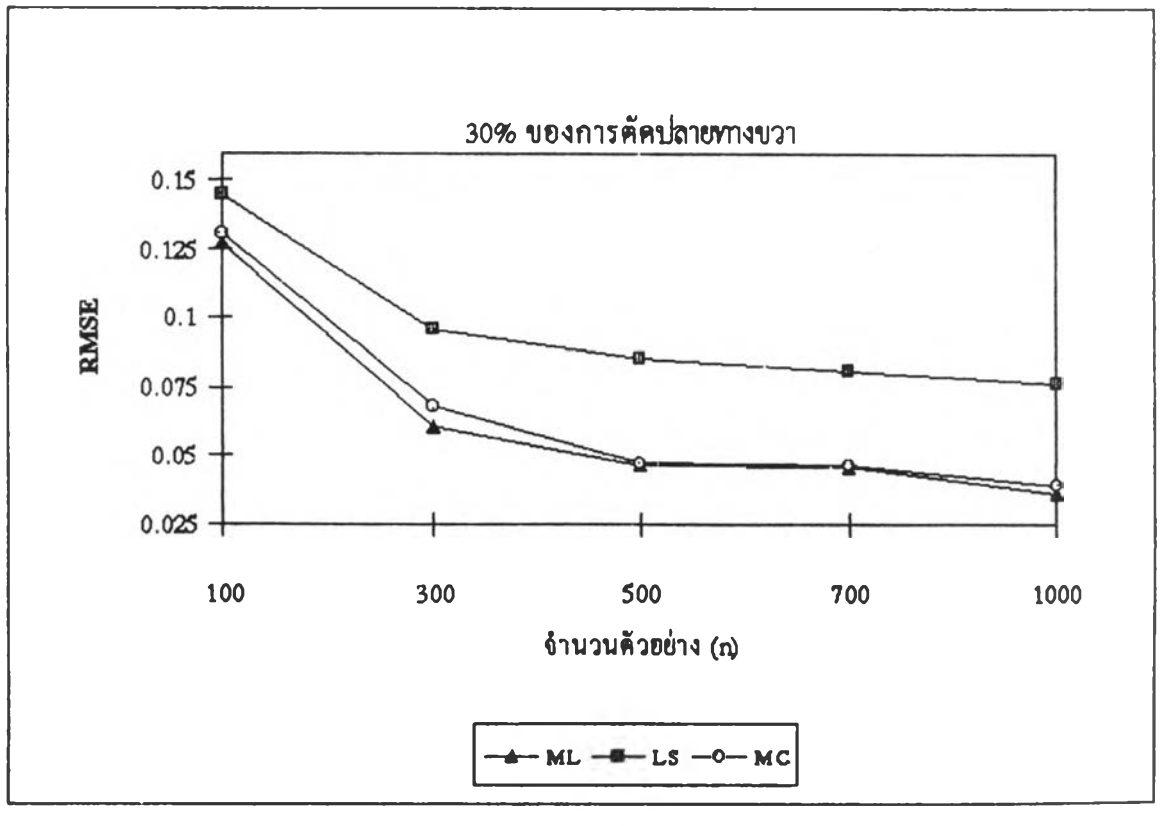
รูปที่ 4.5 (ต่อ)


15% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

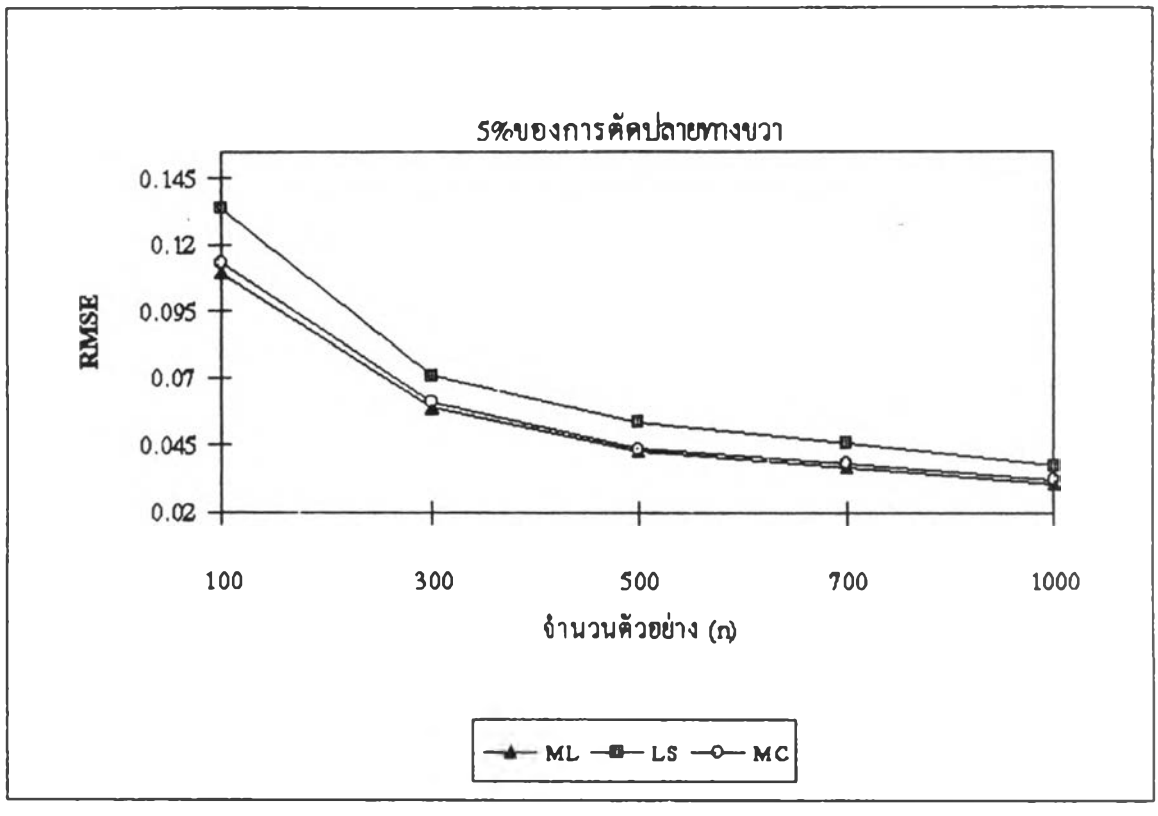

20% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

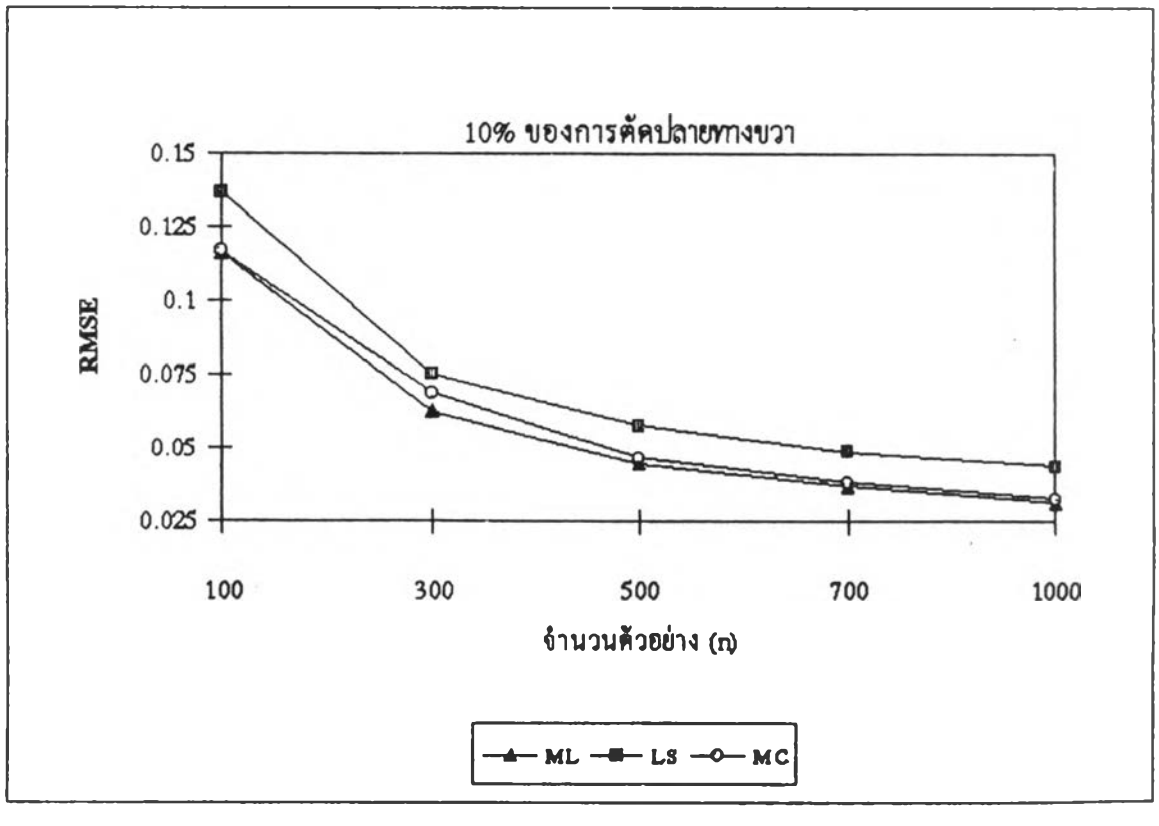
รูปที่ 4.5 (ต่อ)


25% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

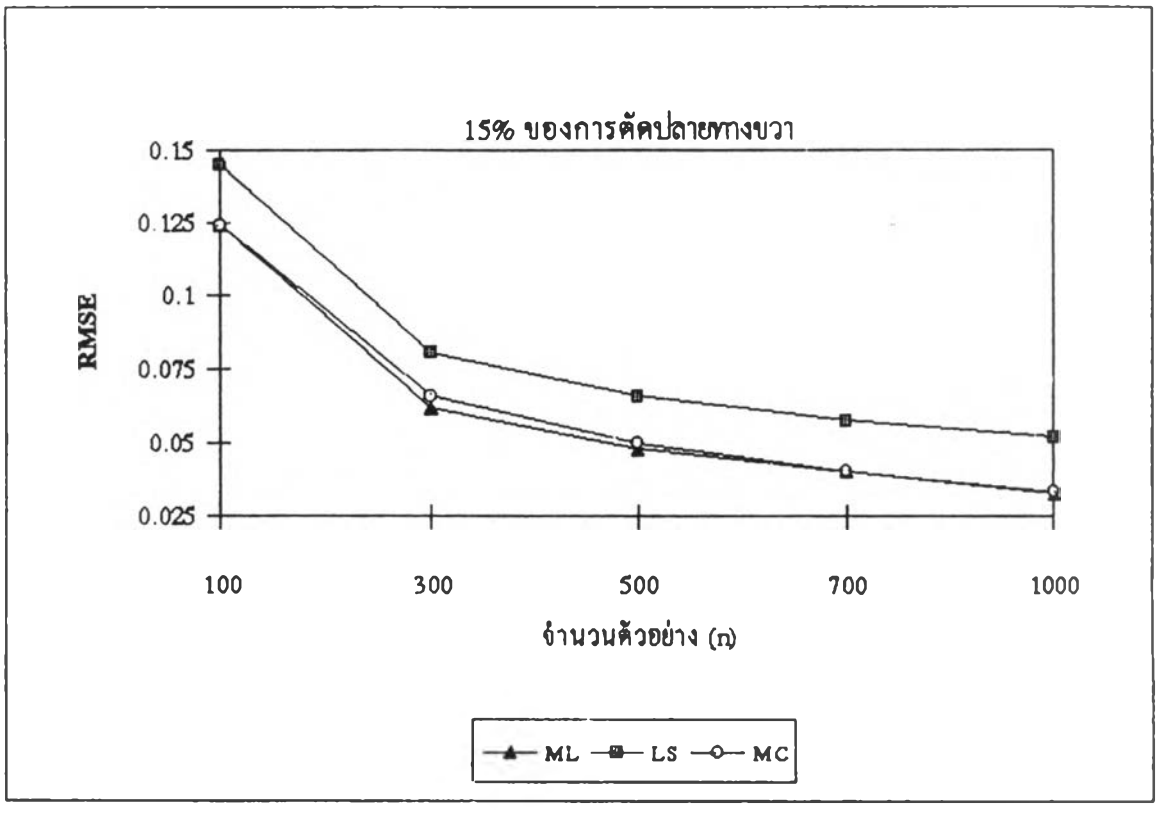

30% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

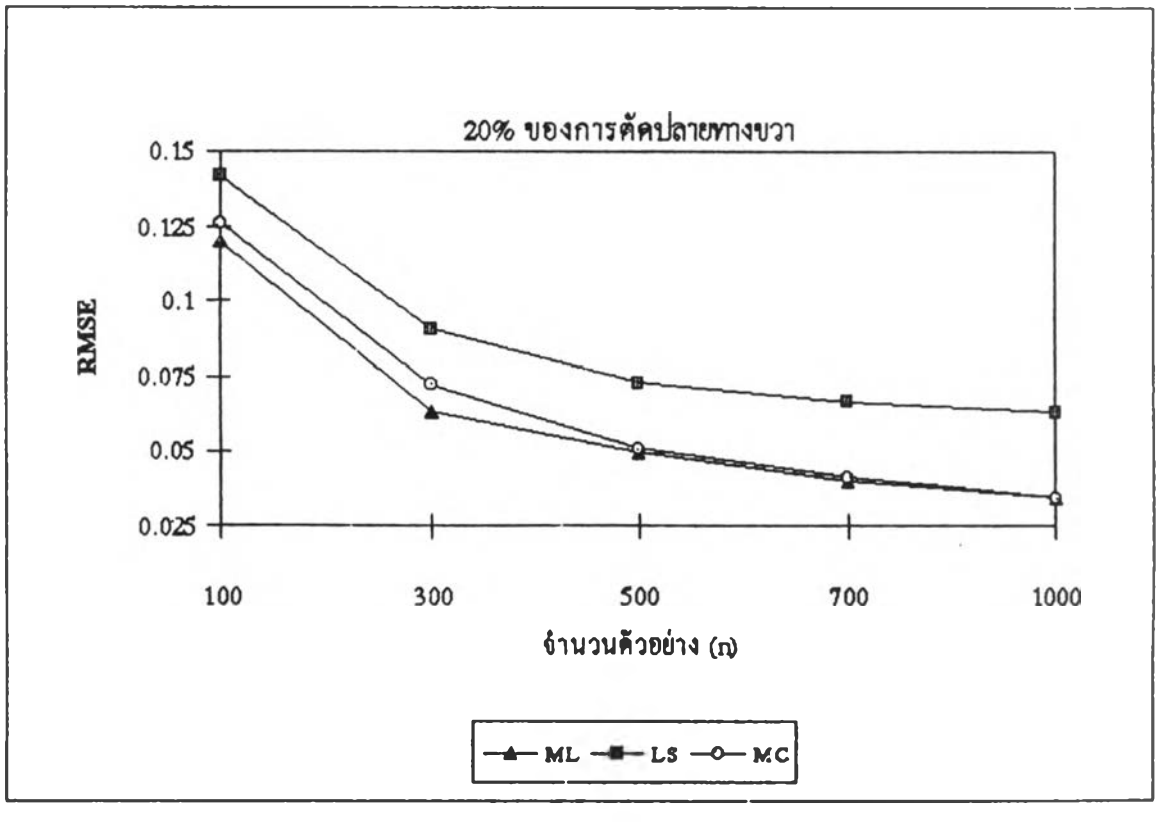
รูปที่ 4.6 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ จำนวนตัวอย่าง ($n$) สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.2 $w$=20.0



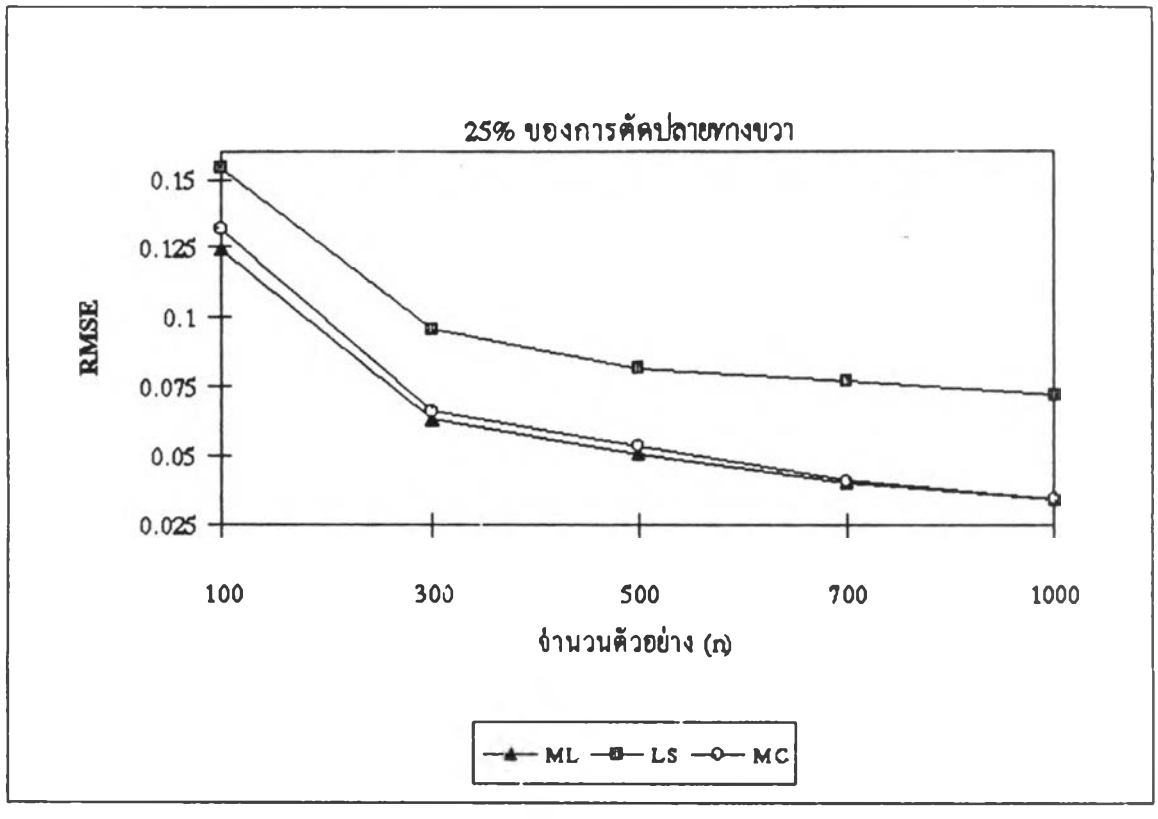



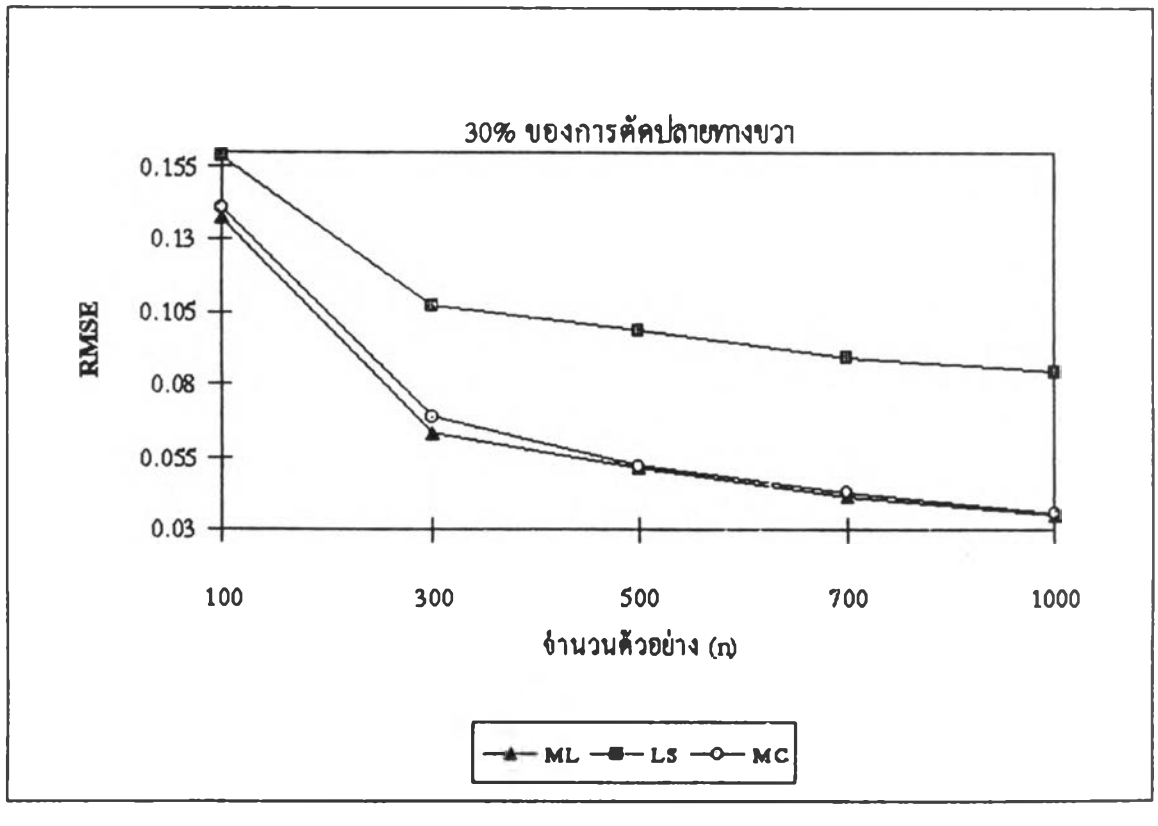
รูปที่ 4.6 (ต่อ)


15% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

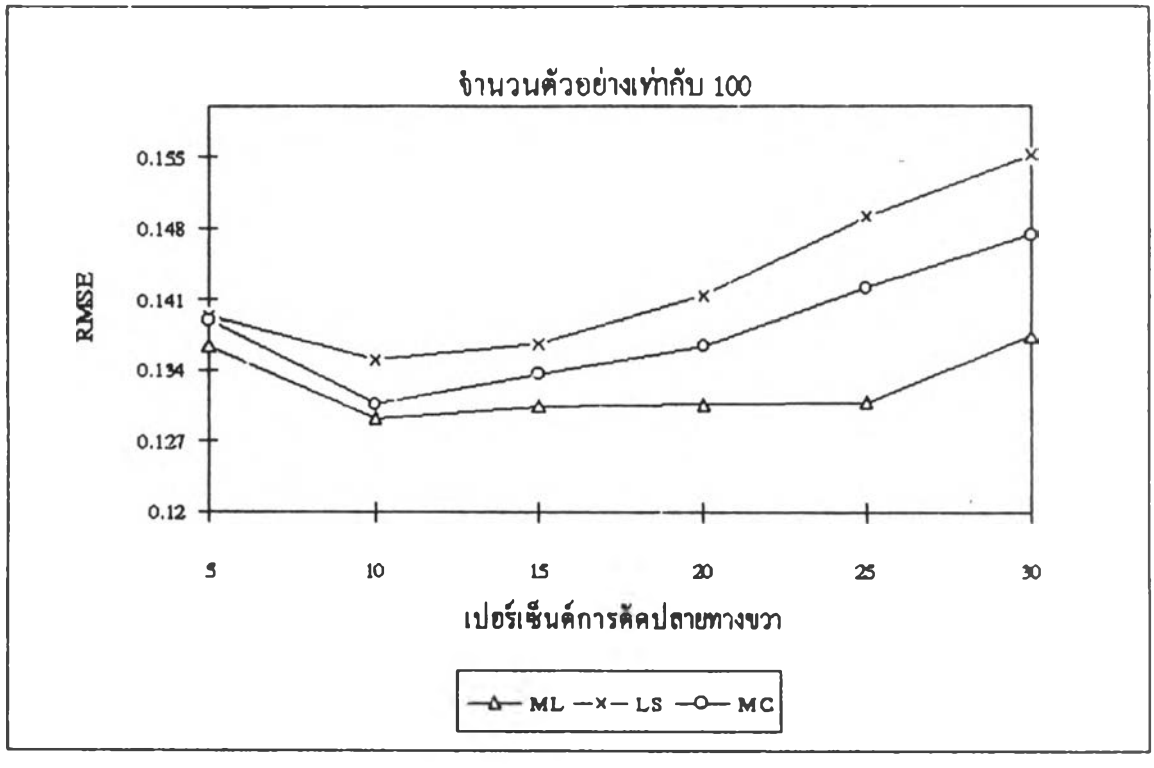

20% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

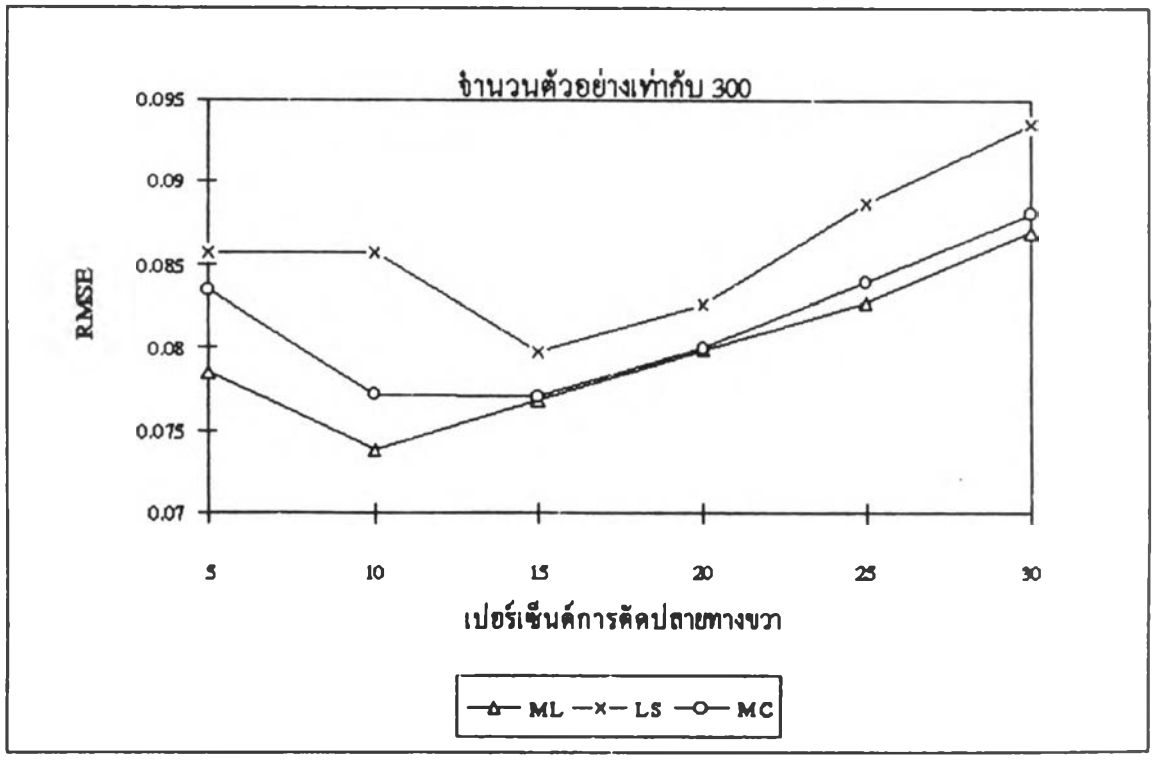
รูปที่ 4.6 (ต่อ)


25% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.15
0.125
0.1
0.075
0.05
0.025
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

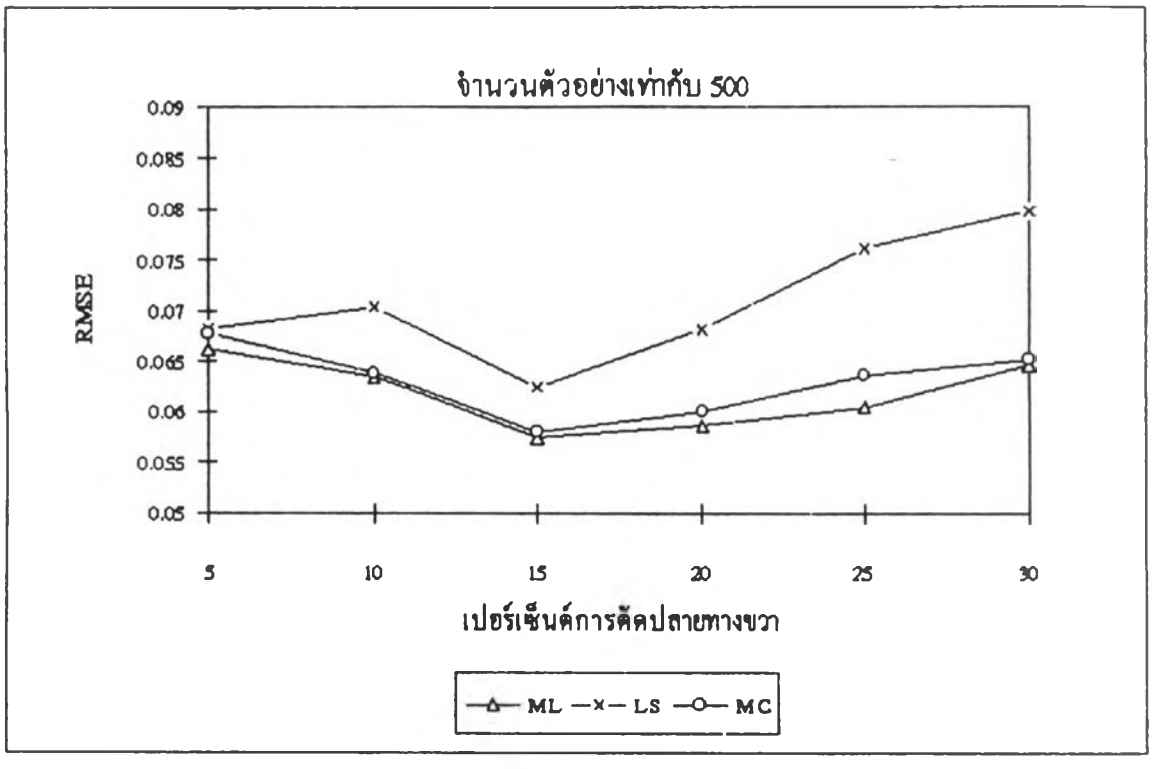

30% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.155
0.13
0.105
0.08
0.055
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

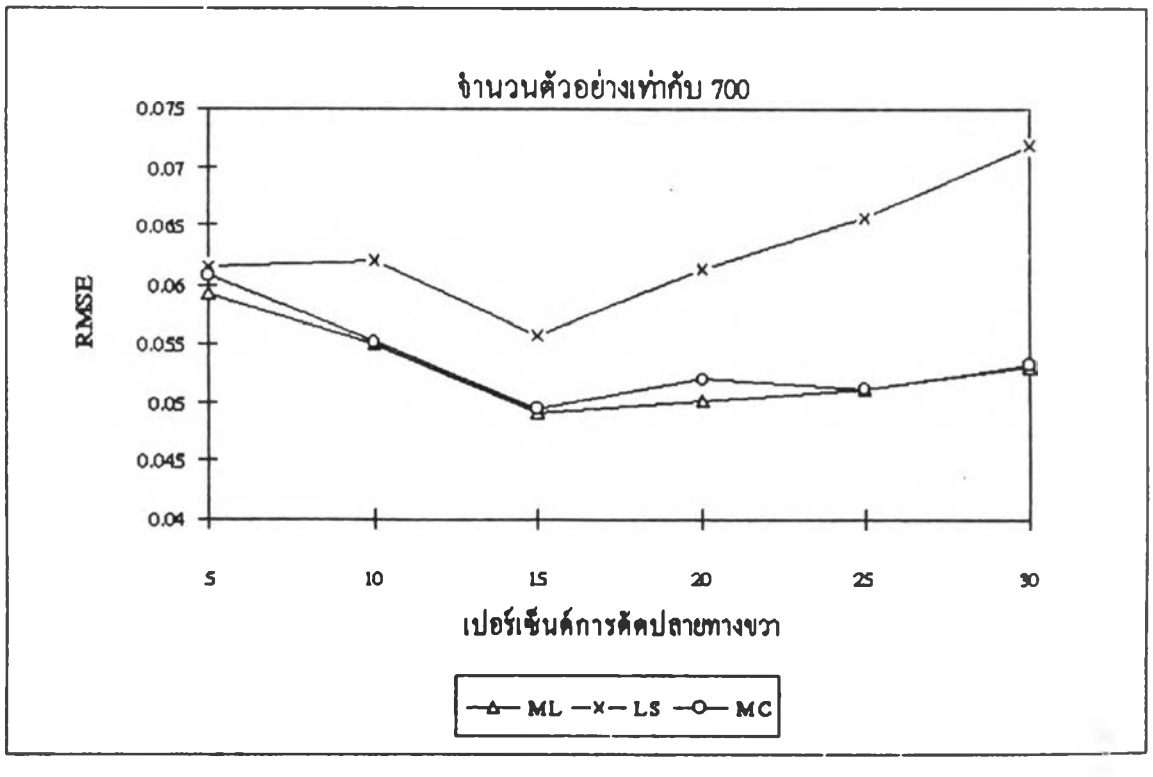
รูปที่ 4.7 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.1 $w$=10.0



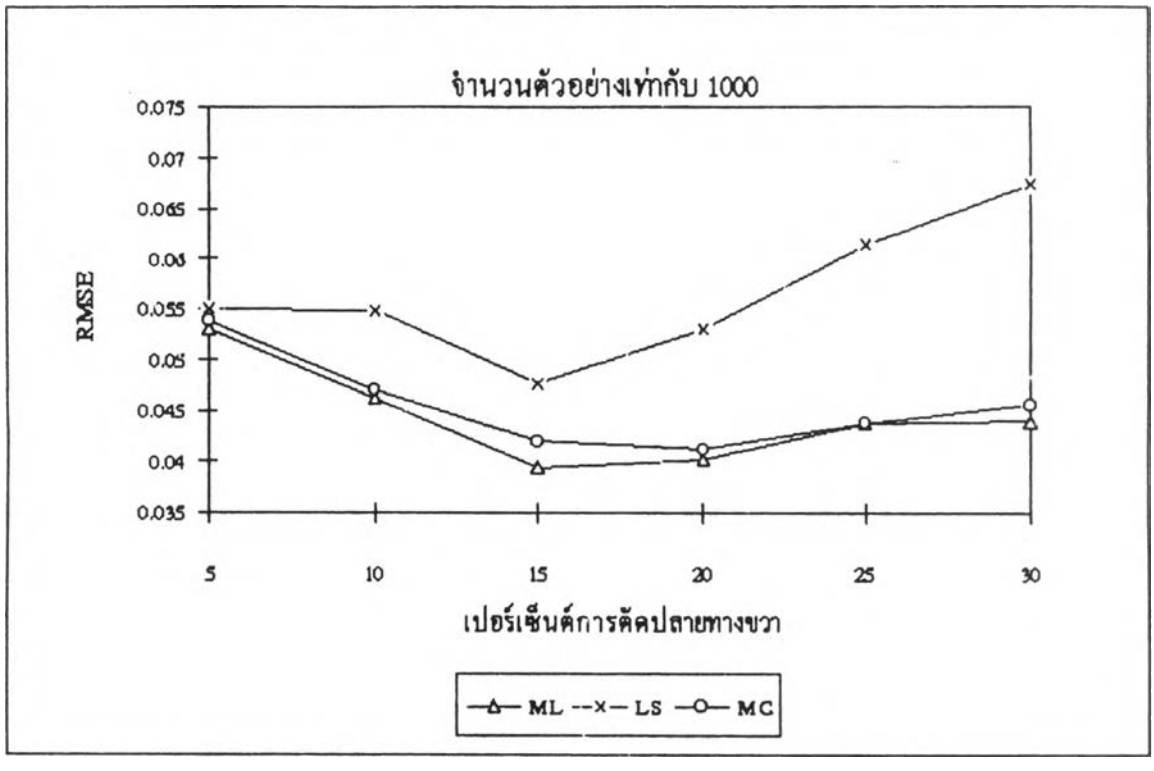



รูปที่ 4 7 (ต่อ)

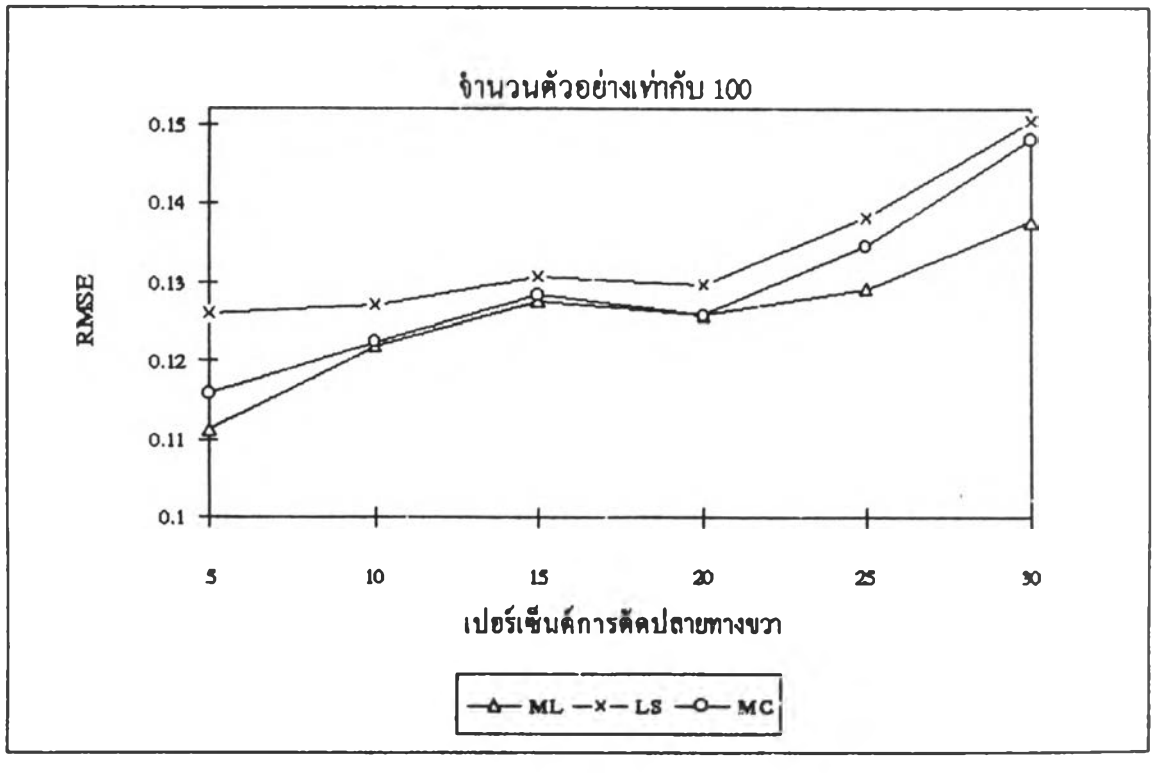

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
0.09
0.085
0.08
0.075
0.07
0.065
0.06
0.055
0.05
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.075
0.07
0.065
0.06
0.055
0.05
0.045
0.04
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

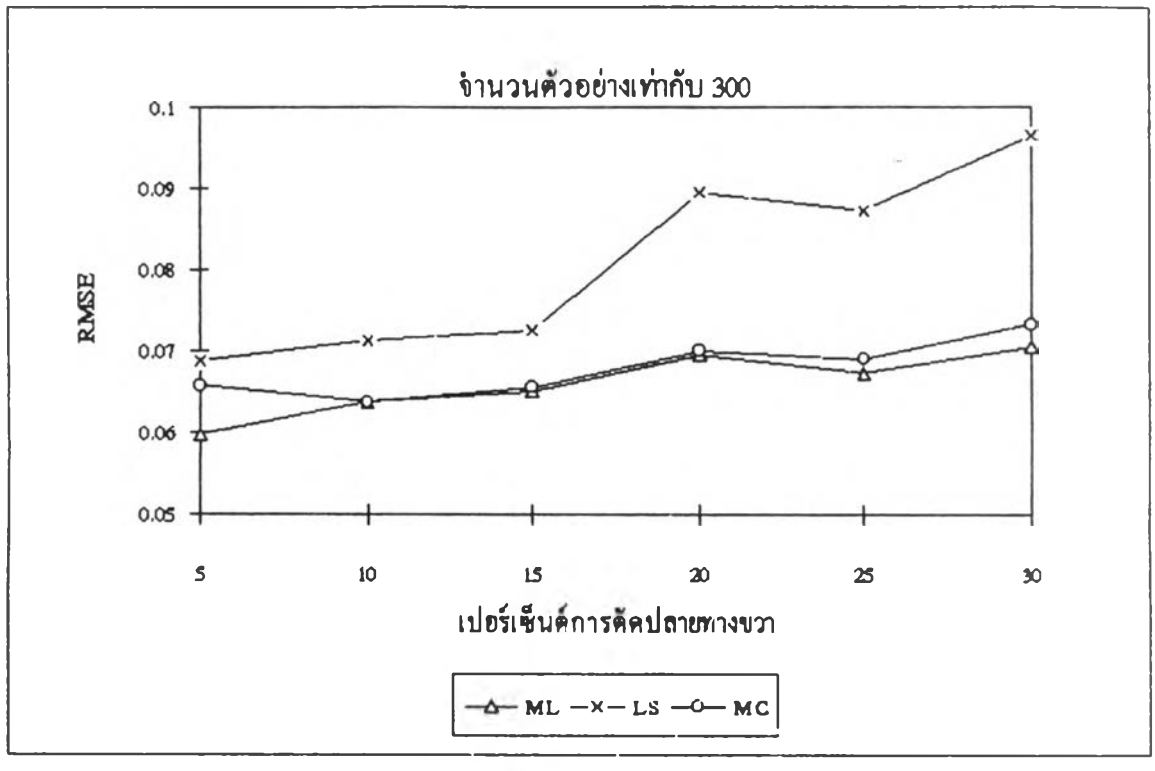
รูปที่ 4.7 (ต่อ)

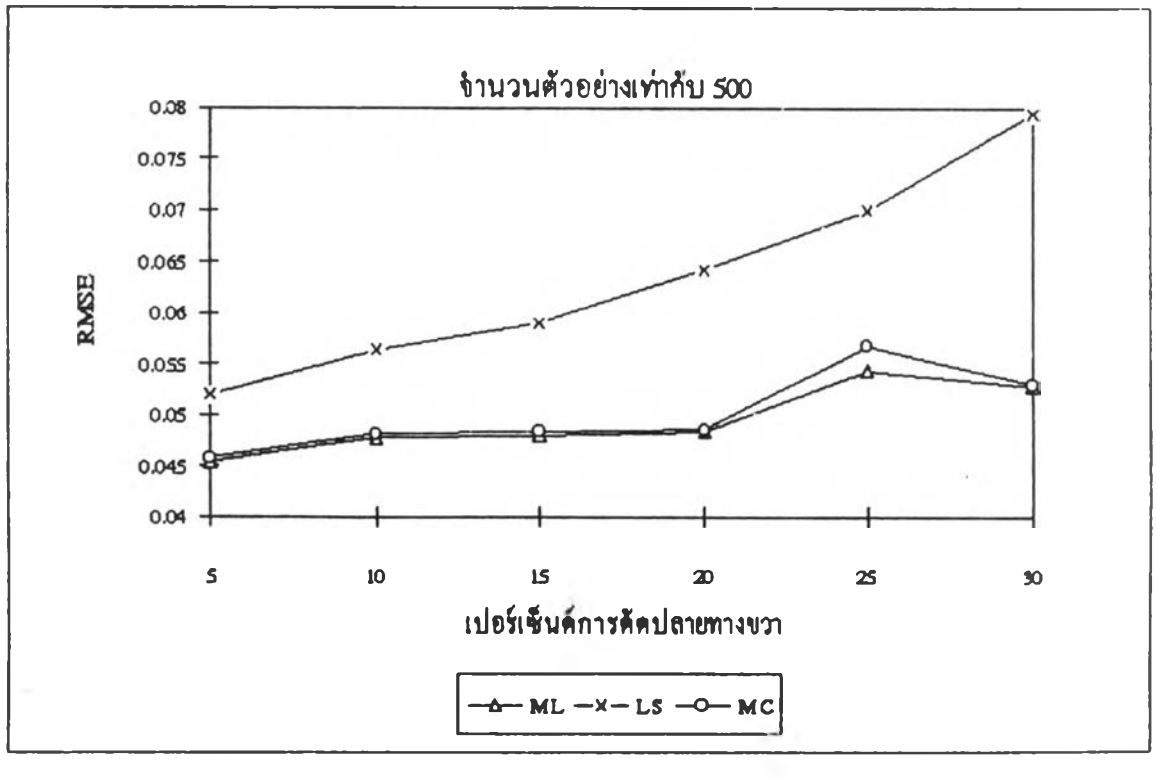



รูปที่ 4.8 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.1 $w$=15.0

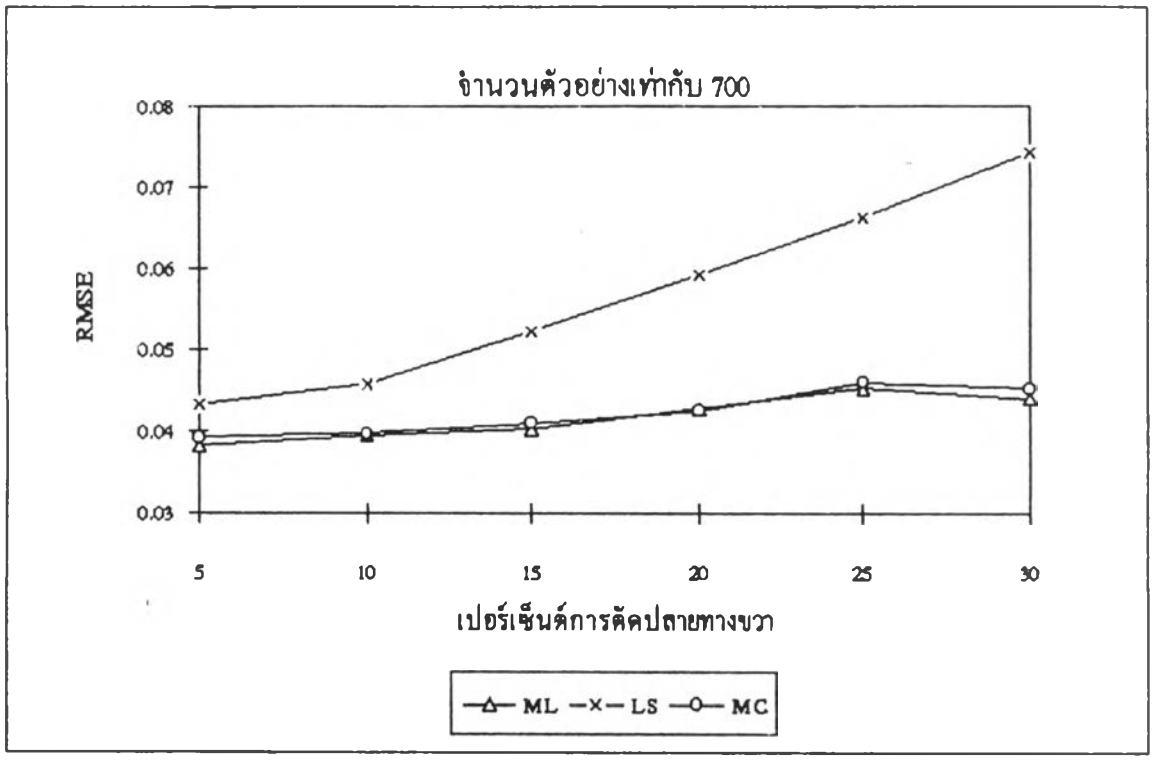


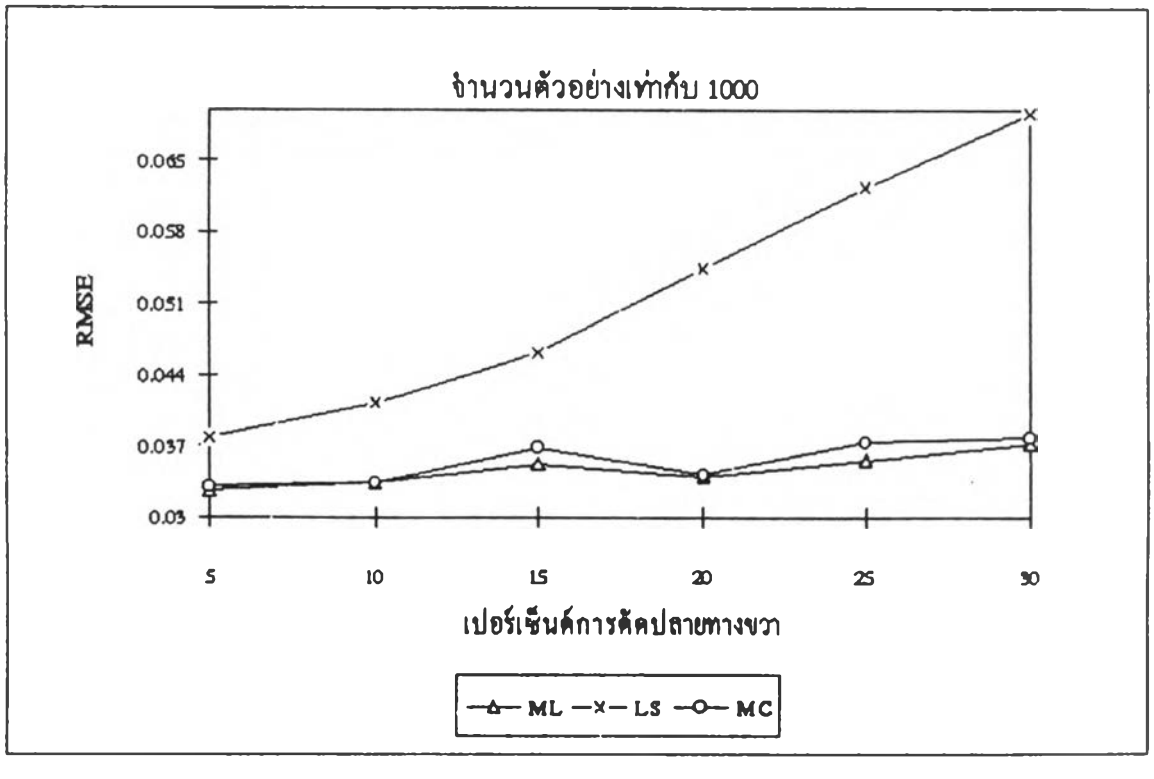
รูปที่ 4 8 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 300
RMSE
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

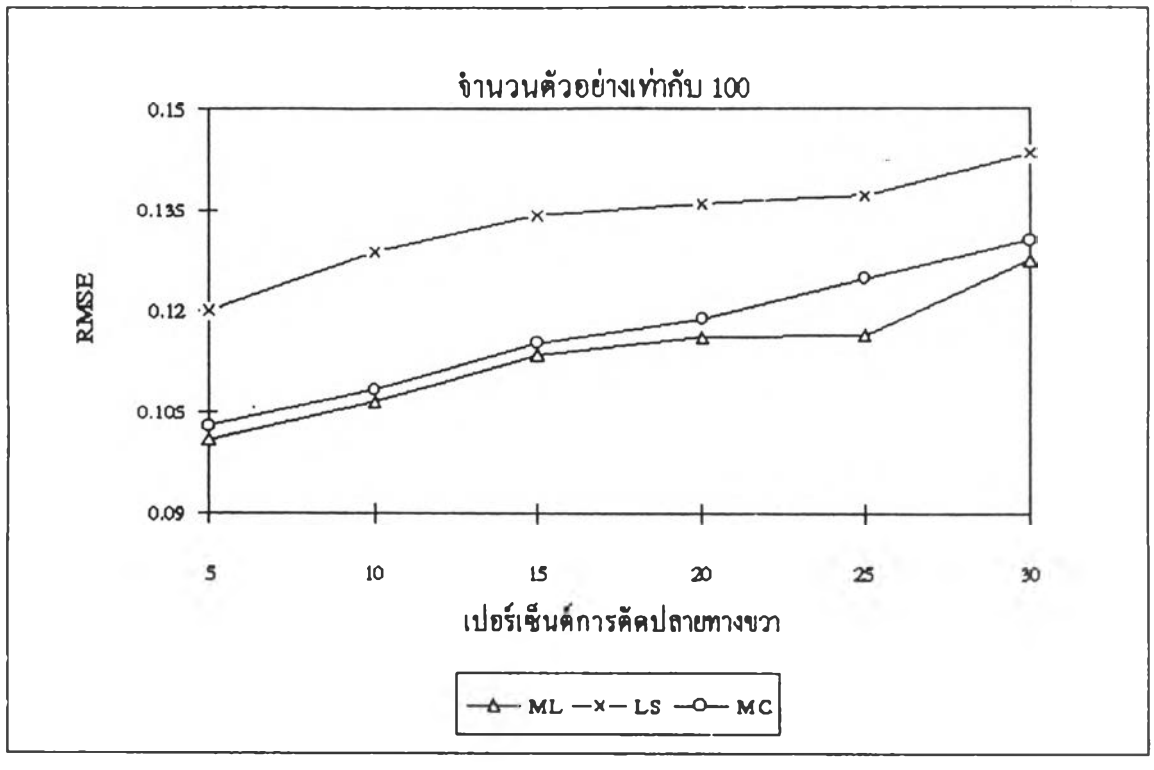

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
0.08
0.075
0.07
0.065
0.06
0.055
0.05
0.045
0.04
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

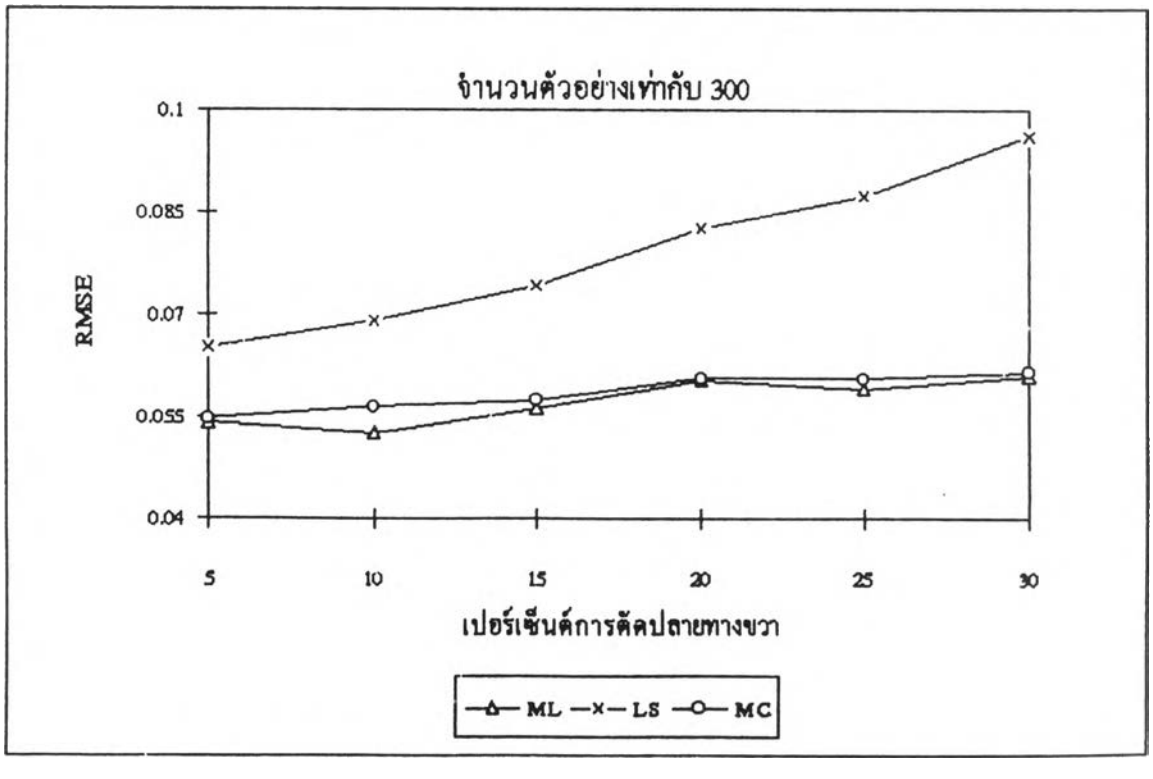
รูปที่ 4.8 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

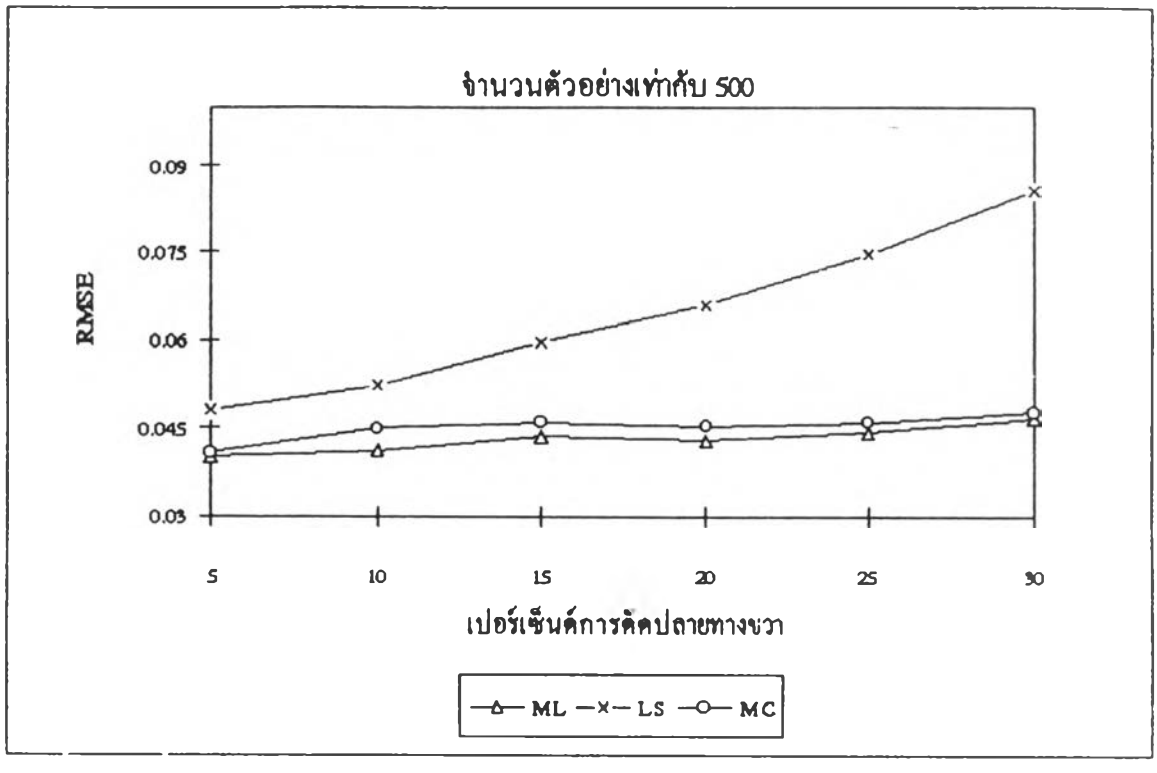

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 1000
RMSE
0.065
0.058
0.051
0.044
0.037
0.03
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

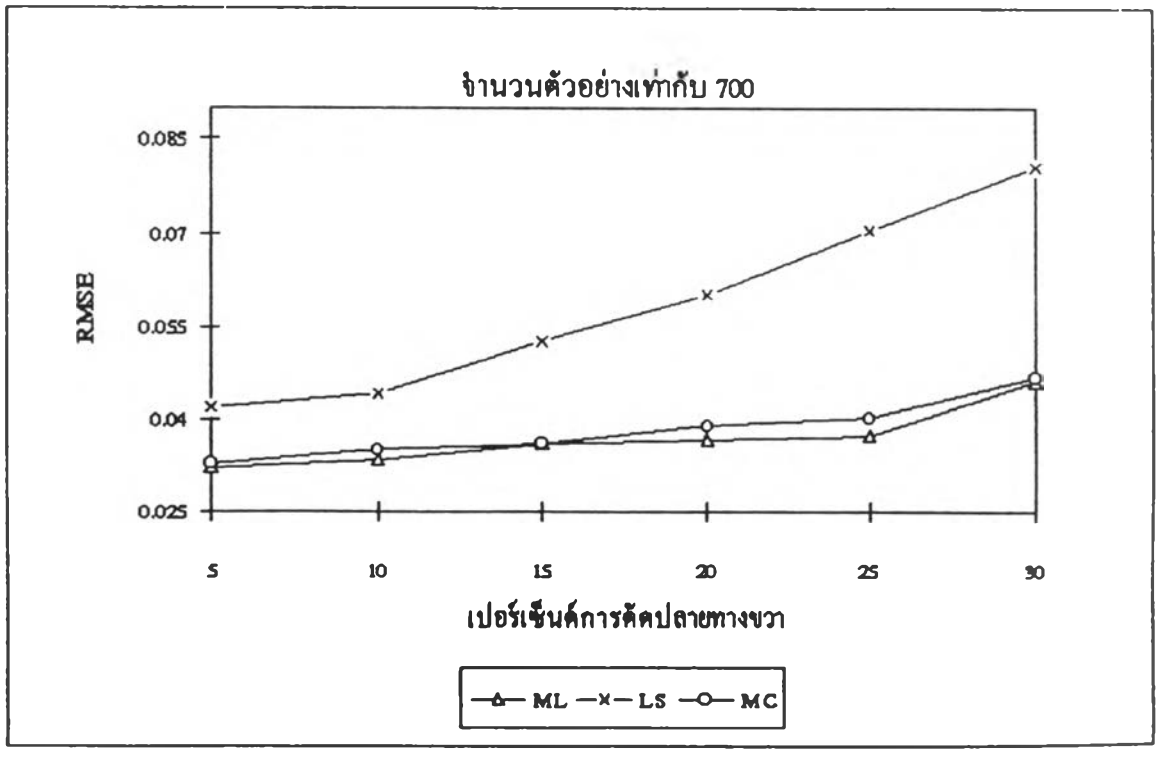
รูปที่ 4.9 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.1 $w$=20.0



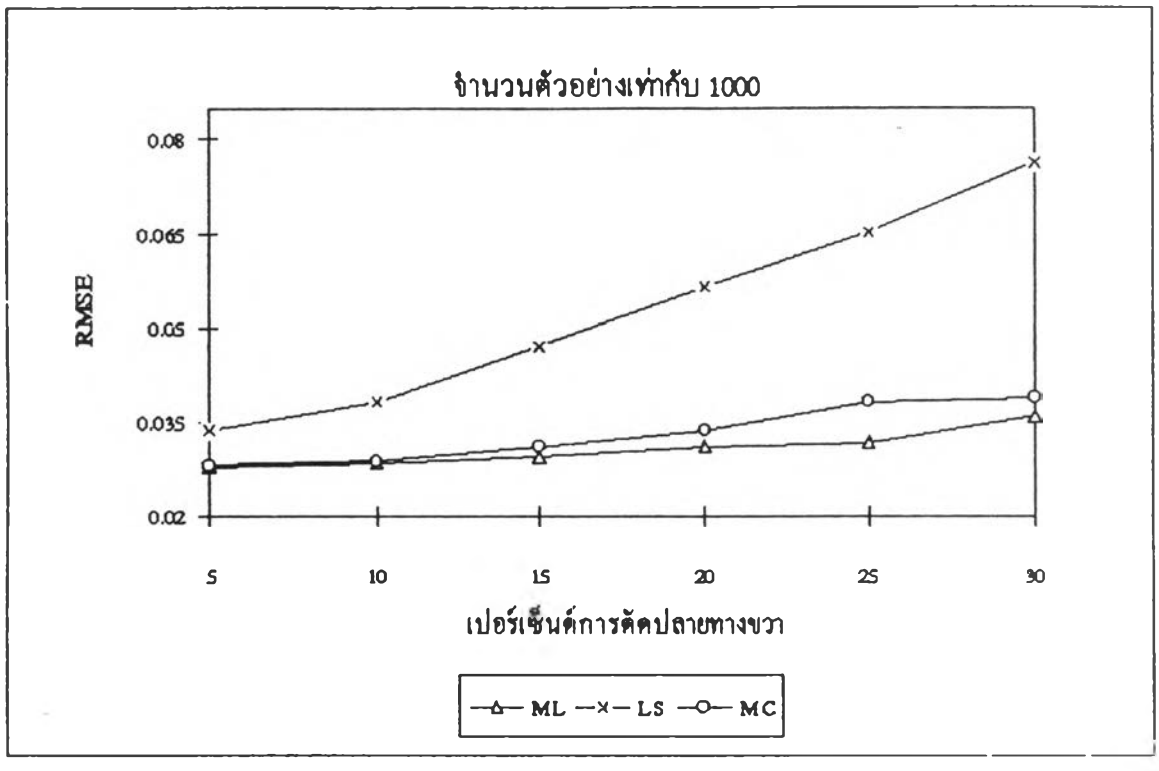



รูปที่ 4 9 (ต่อ)

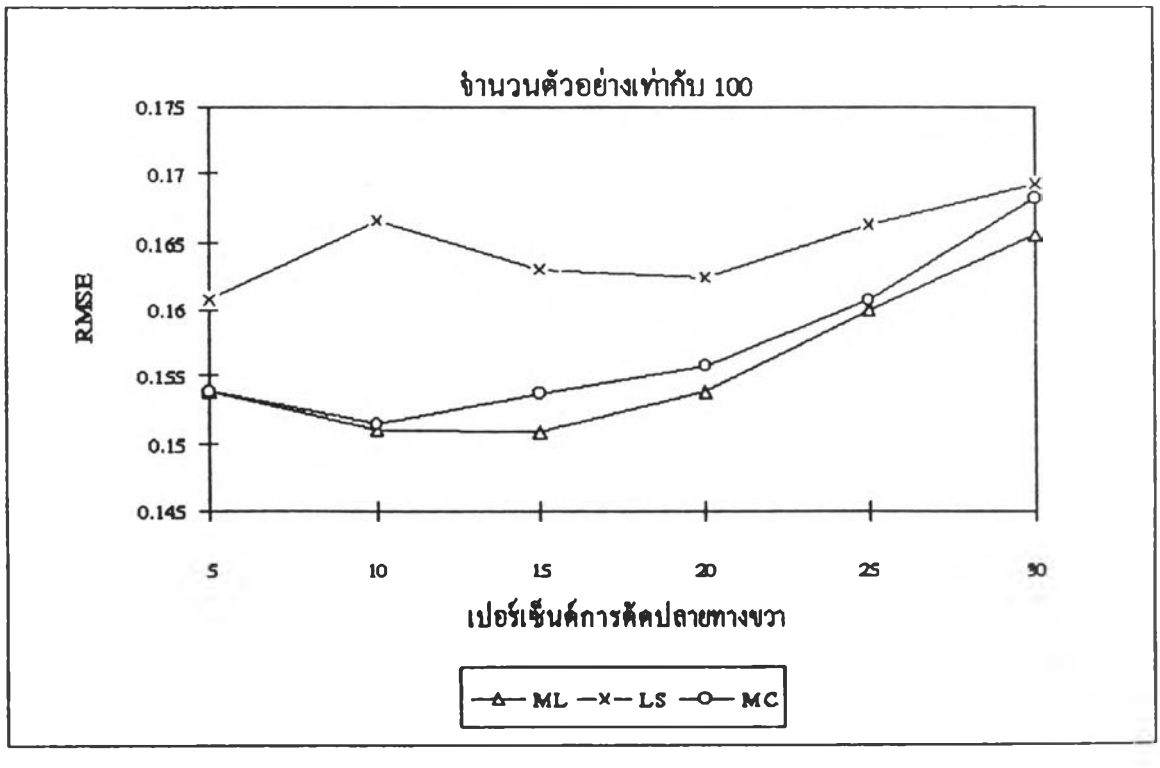

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
0.09
0.075
0.06
0.045
0.03
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.085
0.07
0.055
0.04
0.025
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

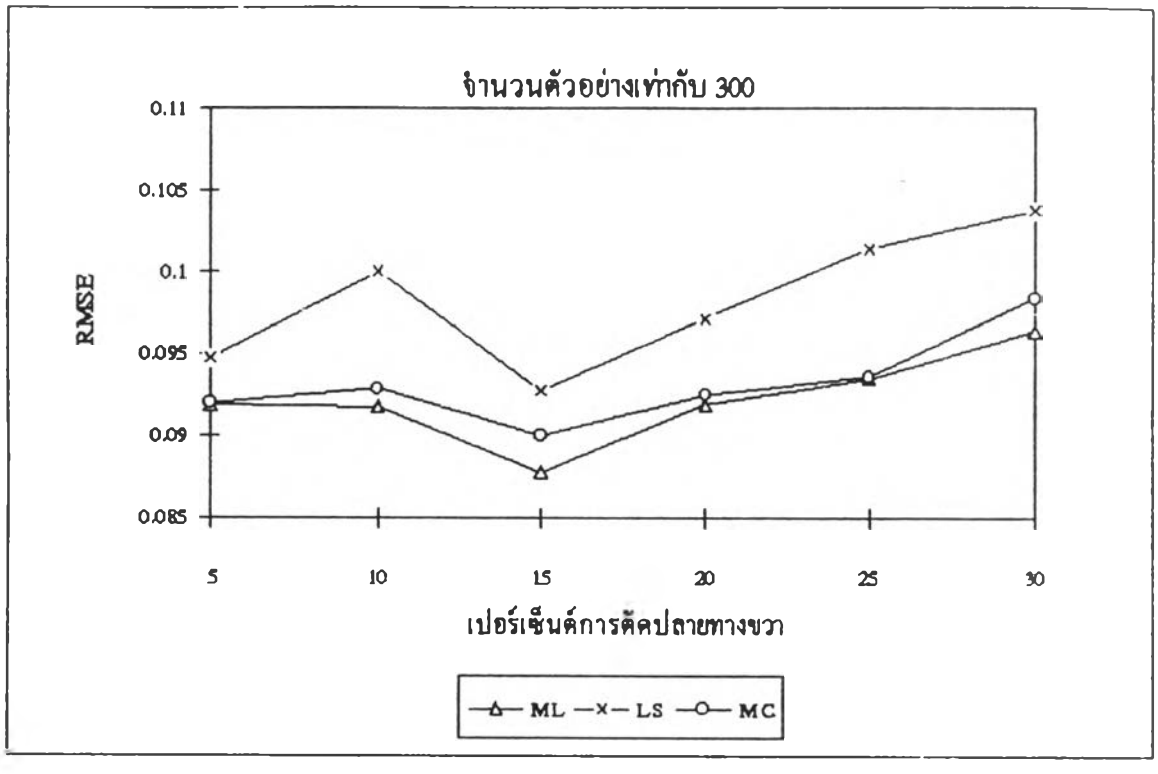
รูปที่ 4.9 (ต่อ)

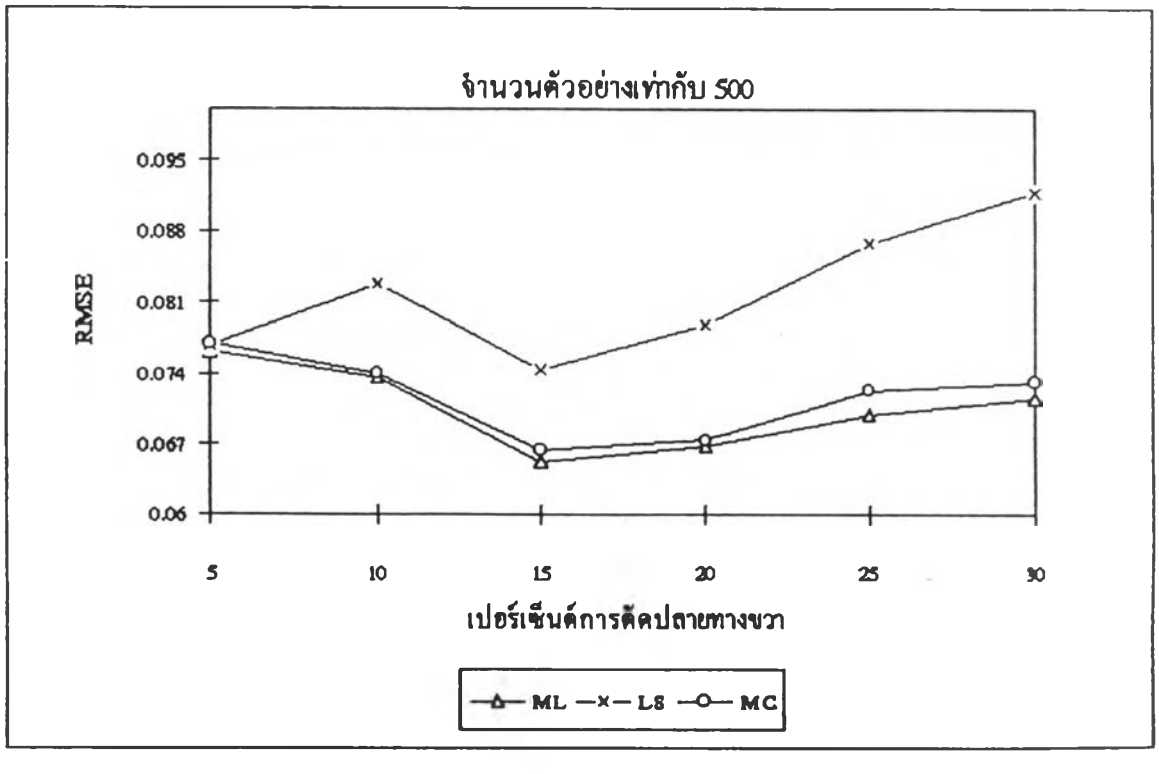



รูปที่ 4.10 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.2 $w$=10.0

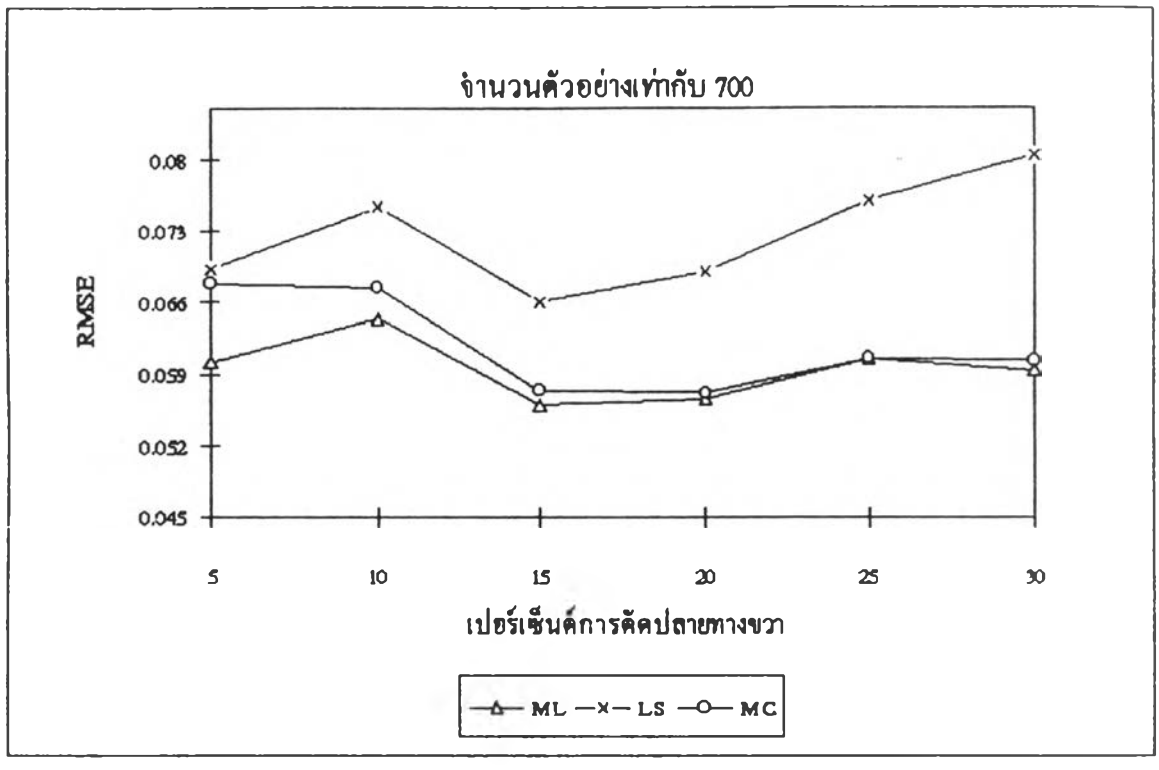


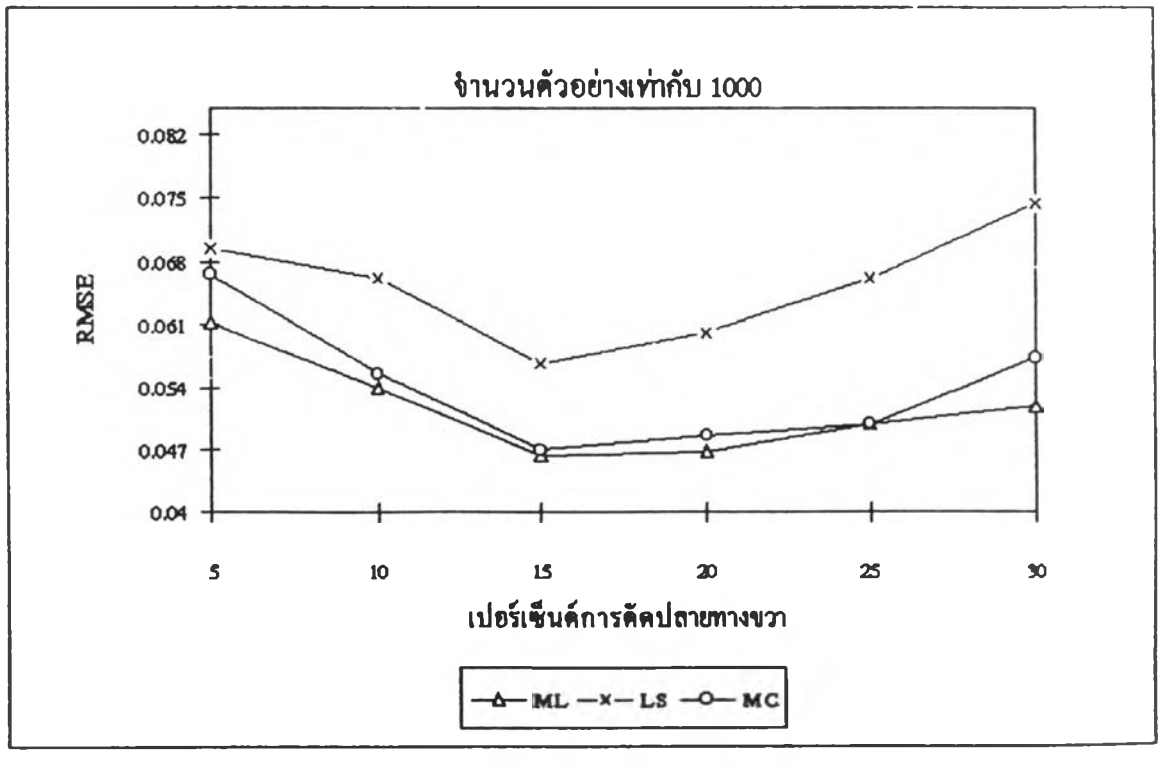
รูปที่ 4.10 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 300
RMSE
0.11
0.105
0.1
0.095
0.09
0.085
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

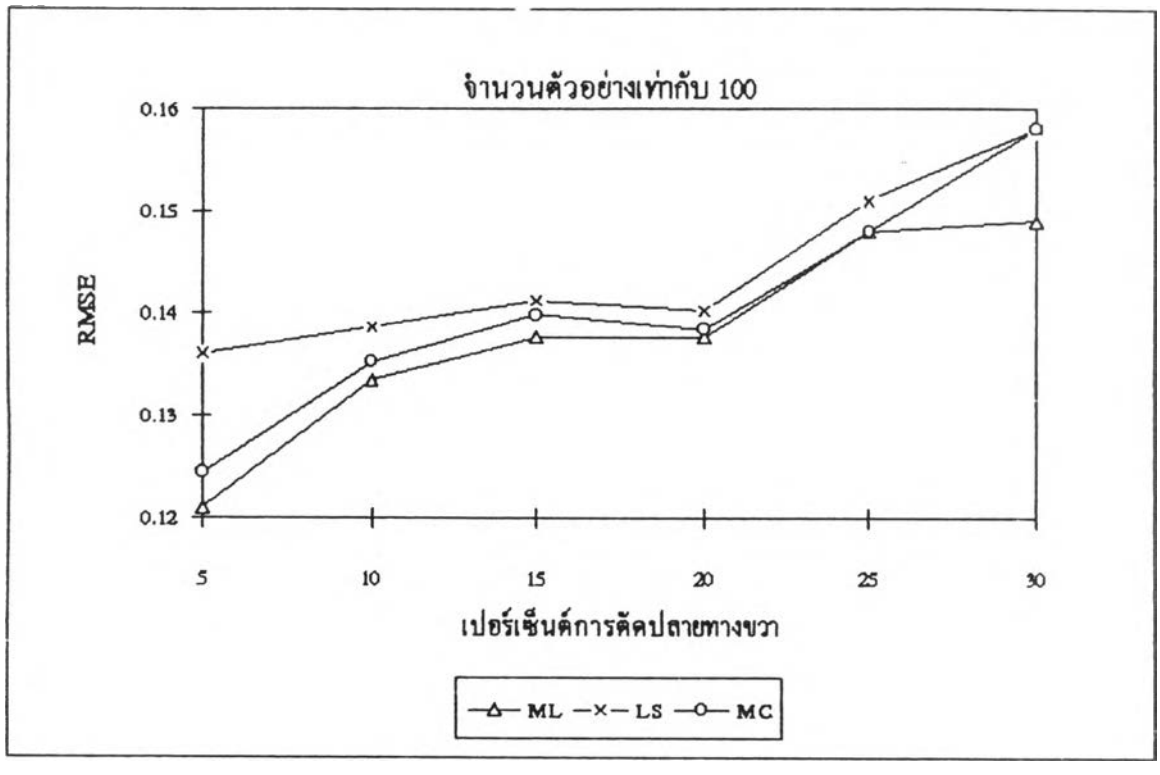

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
0.095
0.088
0.081
0.074
0.067
0.06
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

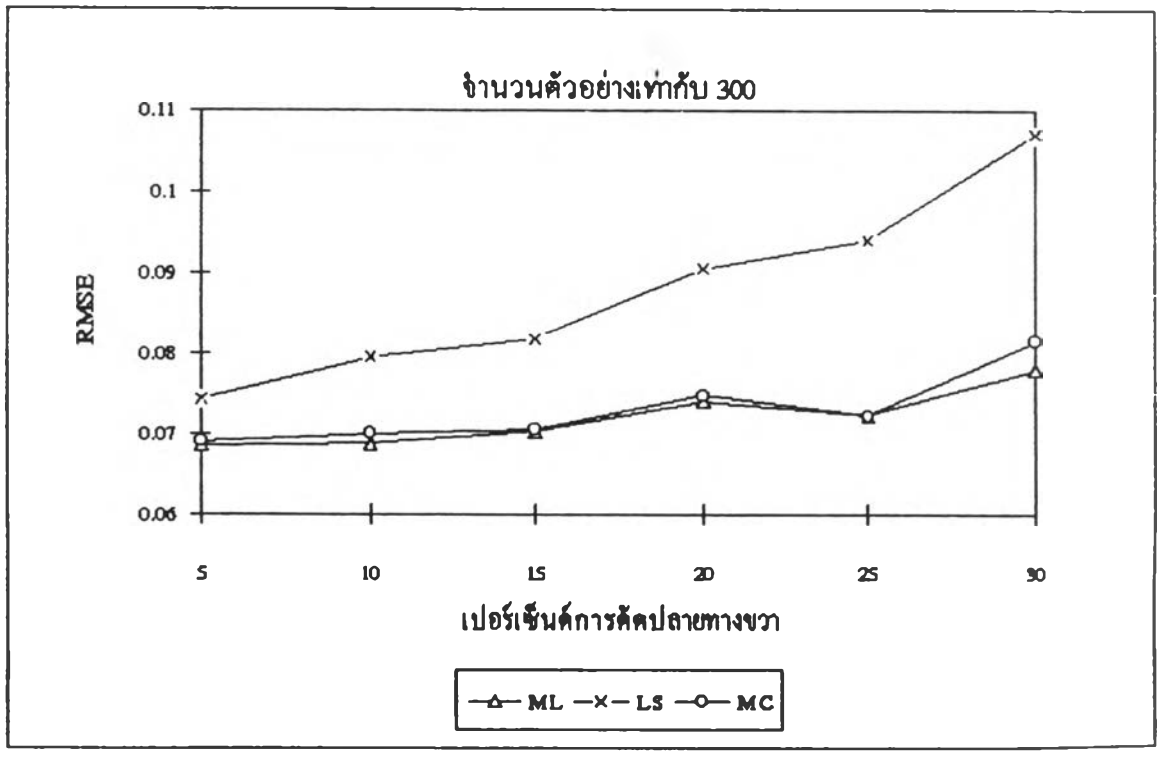
รูปที่ 4.10 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.08
0.073
0.066
0.059
0.052
0.045
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

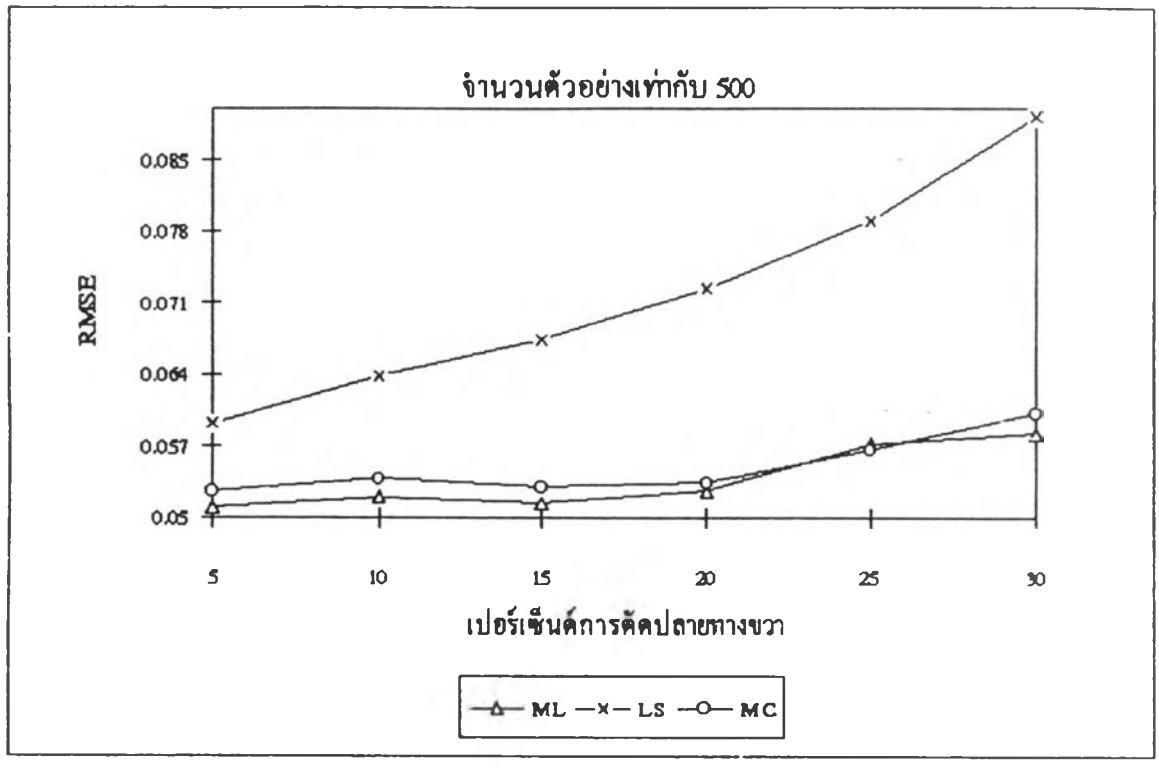

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 1000
RMSE
0.082
0.075
0.068
0.061
0.054
0.047
0.04
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

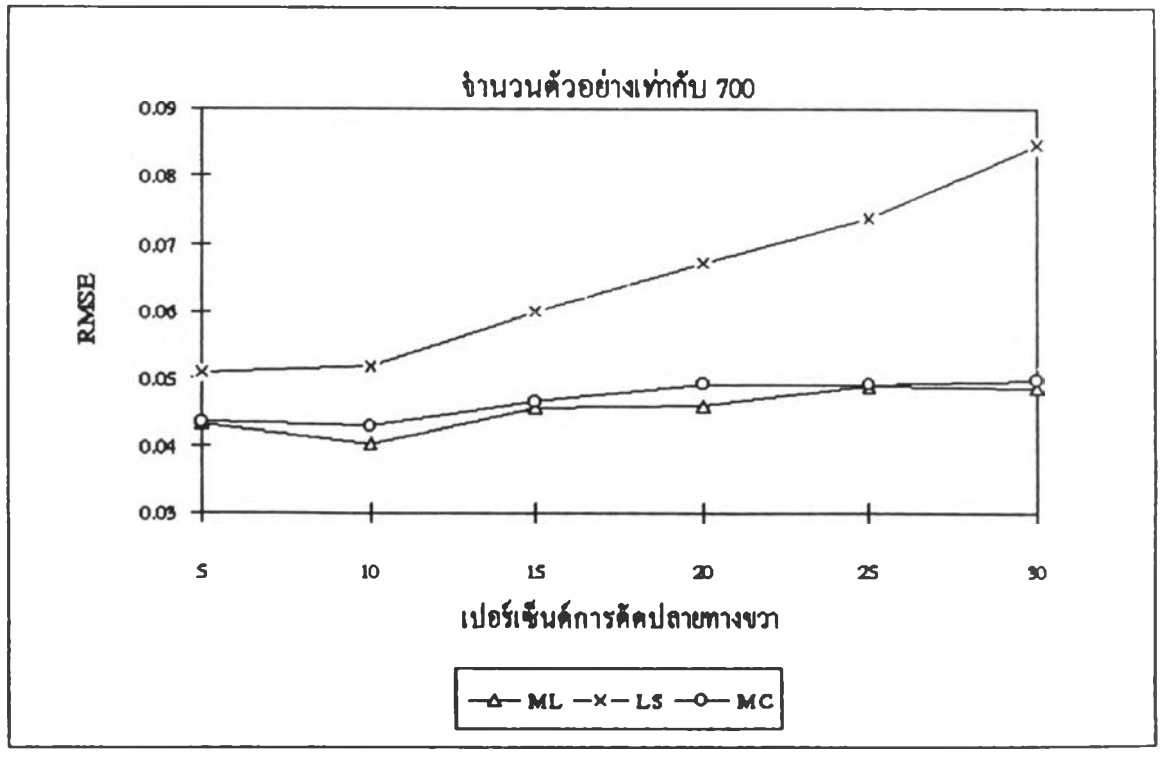
รูปที่ 4.11 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.2 $w$=15.0



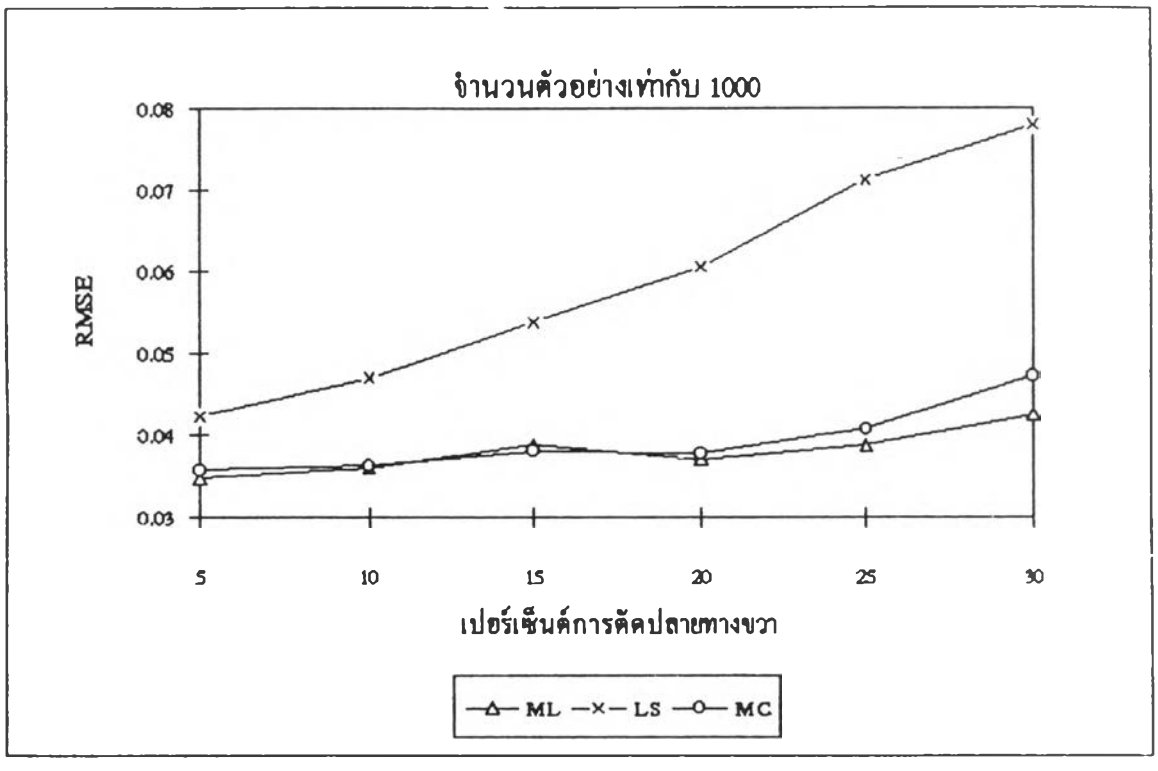



รูปที่ 4.11 (ต่อ)

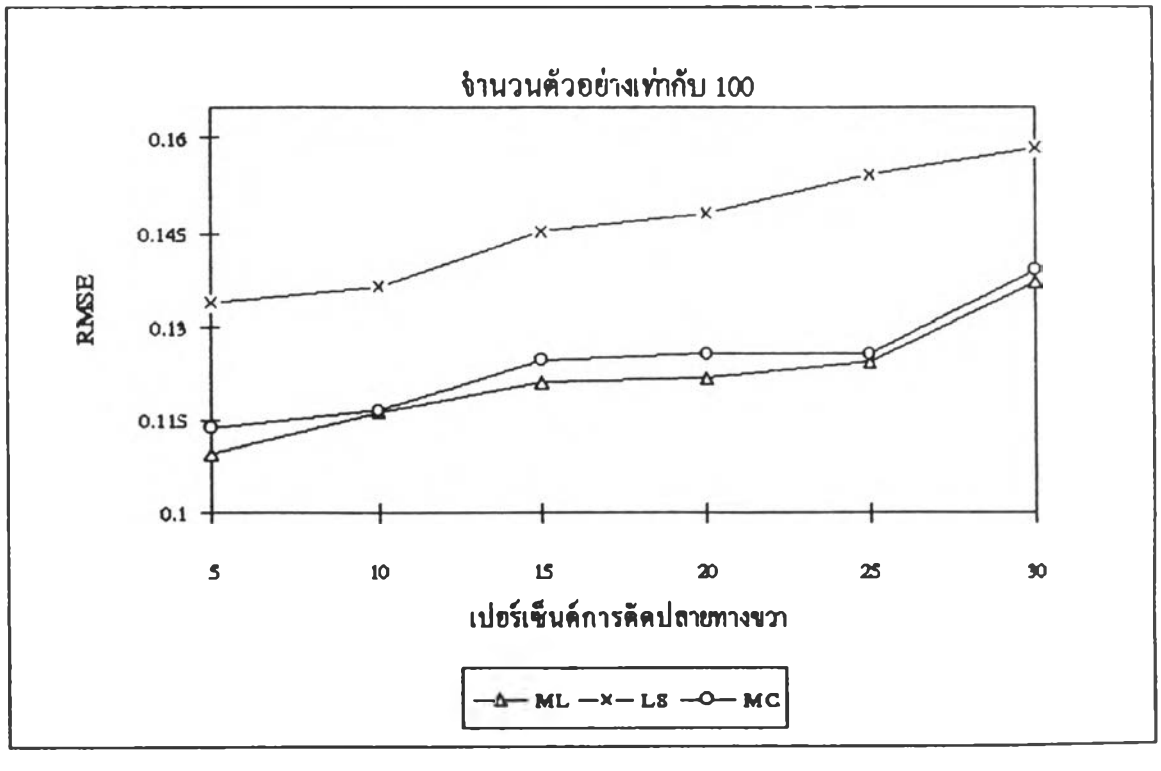

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
0.085
0.078
0.071
0.064
0.057
0.05
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

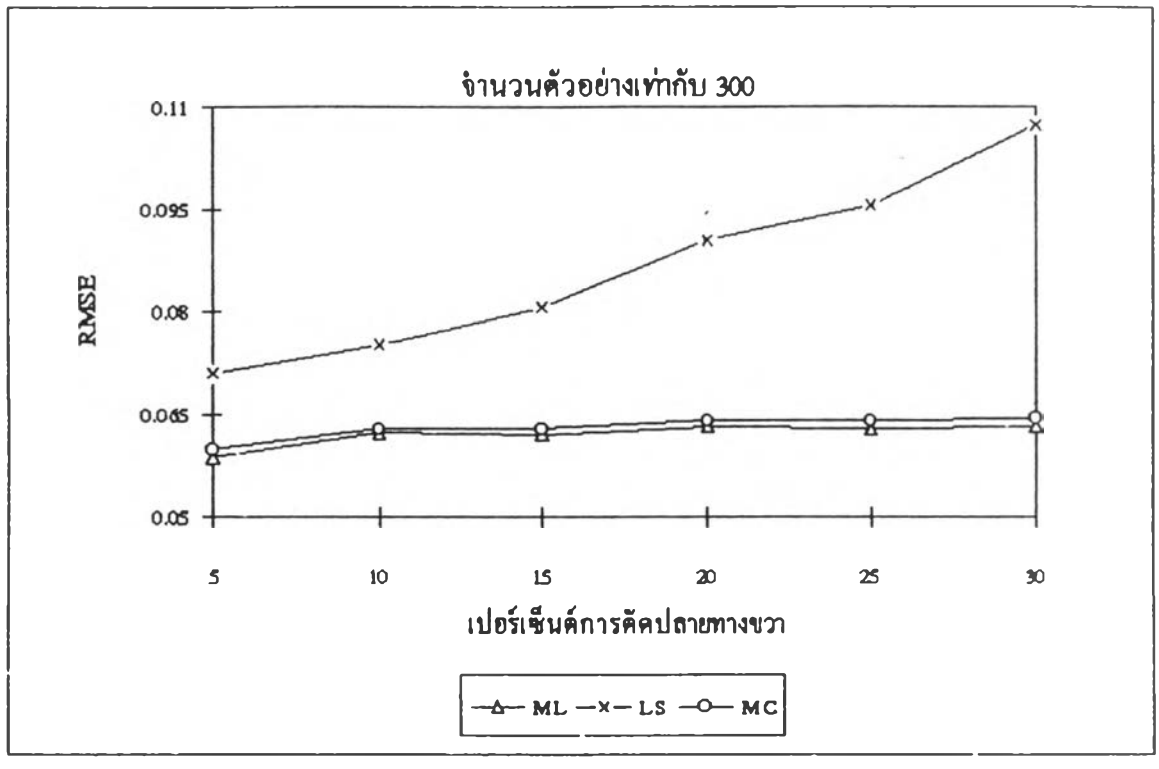
รูปที่ 4.11 (ต่อ)

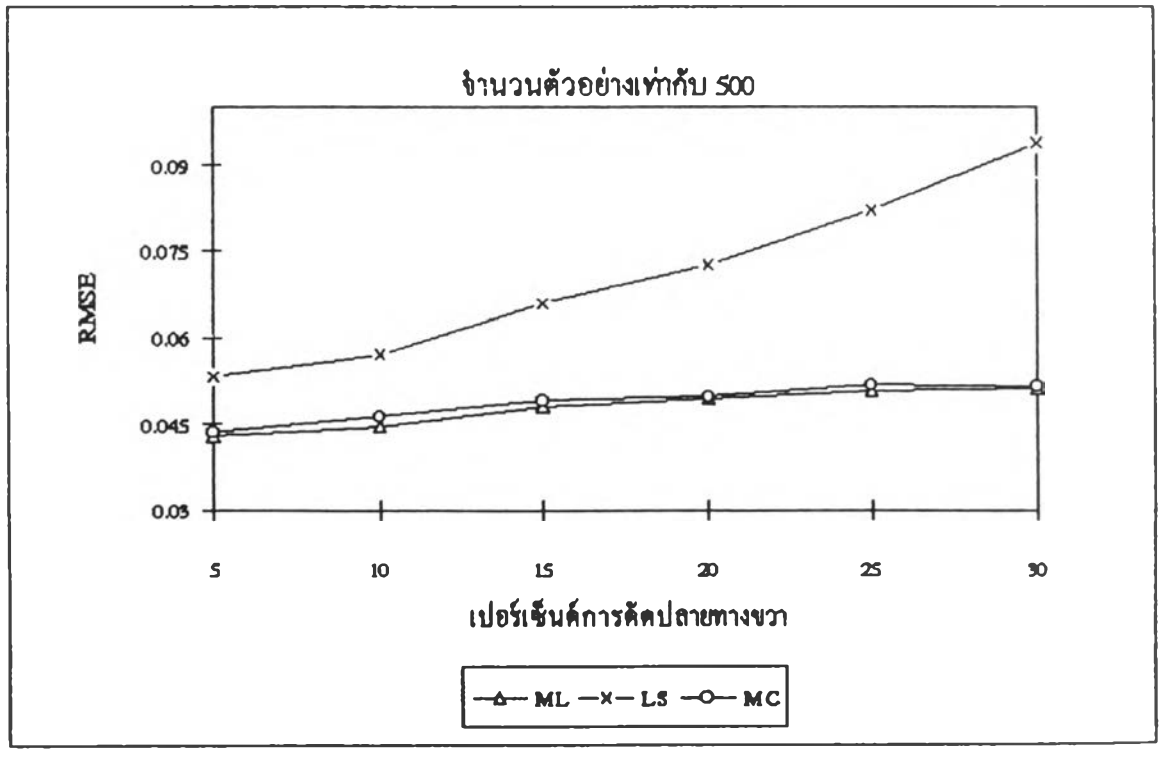



รูปที่ 4.12 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบไวบูลล์ $d$ =0.2 $w$=20.0

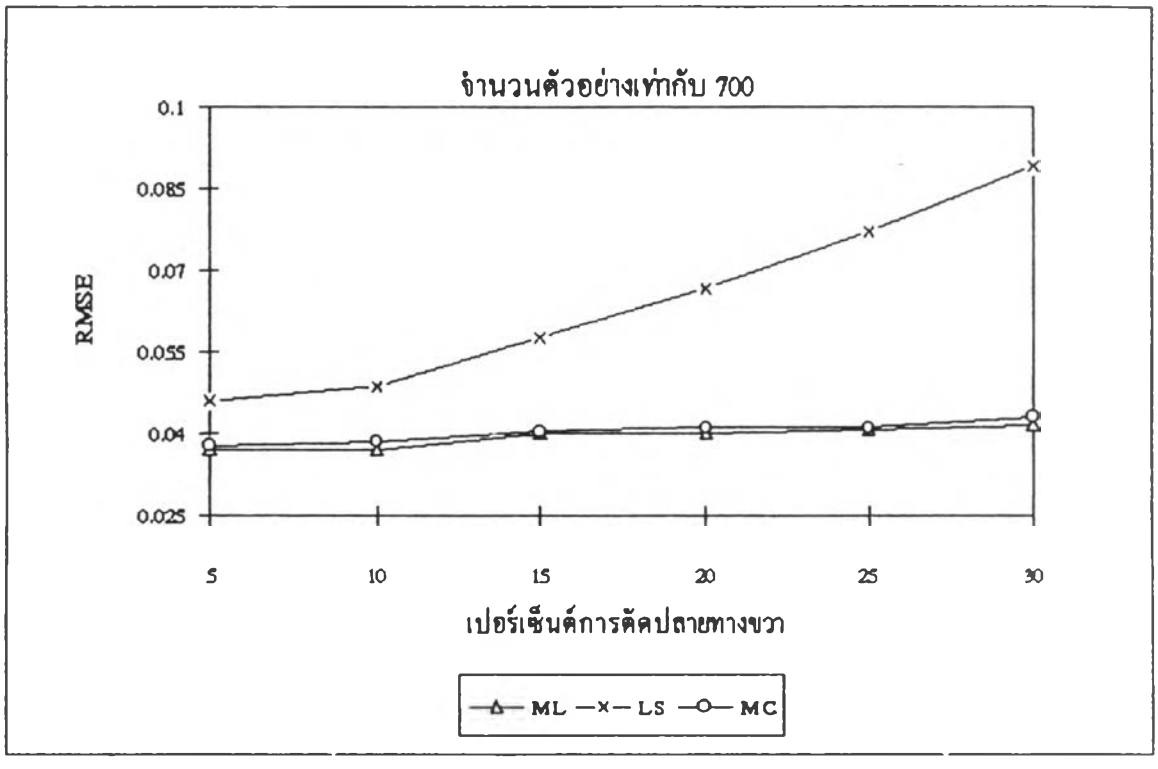


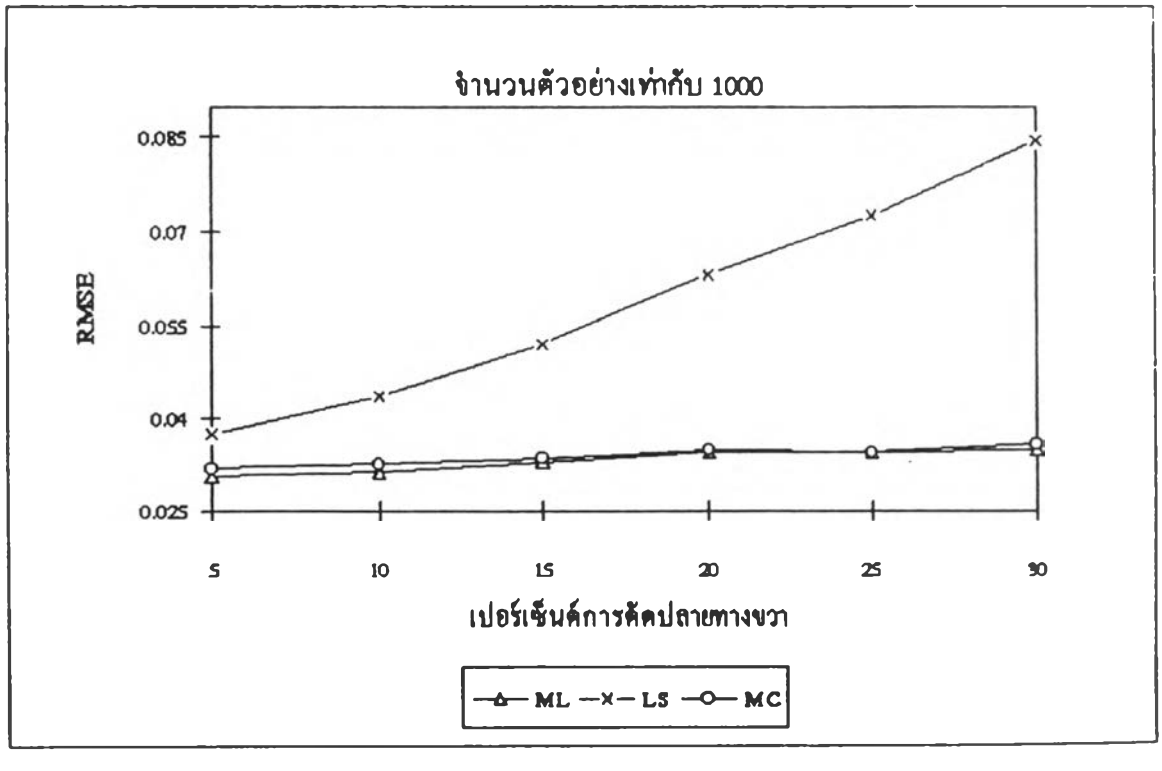
รูปที่ 4 12 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 300
RMSE
0.11
0.095
0.08
0.065
0.05
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
0.09
0.075
0.06
0.045
0.03
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

รูปที่ 4.12 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.1
0.085
0.07
0.055
0.04
0.025
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 1000
RMSE
0.085
0.07
0.055
0.04
0.025
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

2. ข้อมูลมีการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล

ศึกษาโดยใช้ค่าพารามิเตอร์เป็นดังนี้ $\mu$ = 0.75 $\sigma$ = 1.31106 ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5 สำหรับผลการวิจัยจะนำเสนอในตารางที่ 4.7 - 4.12 และจะแสดงกราฟในรูปที่ 4.13 - 4.24 โดยรูปที่ 4.13 - 4.18 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า RMSE กับ จำนวนตัวอย่าง $n$ รูปที่ 4.19 - 4.24 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า RMSE กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา

จากตารางที่ 4.7 ($d$ =0.1 $w$=10.0) และ 4.10 ($d$ =0.2 $w$=10.0) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) วิธี ML จะเป็นวิธีที่ทำให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในทุก ๆ กรณีการศึกษา โดยมีวิธี MC และวิธี LS จะให้ค่า RMSE ที่มากขึ้นตามลำดับ

2) ณ ค่าเปอร์เซ็นต์การตัดใด ๆ เมื่อ $n$ เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่า RMSE ลดลงทุกวิธีการประมาณค่า (จากกราฟรูปที่ 4.13 และ 4.16)

3) ทุกค่า $n$ เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวาในช่วงหนึ่ง จะทำให้ค่า RMSE ลดต่ำลง ส่วนใหญ่อยู่ที่ค่า 15 เปอร์เซ็นต์ของการตัดปลายทางขวา เนื่องจากการกระจายข้อมูลยังคงอยู่รอบ ๆ ของข้อมูลส่วนใหญ่ที่ใกล้จุดตัด (จากกราฟรูปที่ 4.19 และ 4.22)

จากตารางที่ 4.8 ($d$ =0.1 $w$=15.0) และ 4.11 ($d$ =0.2 $w$=15.0) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) วิธี ML จะเป็นวิธีที่ทำให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในทุก ๆ กรณีการศึกษา โดยมีวิธี MC และวิธี LS จะให้ค่า RMSE ที่มากขึ้นตามลำดับ

2) ณ ค่าเปอร์เซ็นต์การตัดใด ๆ เมื่อ $n$ เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่า RMSE ลดลงทุกวิธีการประมาณค่า (จากกราฟรูปที่ 4.14 และ 4.17)

3) ทุกค่า $n$ เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวาในช่วงหนึ่ง วิธี ML และวิธี MC จะให้ค่า RMSE ลดต่ำลง ส่วนใหญ่อยู่ที่ค่า 10 เปอร์เซ็นต์ของการตัดปลายทางขวา ส่วนวิธี LS จะให้ค่า RMSE เพิ่มมากขึ้น (จากกราฟรูปที่ 4.20 และ 4.23)

จากตารางที่ 4.9 ($d$ =0.1 $w$=20.0) และ 4.12 ($d$ =0.2 $w$=20.0) สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1) วิธี ML จะเป็นวิธีที่ทำให้ค่า RMSE น้อยที่สุดในทุก ๆ กรณีการศึกษา โดยมีวิธี MC และวิธี LS จะให้ค่า RMSE ที่มากขึ้นตามลำดับ

2) ณ ค่าเปอร์เซ็นต์การตัดใด ๆ เมื่อ $n$ เพิ่มมากขึ้น จะทำให้ค่า RMSE ลดลงทุกวิธีการประมาณค่า (จากกราฟรูปที่ 4.15 และ 4.18)

3) ทุกค่า $n$ เมื่อเพิ่มเปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา จะทำให้ค่า RMSE เพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ วิธีการประมาณค่า (จากกราฟรูปที่ 4.21 และ 4.24)

ตารางที่ 4.7 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.1 $w$=10.0

| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.42616 | 0.612886 | 0.511044 |
| | 300 | 0.155451 | 0.208794 | 0.175179 |
| | 500 | 0.131814 | 0.189660 | 0.147608 |
| | 700 | 0.117064 | 0.184312 | 0.148317 |
| | 1000 | 0.101833 | 0.165807 | 0.144070 |
| 10% | 100 | 0.425687 | 0.617829 | 0.497483 |
| | 300 | 0.1459552 | 0.330864 | 0.190921 |
| | 500 | 0.125175 | 0.277393 | 0.147112 |
| | 700 | 0.104695 | 0.258320 | 0.125244 |
| | 1000 | 0.083899 | 0.232370 | 0.102039 |
| 15% | 100 | 0.418840 | 0.553479 | 0.429417 |
| | 300 | 0.146584 | 0.327805 | 0.166922 |
| | 500 | 0.119241 | 0.318697 | 0.124431 |
| | 700 | 0.087596 | 0.300958 | 0.106380 |
| | 1000 | 0.070548 | 0.273414 | 0.081197 |
| 20% | 100 | 0.504163 | 0.873414 | 0.525464 |
| | 300 | 0.154696 | 0.548127 | 0.177603 |
| | 500 | 0.111539 | 0.449579 | 0.122519 |
| | 700 | 0.086052 | 0.413347 | 0.099699 |
| | 1000 | 0.073021 | 0.389366 | 0.083708 |
| 25% | 100 | 0.453132 | 1.141587 | 0.593816 |
| | 300 | 0.163267 | 0.684945 | 0.184743 |
| | 500 | 0.110793 | 0.585389 | 0.126562 |
| | 700 | 0.096395 | 0.556969 | 0.112446 |
| | 1000 | 0.076739 | 0.527629 | 0.087676 |
| 30% | 100 | 0.466090 | 1.158509 | 0.716881 |
| | 300 | 0.244234 | 0.859578 | 0.655485 |
| | 500 | 0.226896 | 0.777682 | 0.421924 |
| | 700 | 0.094715 | 0.720895 | 0.109362 |
| | 1000 | 0.077827 | 0.681134 | 0.094356 |

ตารางที่ 4.8 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.1 $w$=15.0

| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.333223 | 0.478580 | 0.389100 |
| | 300 | 0.124553 | 0.185273 | 0.157333 |
| | 500 | 0.094281 | 0.153856 | 0.121120 |
| | 700 | 0.079693 | 0.141841 | 0.102587 |
| | 1000 | 0.067720 | 0.131790 | 0.086189 |
| 10% | 100 | 0.332143 | 0.603473 | 0.442611 |
| | 300 | 0.118839 | 0.278909 | 0.144112 |
| | 500 | 0.084127 | 0.214121 | 0.100228 |
| | 700 | 0.069086 | 0.193356 | 0.081414 |
| | 1000 | 0.057945 | 0.178928 | 0.067444 |
| 15% | 100 | 0.371821 | 0.810839 | 0.467311 |
| | 300 | 0.118691 | 0.453775 | 0.144167 |
| | 500 | 0.089830 | 0.453775 | 0.107256 |
| | 700 | 0.074678 | 0.410793 | 0.089373 |
| | 1000 | 0.059757 | 0.385739 | 0.071410 |
| 20% | 100 | 0.366046 | 1.035425 | 0.495988 |
| | 300 | 0.122158 | 0.534082 | 0.150397 |
| | 500 | 0.095959 | 0.449579 | 0.117558 |
| | 700 | 0.075896 | 0.413347 | 0.092196 |
| | 1000 | 0.063369 | 0.389366 | 0.074198 |
| 25% | 100 | 0.392434 | 1.502335 | 0.514382 |
| | 300 | 0.132271 | 0.739974 | 0.160939 |
| | 500 | 0.096956 | 0.610038 | 0.119252 |
| | 700 | 0.077804 | 0.557121 | 0.093993 |
| | 1000 | 0.065643 | 0.526925 | 0.078413 |
| 30% | 100 | 0.484169 | 2.424238 | 0.645000 |
| | 300 | 0.134255 | 0.997460 | 0.172462 |
| | 500 | 0.100564 | 0.814689 | 0.125982 |
| | 700 | 0.084139 | 0.745091 | 0.104284 |
| | 1000 | 0.067634 | 0.699464 | 0.082203 |

ตารางที่ 4 9 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.1 $w$=20 0

| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.340275 | 0.523335 | 0.383983 |
| | 300 | 0.109202 | 0.177144 | 0.136942 |
| | 500 | 0.077949 | 0.138528 | 0.091890 |
| | 700 | 0.065261 | 0.117192 | 0.079189 |
| | 1000 | 0.053950 | 0.103339 | 0.063482 |
| 10% | 100 | 0.361336 | 0.585791 | 0.405588 |
| | 300 | 0.111014 | 0.267914 | 0.138379 |
| | 500 | 0.078530 | 0.213235 | 0.097519 |
| | 700 | 0.067037 | 0.192811 | 0.080883 |
| | 1000 | 0.053442 | 0.176768 | 0.063820 |
| 15% | 100 | 0.365896 | 0.896963 | 0.463016 |
| | 300 | 0.112725 | 0.387764 | 0.143346 |
| | 500 | 0.081908 | 0.347764 | 0.103286 |
| | 700 | 0.067469 | 0.294323 | 0.083803 |
| | 1000 | 0.055534 | 0.281373 | 0.069563 |
| 20% | 100 | 0.440382 | 1.332239 | 0.482813 |
| | 300 | 0.119908 | 0.560502 | 0.154146 |
| | 500 | 0.083193 | 0.454986 | 0.105665 |
| | 700 | 0.070576 | 0.418085 | 0.087715 |
| | 1000 | 0.056939 | 0.385872 | 0.069072 |
| 25% | 100 | 0.446712 | 2.033262 | 0.514419 |
| | 300 | 0.123272 | 0.789658 | 0.157176 |
| | 500 | 0.089443 | 0.623079 | 0.113701 |
| | 700 | 0.073219 | 0.581778 | 0.092720 |
| | 1000 | 0.059523 | 0.532880 | 0.072153 |
| 30% | 100 | 0.511764 | 3.079062 | 0.649085 |
| | 300 | 0.125714 | 1.201264 | 0.168033 |
| | 500 | 0.091848 | 0.866636 | 0.120329 |
| | 700 | 0.074773 | 0.778323 | 0.096000 |
| | 1000 | 0.060324 | 0.179019 | 0.077872 |

ตารางที่ 4.10 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.2 $w$=10.0

| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.423875 | 0.524858 | 0.458658 |
| | 300 | 0.193951 | 0.289468 | 0.198088 |
| | 500 | 0.137222 | 0.204262 | 0.147099 |
| | 700 | 0.125012 | 0.195878 | 0.131640 |
| | 1000 | 0.106874 | 0.194332 | 0.119704 |
| 10% | 100 | 0.463313 | 0.731820 | 0.548862 |
| | 300 | 0.191042 | 0.446684 | 0.207726 |
| | 500 | 0.140492 | 0.370263 | 0.157705 |
| | 700 | 0.120079 | 0.290861 | 0.137891 |
| | 1000 | 0.100638 | 0.268693 | 0.119486 |
| 15% | 100 | 0.414165 | 0.722269 | 0.527246 |
| | 300 | 0.167622 | 0.417908 | 0.193119 |
| | 500 | 0.115083 | 0.318410 | 0.129011 |
| | 700 | 0.095058 | 0.283261 | 0.107047 |
| | 1000 | 0.079398 | 0.265094 | 0.088363 |
| 20% | 100 | 0.510427 | 0.914039 | 0.629419 |
| | 300 | 0.177025 | 0.624218 | 0.211863 |
| | 500 | 0.124959 | 0.520715 | 0.135499 |
| | 700 | 0.095199 | 0.460787 | 0.107824 |
| | 1000 | 0.080753 | 0.433568 | 0.091739 |
| 25% | 100 | 0.585161 | 1.385861 | 0.960456 |
| | 300 | 0.188595 | 0.859824 | 0.248350 |
| | 500 | 0.124759 | 0.676426 | 0.142475 |
| | 700 | 0.105962 | 0.636138 | 0.113318 |
| | 1000 | 0.082734 | 0.592182 | 0.092509 |
| 30% | 100 | 1.006312 | 2.197982 | 1.171511 |
| | 300 | 0.253766 | 1.137922 | 0.407686 |
| | 500 | 0.158206 | 0.956221 | 0.199699 |
| | 700 | 0.112062 | 0.833645 | 0.152276 |
| | 1000 | 0.088679 | 0.781809 | 0.109444 |

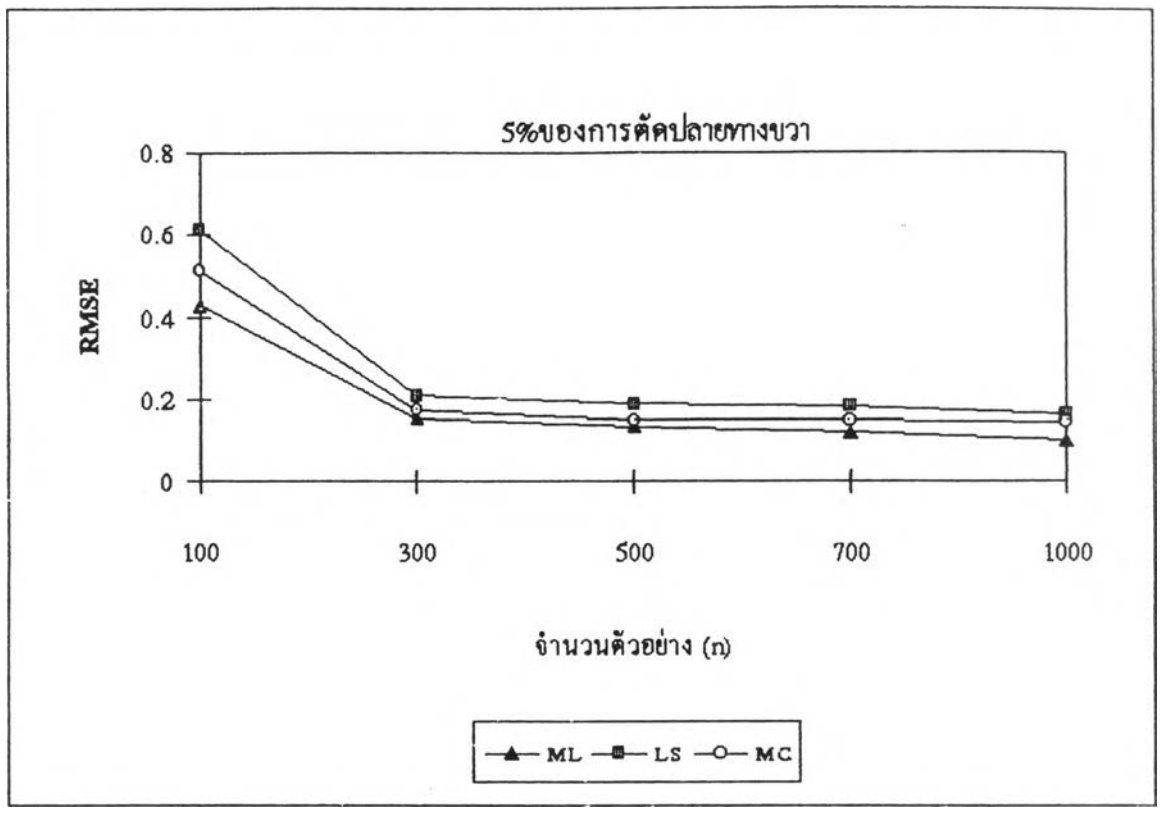
ตารางที่ 4.11 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.2 $w$=15.0

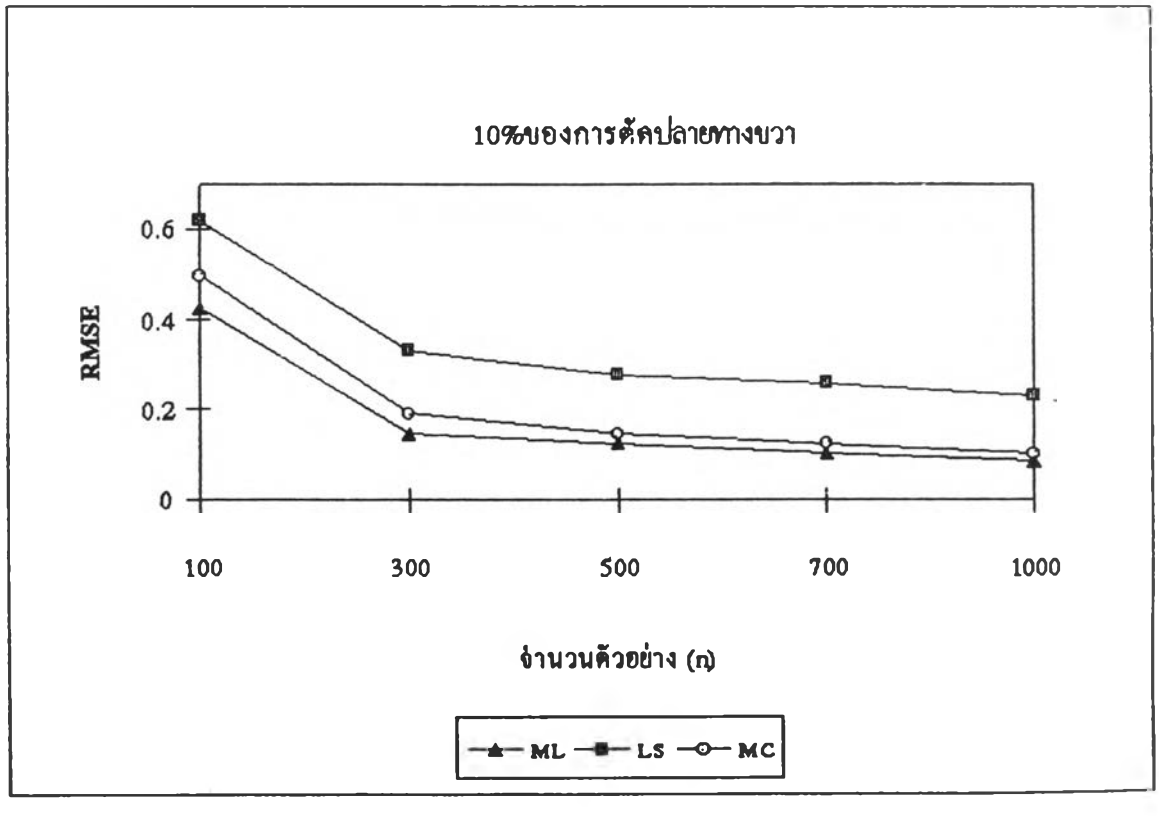
| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.421856 | 0.562501 | 0.451401 |
| | 300 | 0.140203 | 0.212563 | 0.171382 |
| | 500 | 0.102350 | 0.178876 | 0.128698 |
| | 700 | 0.087952 | 0.161373 | 0.111038 |
| | 1000 | 0.074464 | 0.148388 | 0.094283 |
| 10% | 100 | 0.385643 | 0.658386 | 0.431533 |
| | 300 | 0.131594 | 0.330081 | 0.158705 |
| | 500 | 0.093602 | 0.233804 | 0.108873 |
| | 700 | 0.076839 | 0.211362 | 0.089402 |
| | 1000 | 0.063502 | 0.191131 | 0.073392 |
| 15% | 100 | 0.418186 | 0.872362 | 0.488139 |
| | 300 | 0.128987 | 0.422485 | 0.154311 |
| | 500 | 0.099757 | 0.353632 | 0.117409 |
| | 700 | 0.081829 | 0.315125 | 0.096433 |
| | 1000 | 0.064958 | 0.292457 | 0.076278 |
| 20% | 100 | 0.429751 | 1.146819 | 0.541361 |
| | 300 | 0.135968 | 0.601336 | 0.165155 |
| | 500 | 0.105364 | 0.493487 | 0.126766 |
| | 700 | 0.084264 | 0.444949 | 0.100206 |
| | 1000 | 0.069127 | 0.418722 | 0.080420 |
| 25% | 100 | 0.546051 | 1.730576 | 0.745022 |
| | 300 | 0.146394 | 0.874143 | 0.175913 |
| | 500 | 0.107449 | 0.685907 | 0.129580 |
| | 700 | 0.086591 | 0.627737 | 0.103516 |
| | 1000 | 0.071067 | 0.575159 | 0.083306 |
| 30% | 100 | 0.705634 | 2.050711 | 0.893221 |
| | 300 | 0.152720 | 1.307918 | 0.210099 |
| | 500 | 0.109603 | 0.961855 | 0.136279 |
| | 700 | 0.091345 | 0.851458 | 0.112362 |
| | 1000 | 0.073935 | 0.785631 | 0.088722 |

ตารางที่ 4.12 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) ของการประมาณค่าพารามิเตอร์สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.2 $w$=20.0

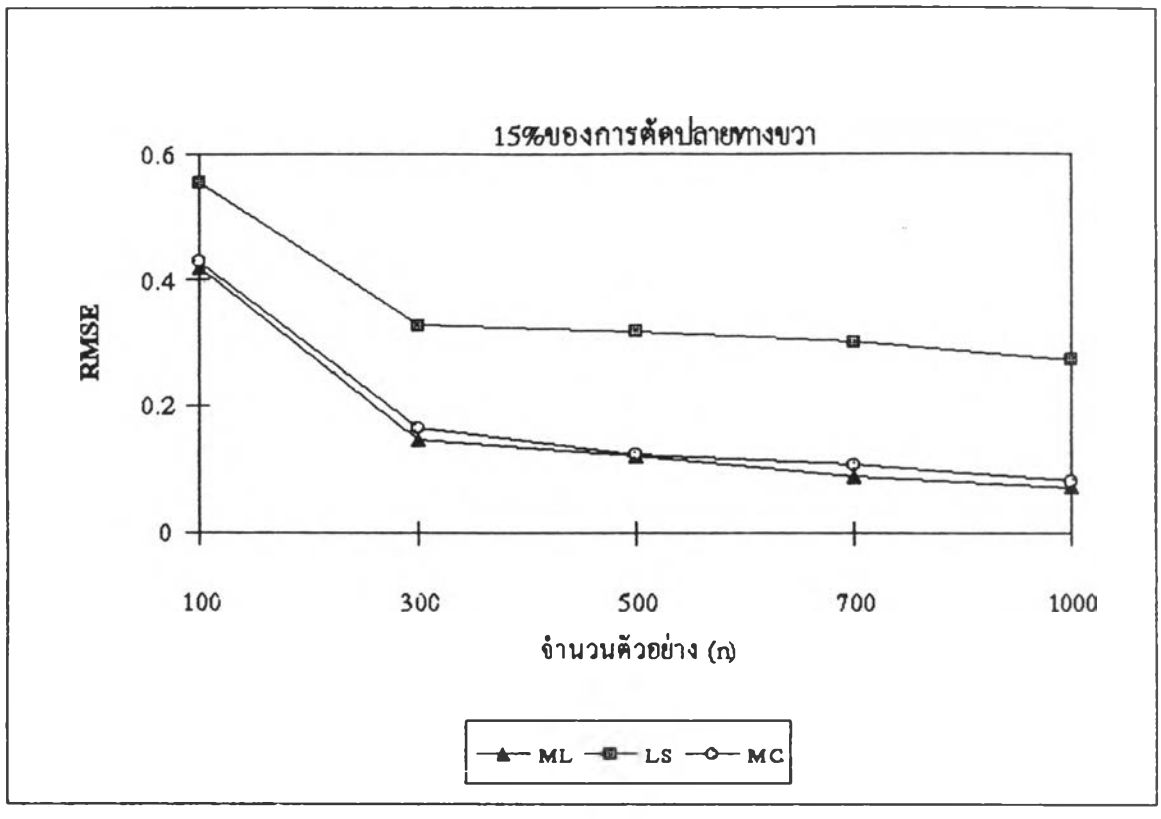
| การตัด | n | ML | LS | MC |
|---|---|---|---|---|
| 5% | 100 | 0.406481 | 0.611038 | 0.454301 |
| | 300 | 0.125702 | 0.203848 | 0.155798 |
| | 500 | 0.086203 | 0.150990 | 0.104034 |
| | 700 | 0.071253 | 0.127519 | 0.085499 |
| | 1000 | 0.058429 | 0.110824 | 0.068927 |
| 10% | 100 | 0.411308 | 0.668568 | 0.508149 |
| | 300 | 0.126842 | 0.293322 | 0.153424 |
| | 500 | 0.088859 | 0.228425 | 0.107415 |
| | 700 | 0.074859 | 0.204139 | 0.088837 |
| | 1000 | 0.059051 | 0.187669 | 0.069448 |
| 15% | 100 | 0.433655 | 0.959259 | 0.526542 |
| | 300 | 0.128522 | 0.434459 | 0.159719 |
| | 500 | 0.091908 | 0.343629 | 0.113287 |
| | 700 | 0.074074 | 0.310916 | 0.090218 |
| | 1000 | 0.061806 | 0.296422 | 0.075000 |
| 20% | 100 | 0.47988 | 1.440963 | 0.501263 |
| | 300 | 0.134306 | 0.661471 | 0.170112 |
| | 500 | 0.091219 | 0.484505 | 0.114109 |
| | 700 | 0.076956 | 0.449849 | 0.094942 |
| | 1000 | 0.062579 | 0.410488 | 0.074492 |
| 25% | 100 | 0.495605 | 2.323924 | 0.661481 |
| | 300 | 0.140061 | 0.969492 | 0.175283 |
| | 500 | 0.099071 | 0.690198 | 0.124121 |
| | 700 | 0.081111 | 0.638078 | 0.100861 |
| | 1000 | 0.066151 | 0.577790 | 0.078715 |
| 30% | 100 | 0.664363 | 2.578255 | 0.751337 |
| | 300 | 0.147204 | 1.727473 | 0.190612 |
| | 500 | 0.101696 | 1.131293 | 0.131069 |
| | 700 | 0.083695 | 0.916293 | 0.105076 |
| | 1000 | 0.065567 | 0.801996 | 0.083036 |

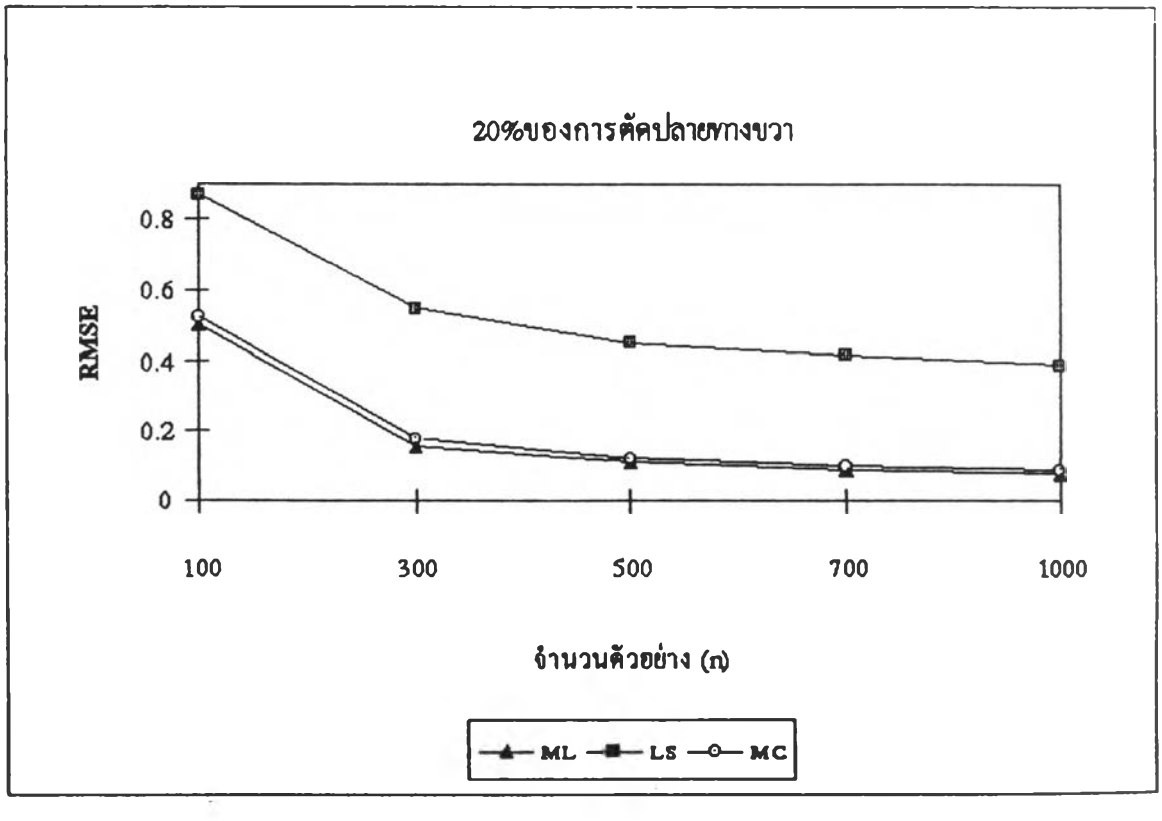
รูปที่ 4.13 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง ($n$) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.1 $w$=10.0



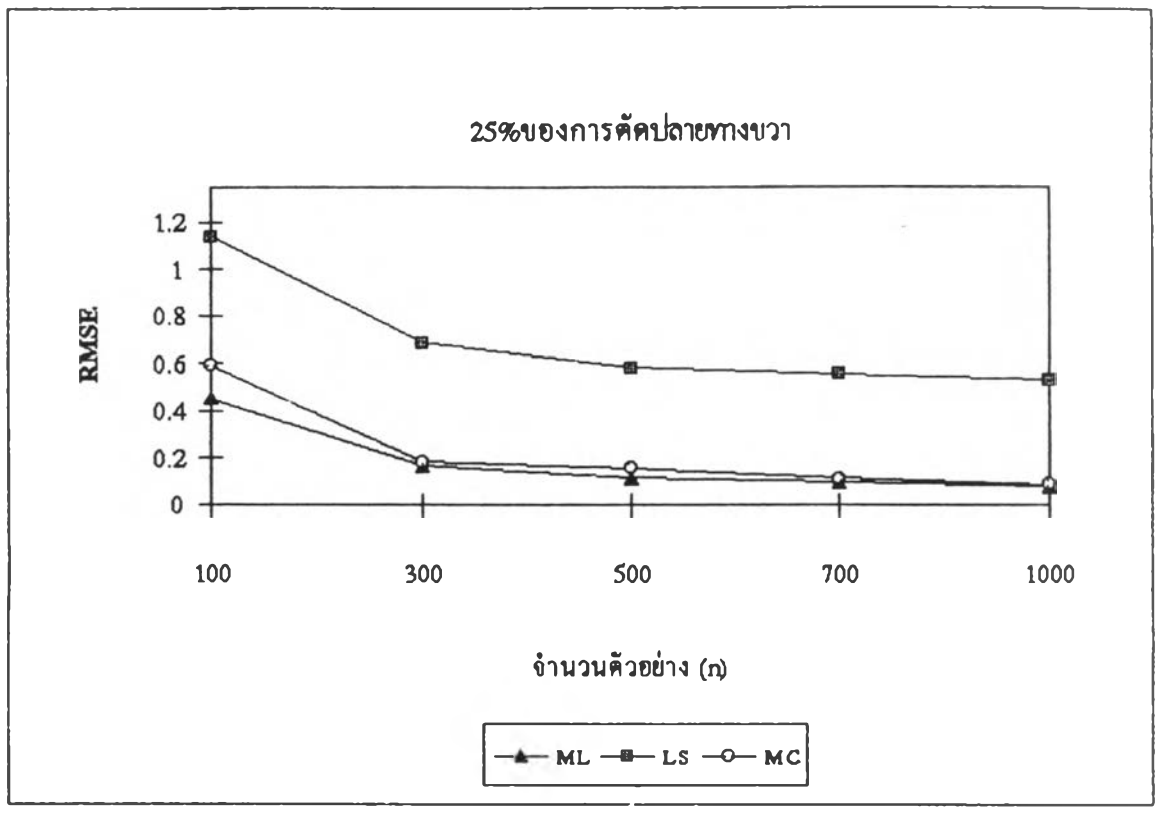



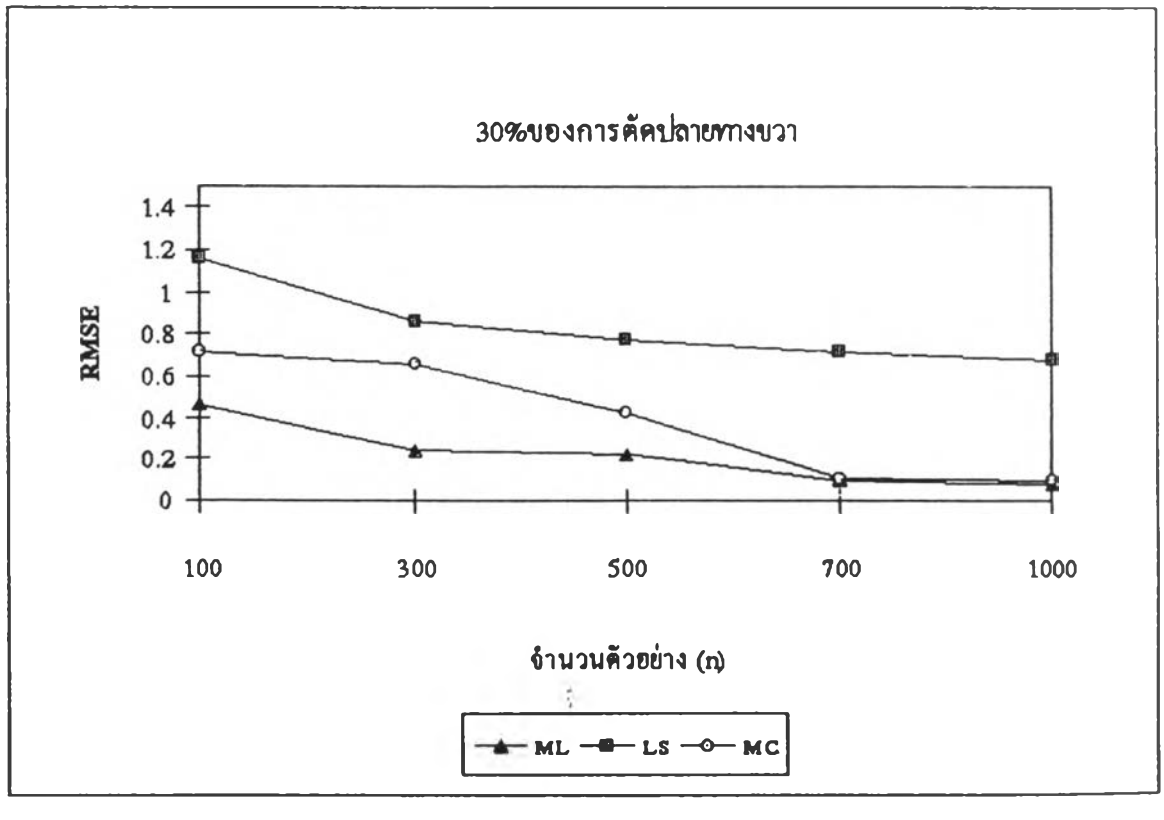
รูปที่ 4 13 (ต่อ)


15%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

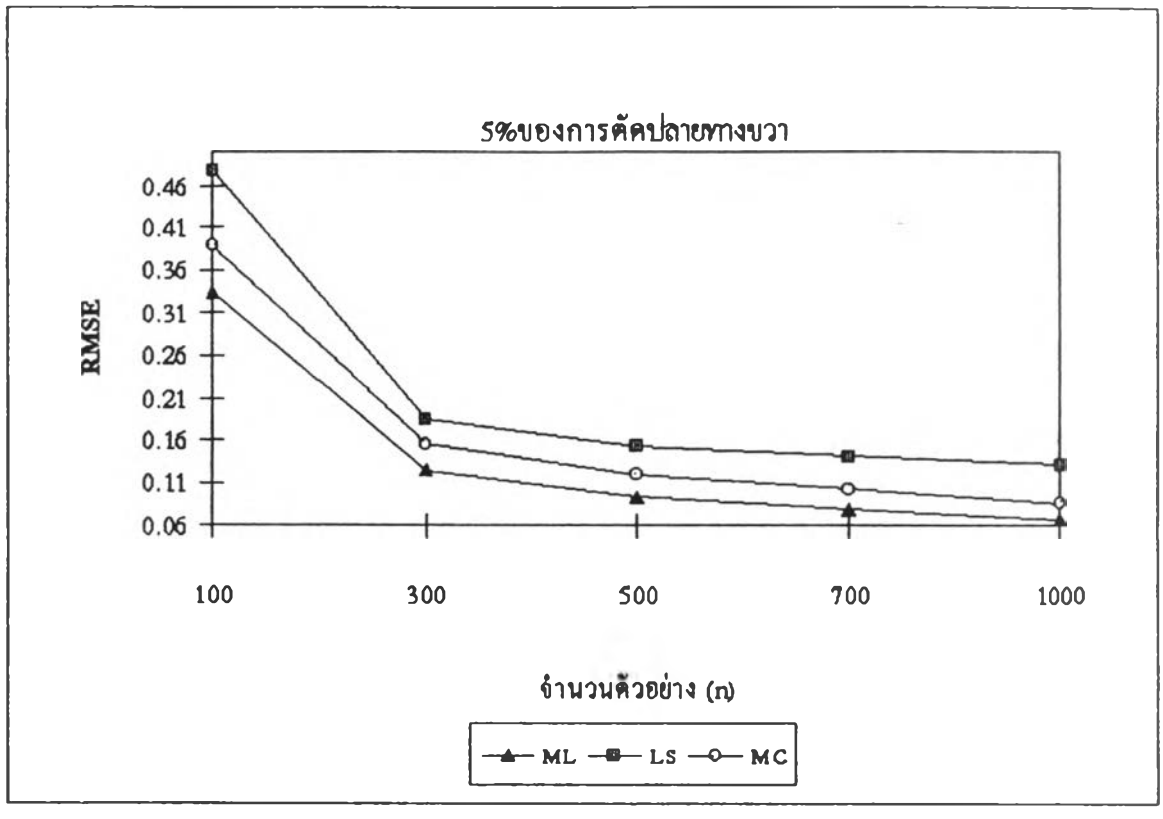

20%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

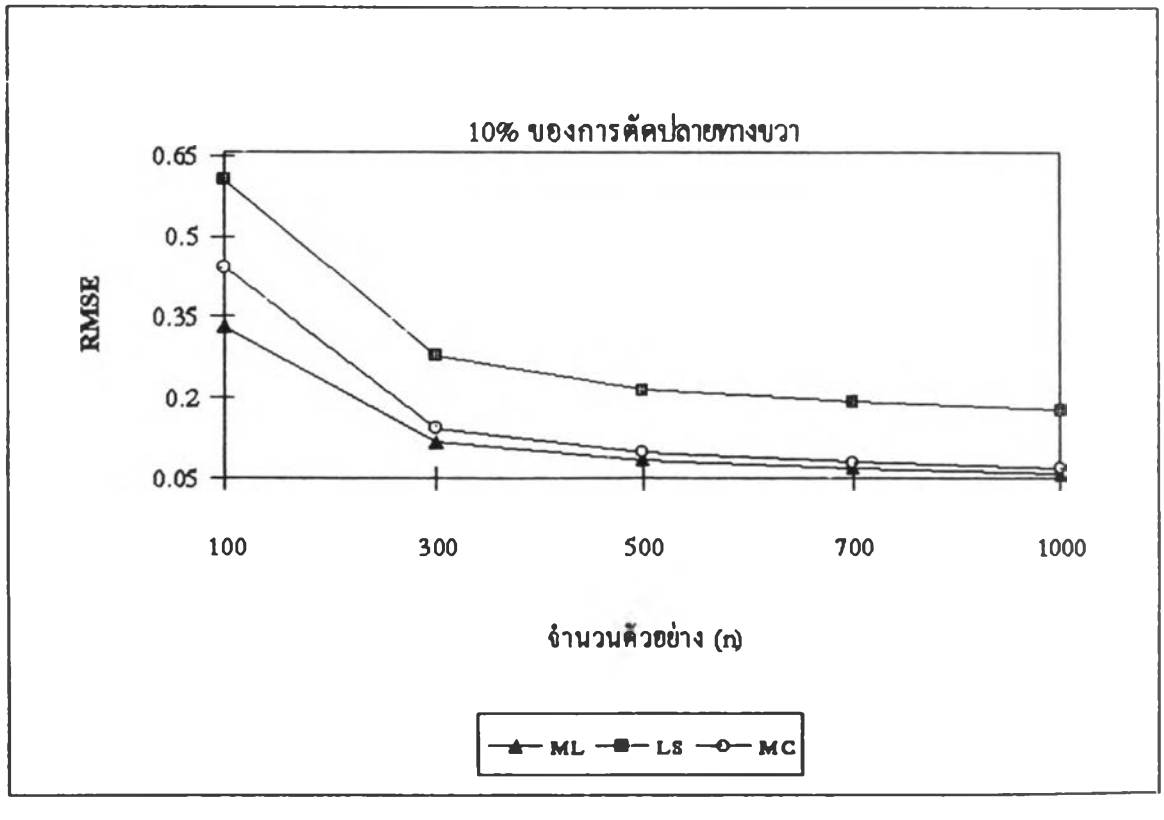
รูปที่ 4 13 (ต่อ)


25%ของการคัดปลายทางขวา
RMSE
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

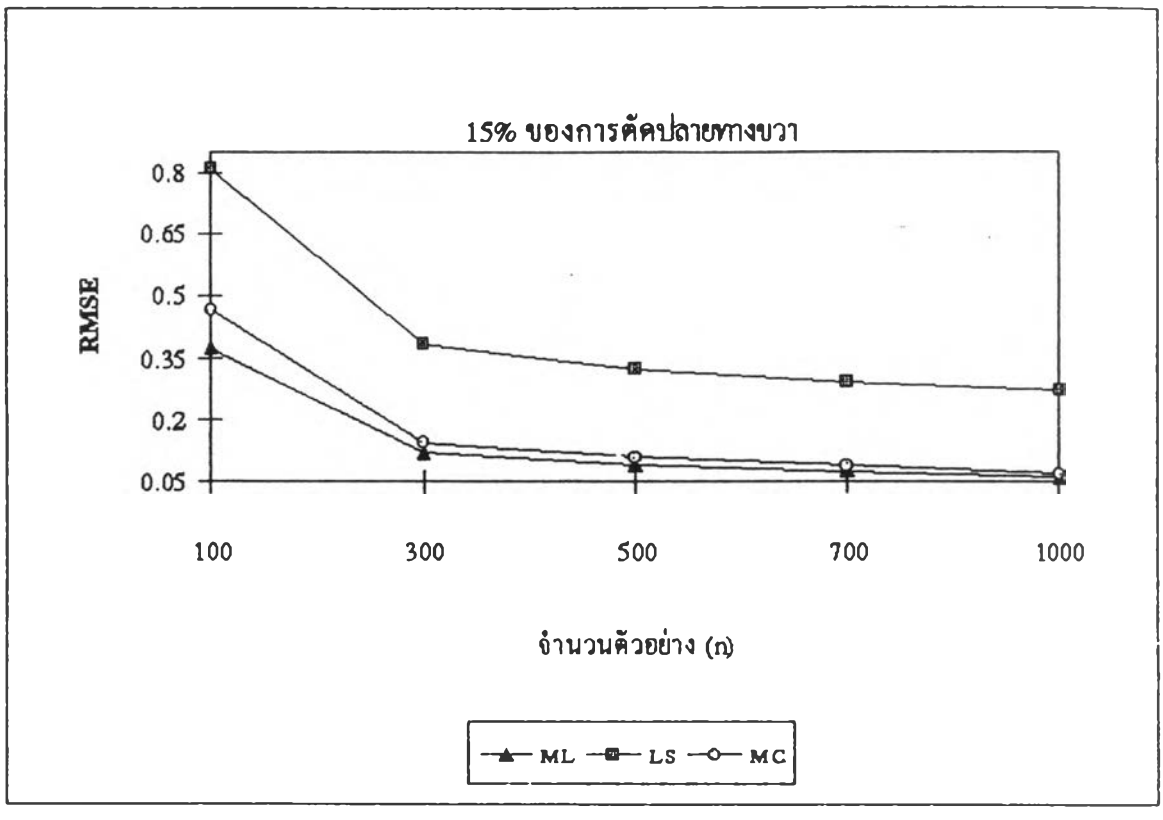

30%ของการคัดปลายทางขวา
RMSE
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

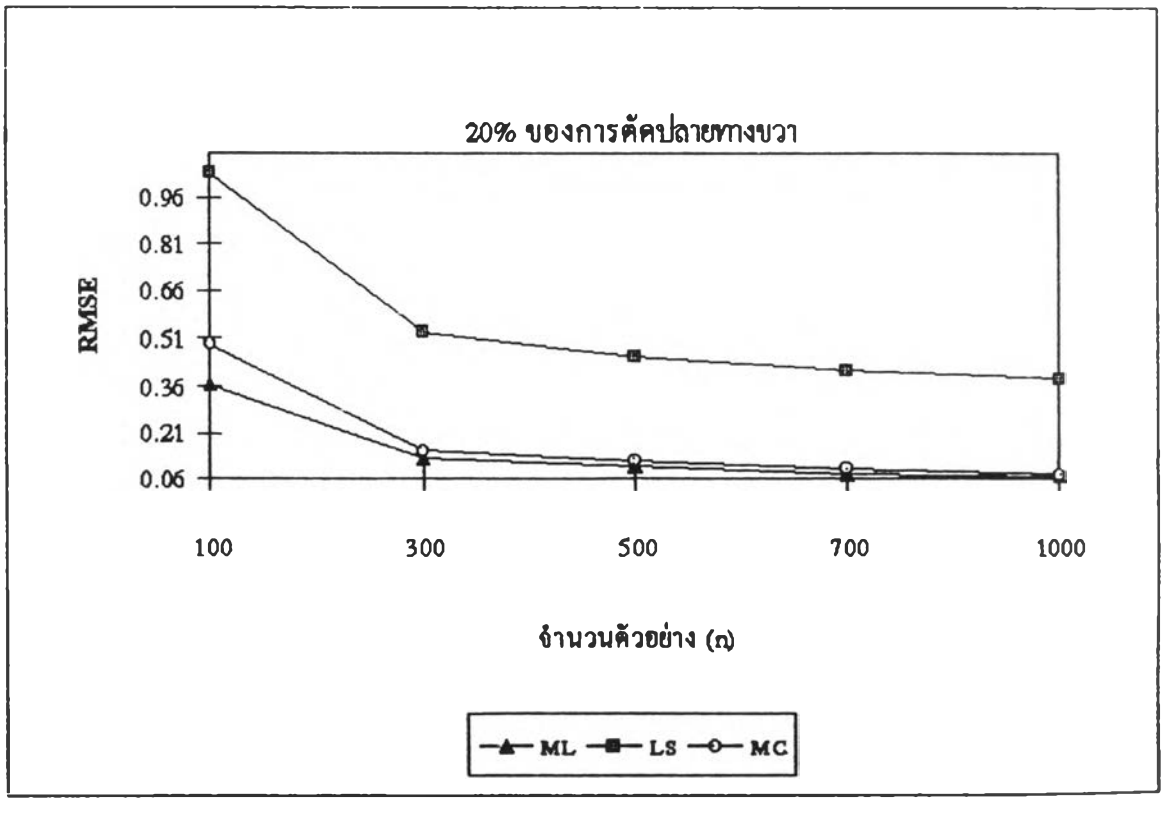
รูปที่ 4.14 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง ($n$) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.1 $w$=15.0



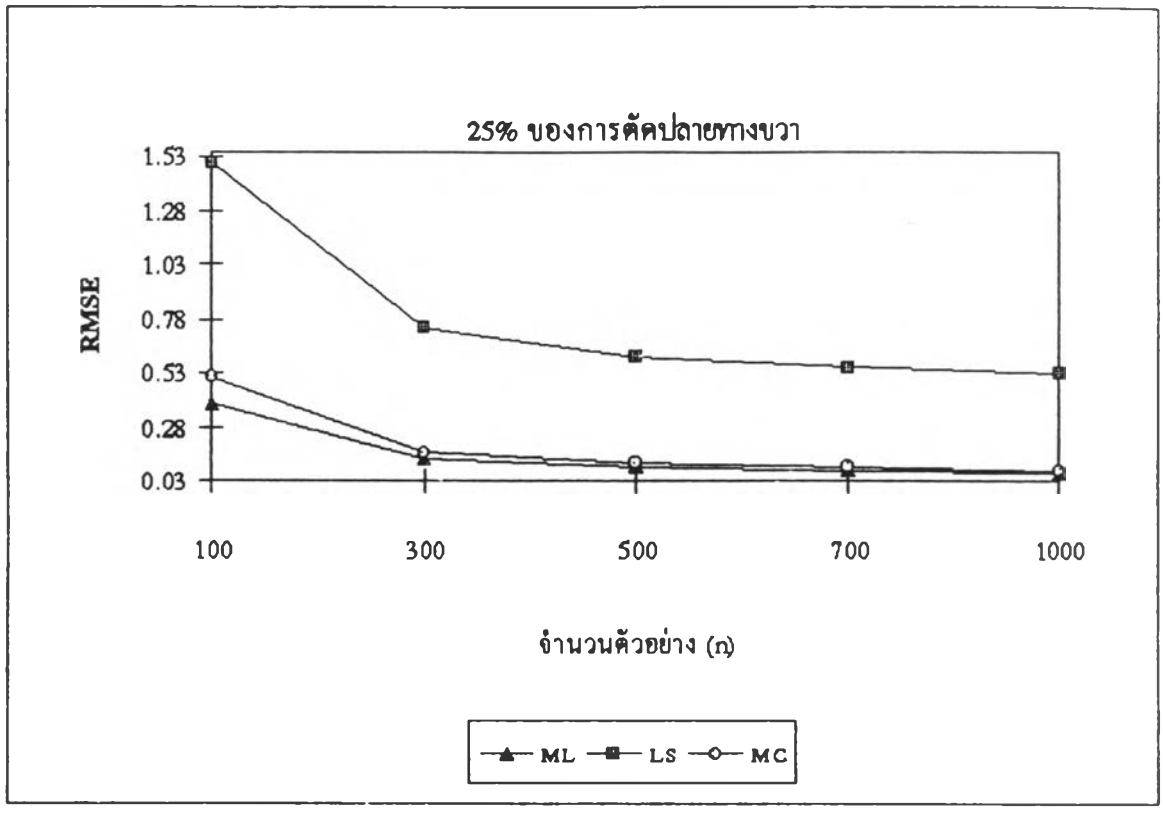



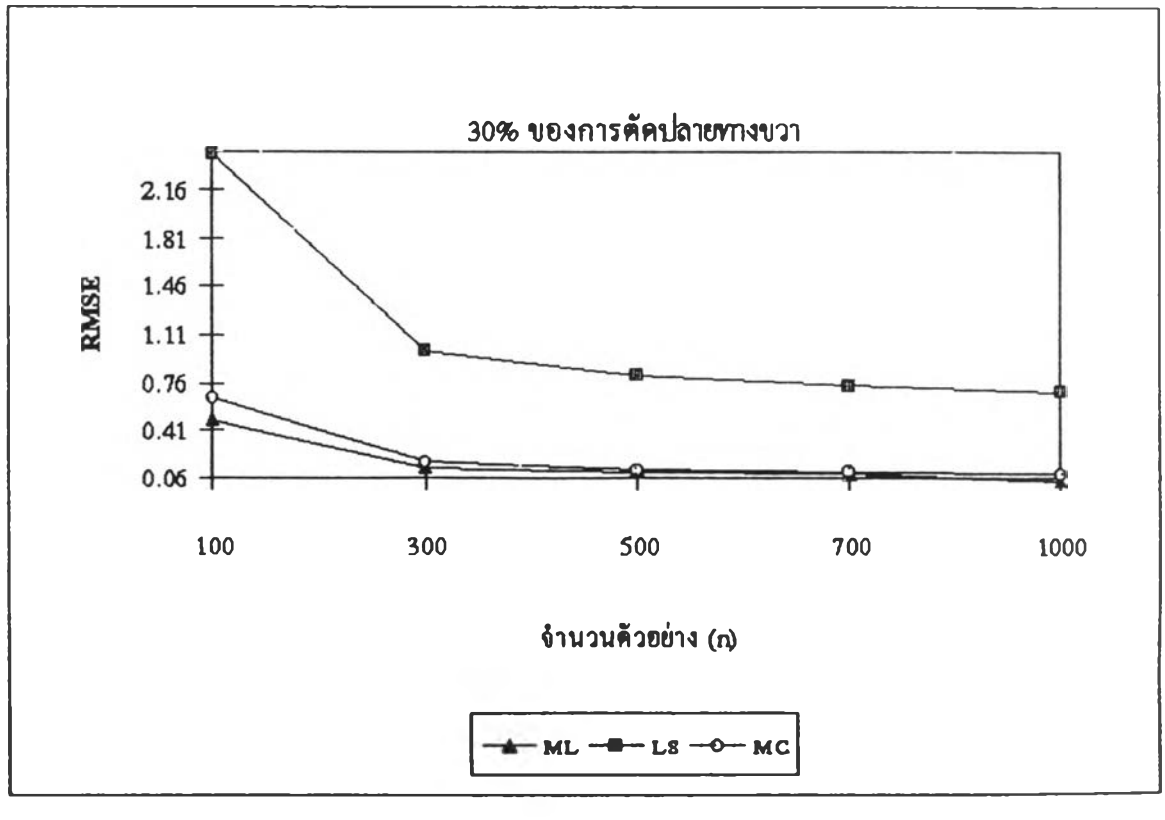
รูปที่ 4.14 (ต่อ)


15% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.8
0.65
0.5
0.35
0.2
0.05
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

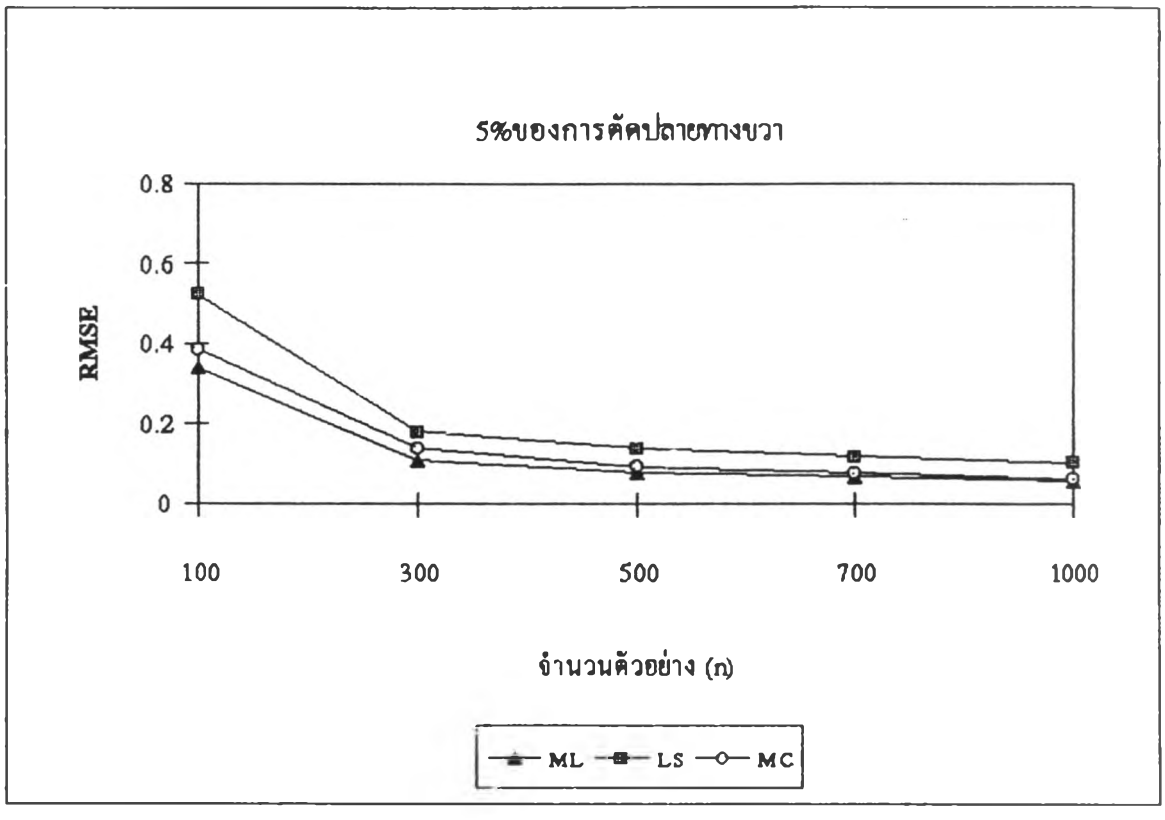

20% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.96
0.81
0.66
0.51
0.36
0.21
0.06
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

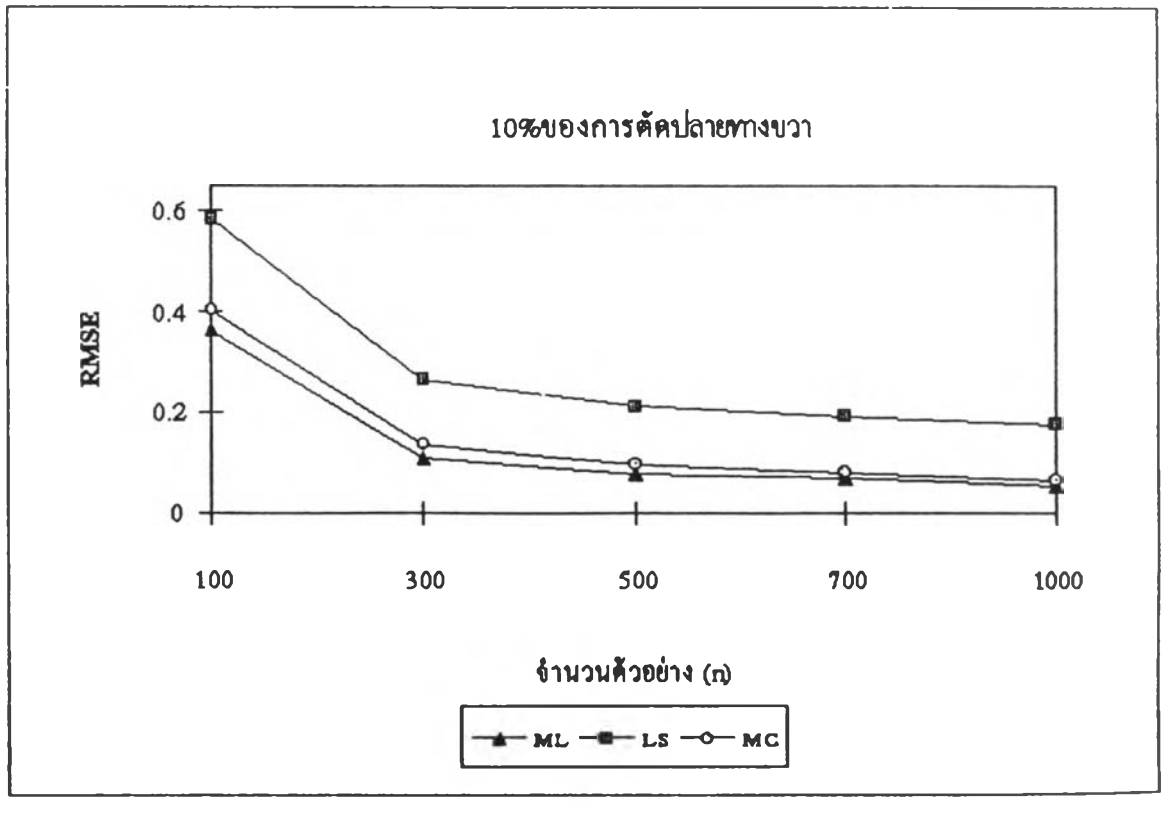
รูปที่ 4.14 (ต่อ)


25% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1.53
1.28
1.03
0.78
0.53
0.28
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

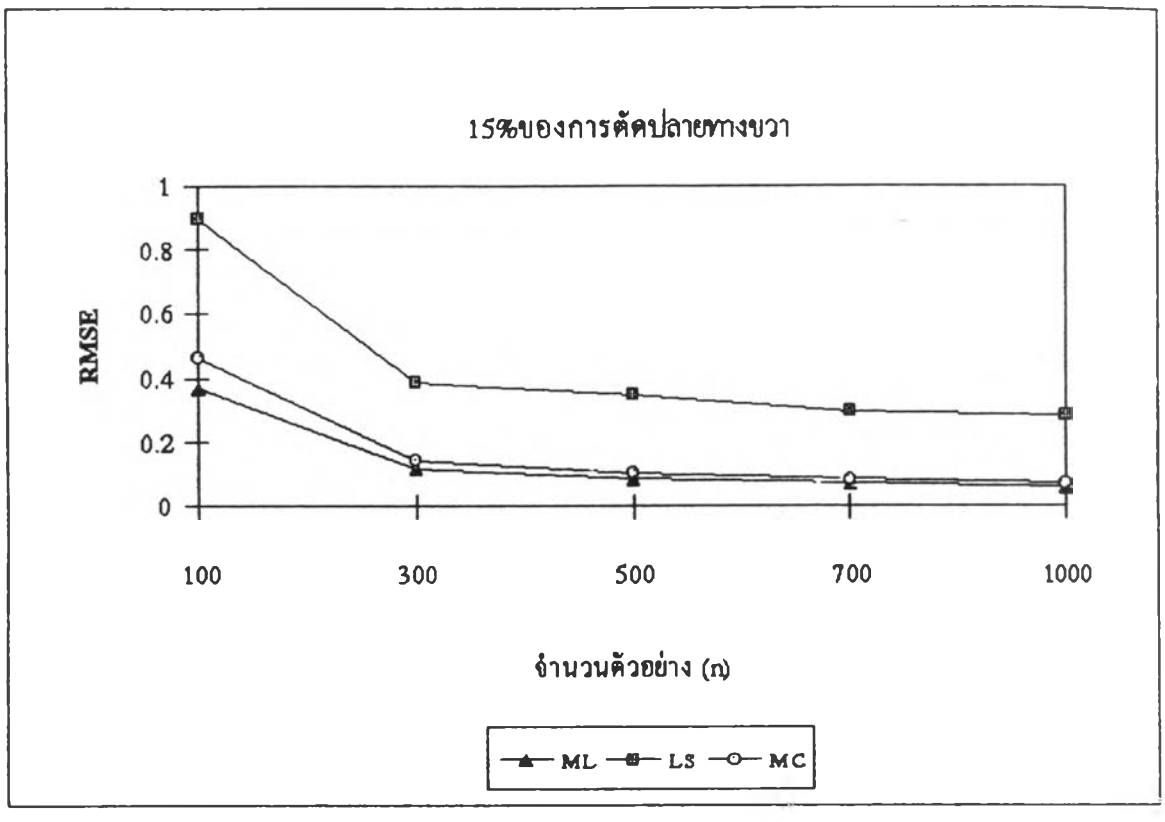

30% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
2.16
1.81
1.46
1.11
0.76
0.41
0.06
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

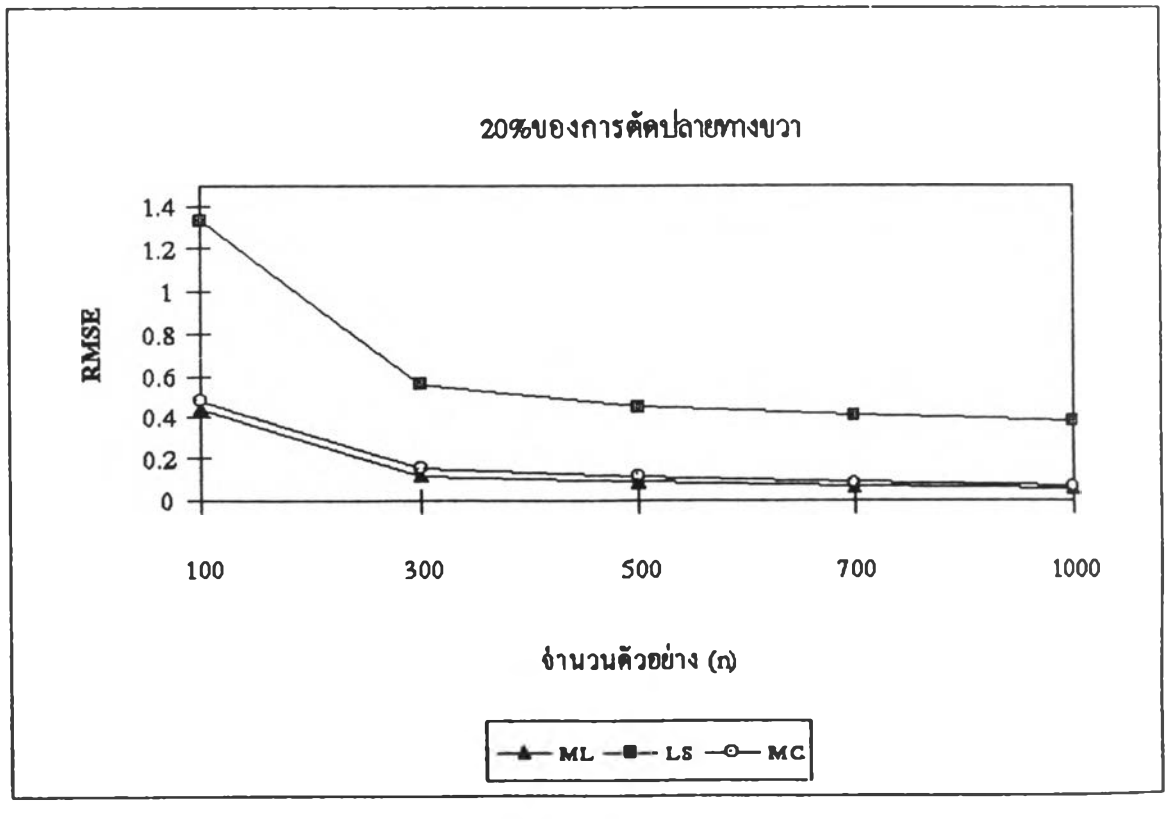
รูปที่ 4.15 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง ($n$) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.1 $w$=20.0



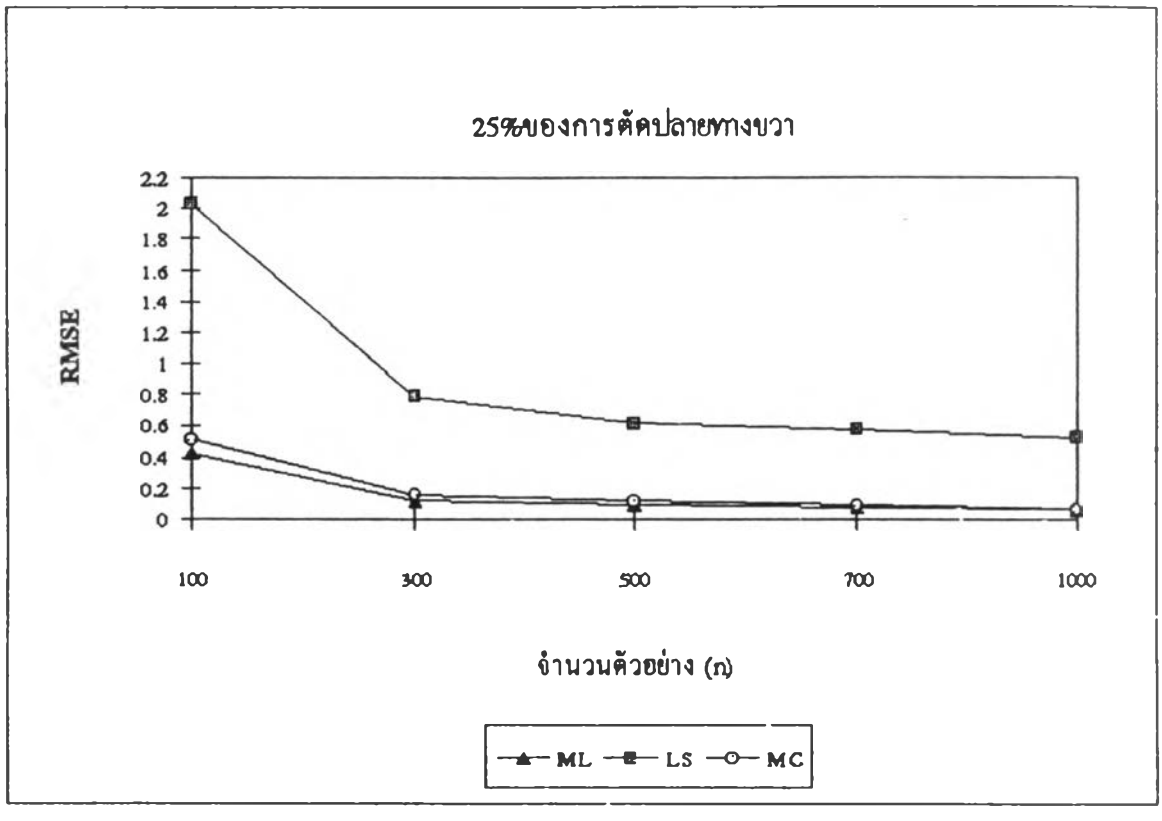



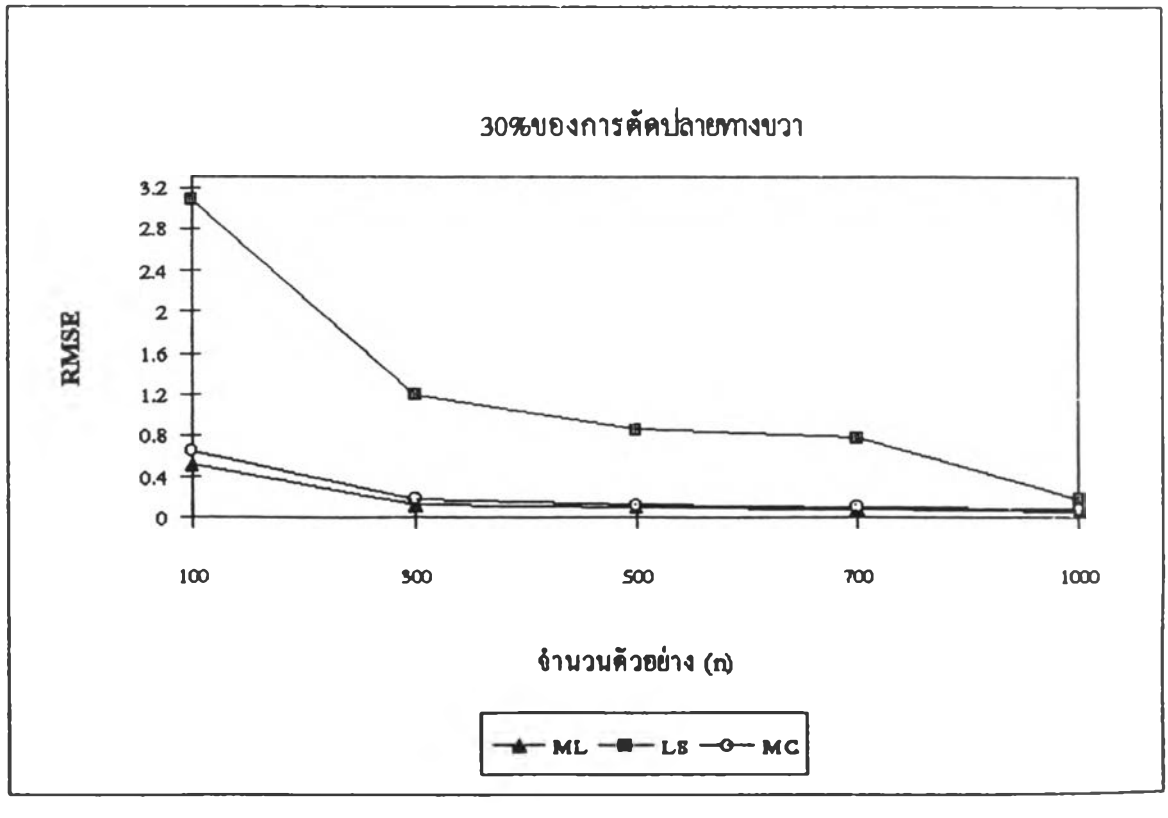
รูปที่ 4.15 (ต่อ)


15%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

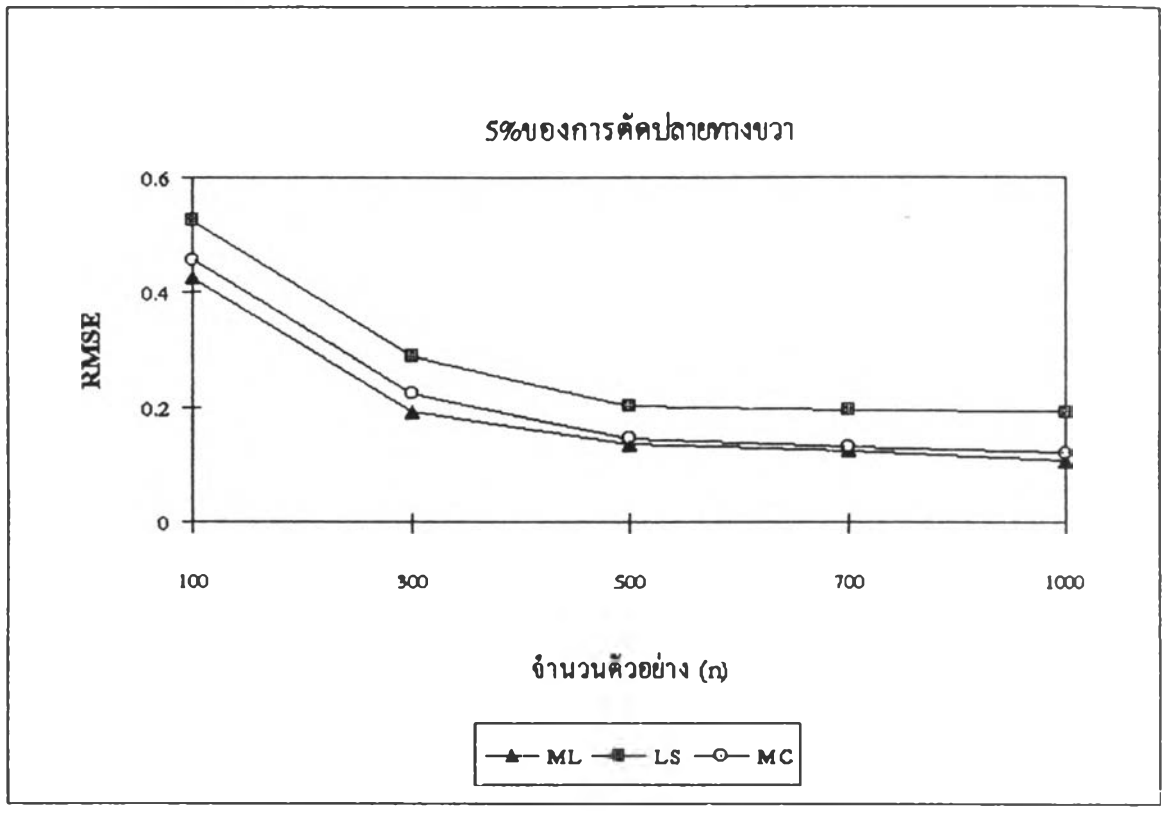

20%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

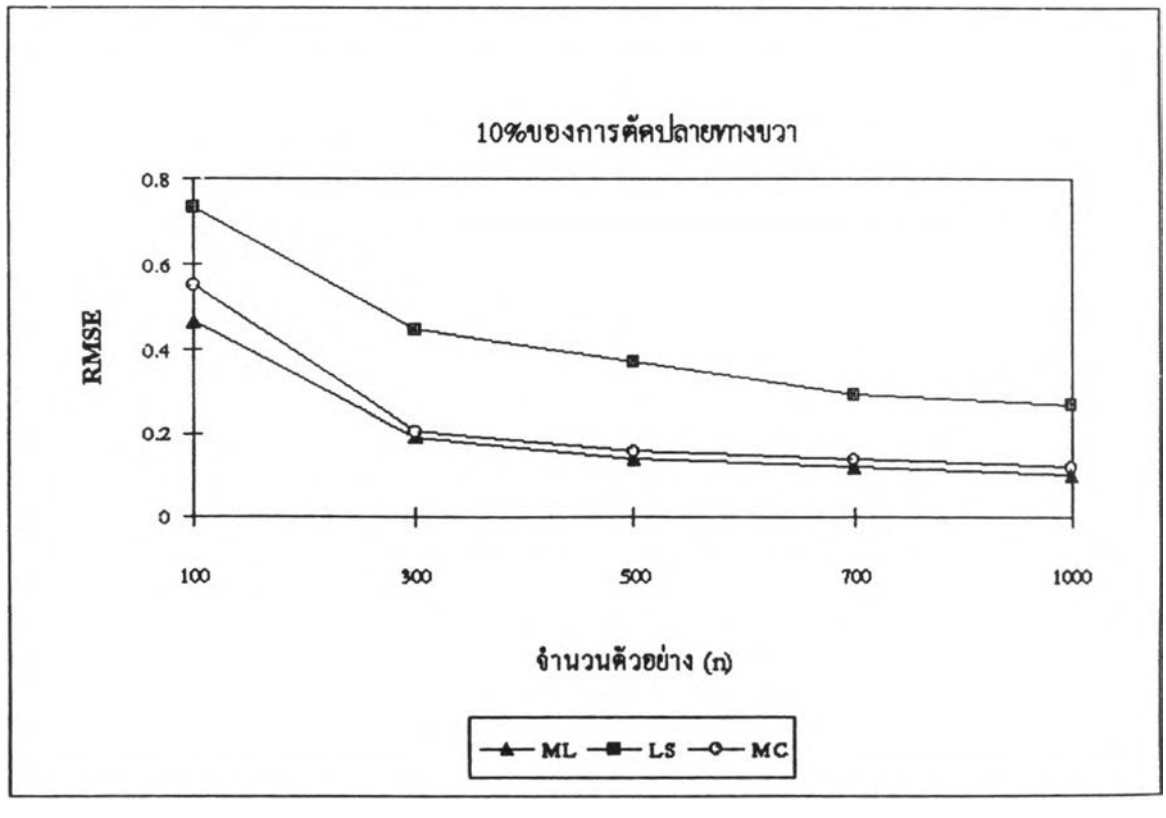
รูปที่ 4 15 (ต่อ)


25%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

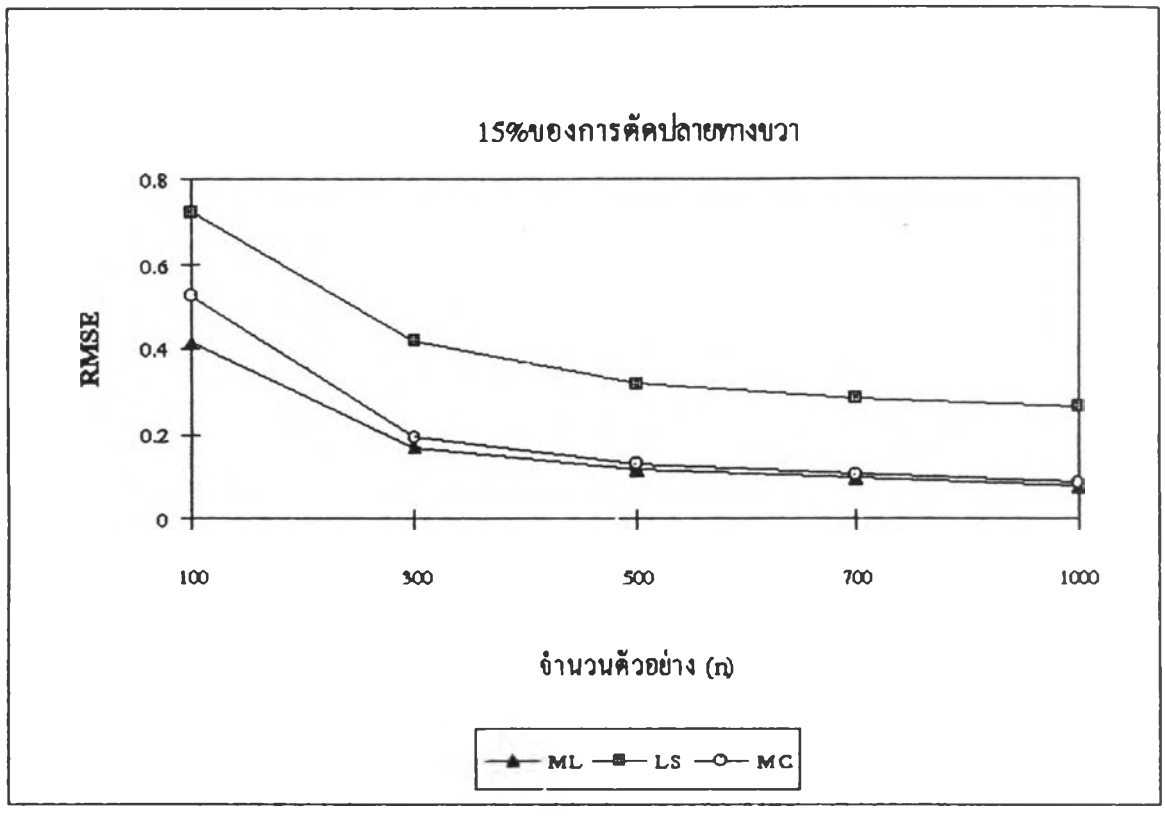

30%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
3.2
2.8
2.4
2
1.6
1.2
0.8
0.4
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

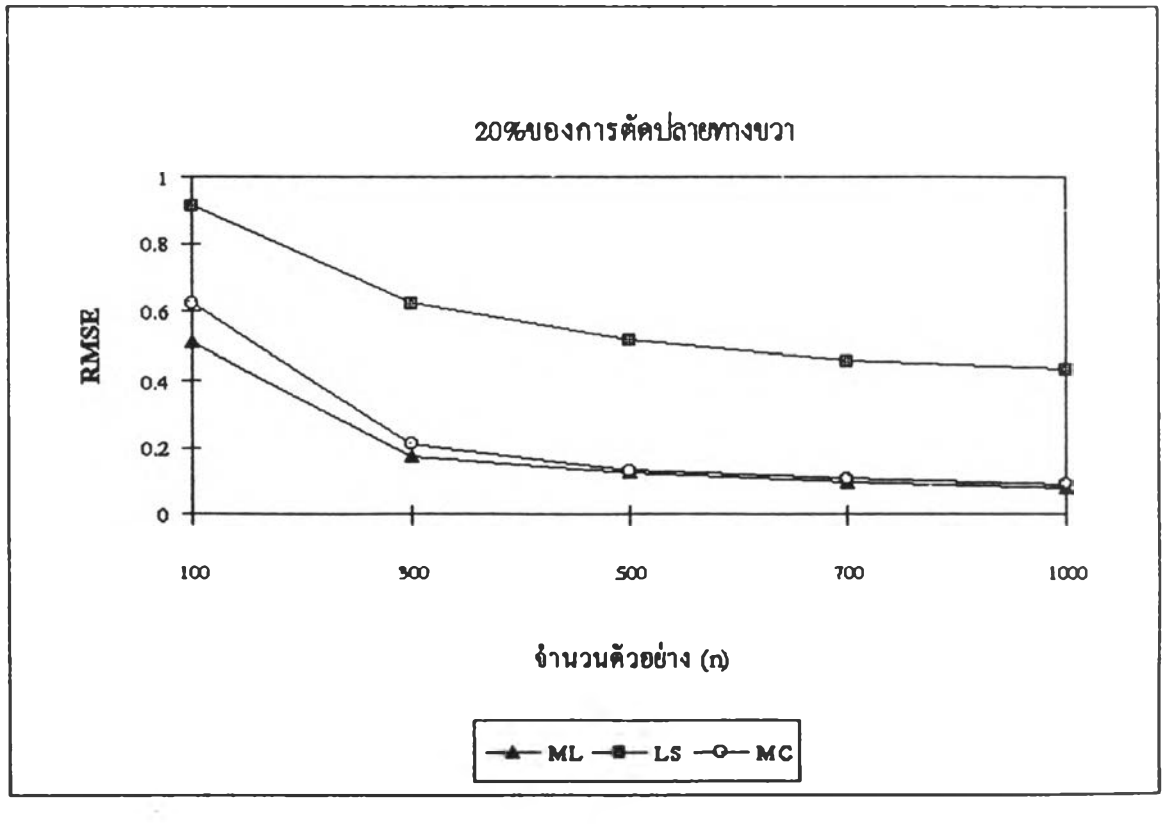
รูปที่ 4.16 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง ($n$) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.2 $w$=10.0



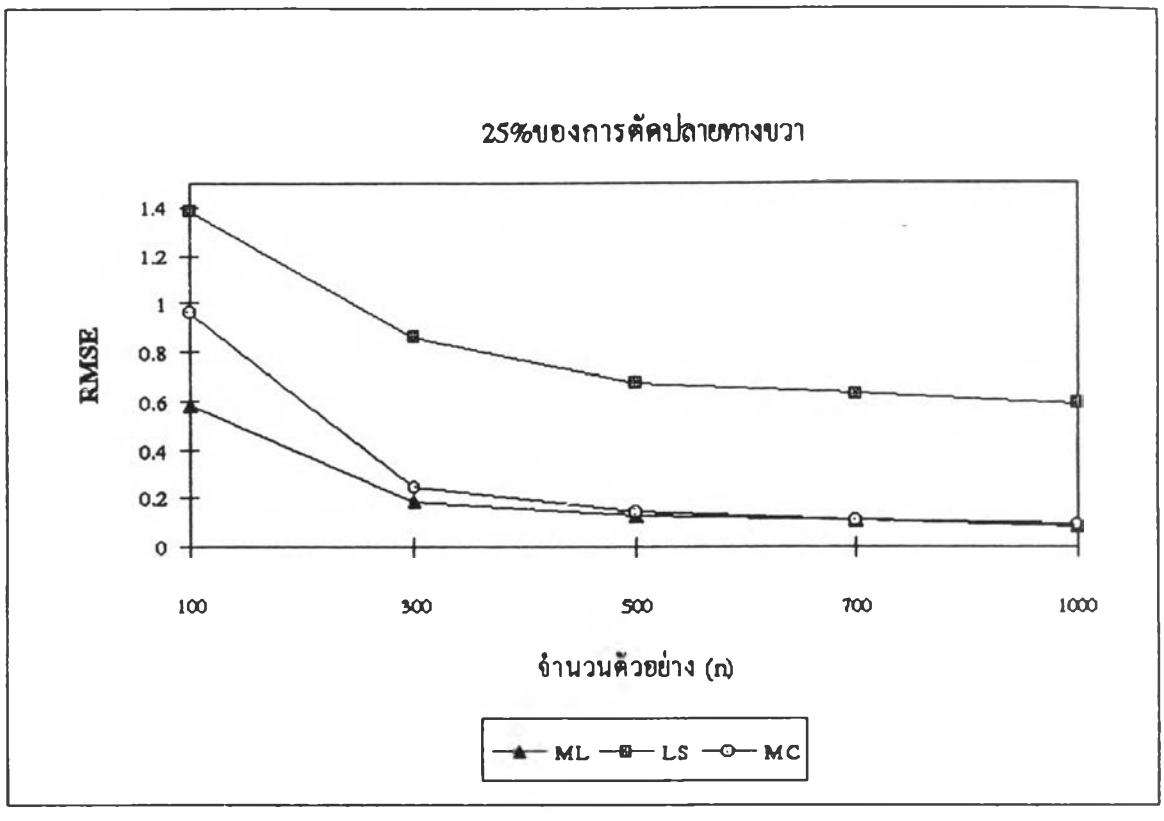



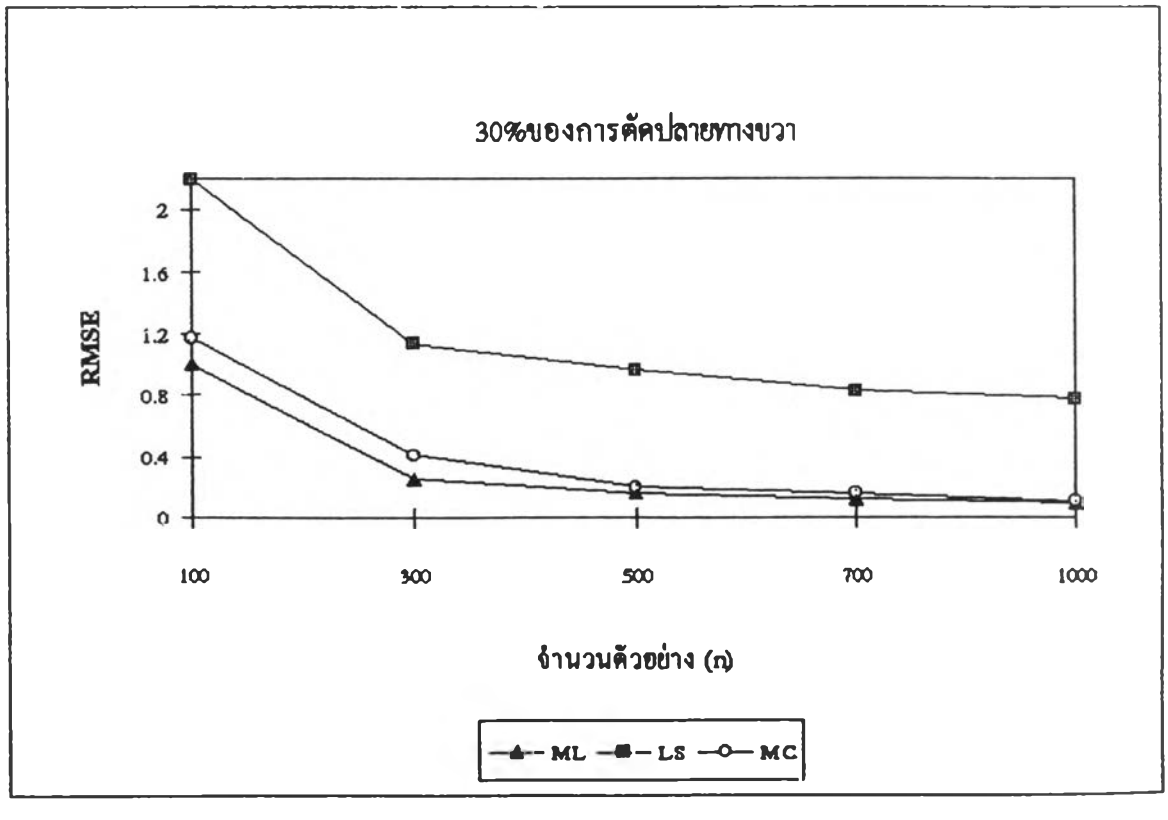
รูปที่ 4.16 (ต่อ)


15%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

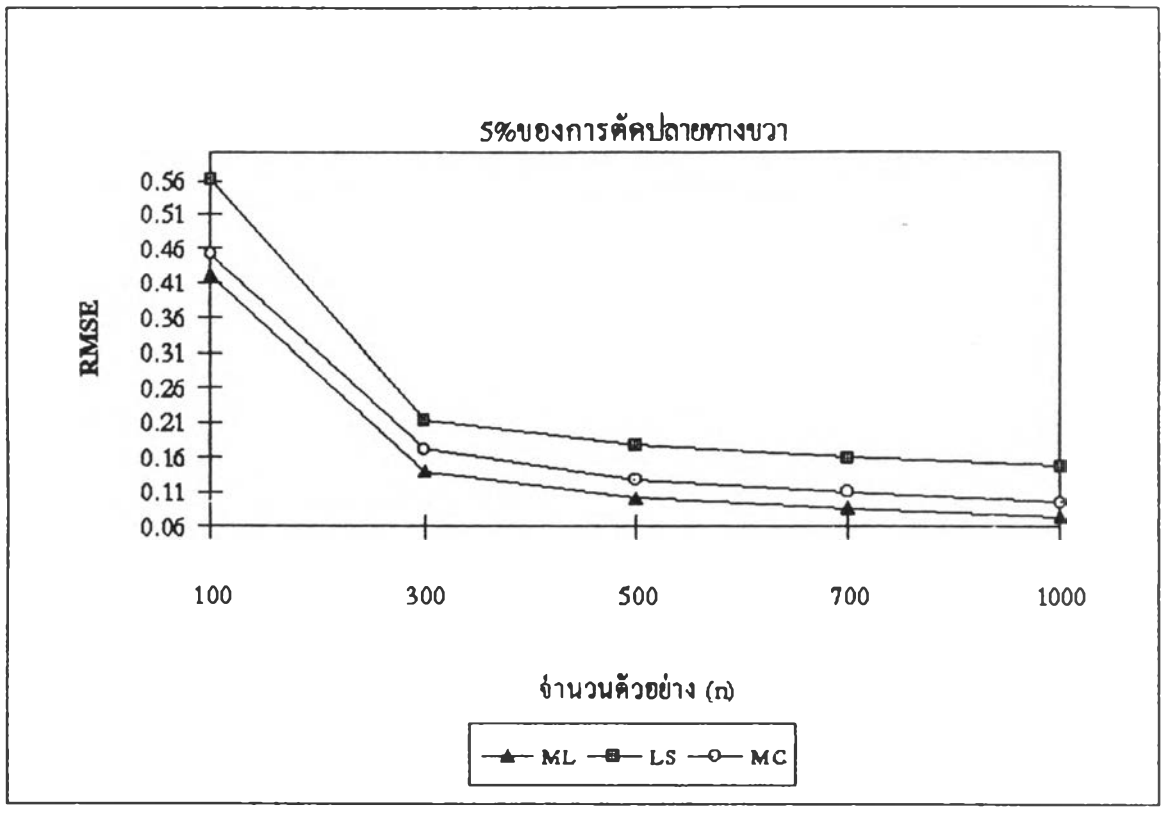

20%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

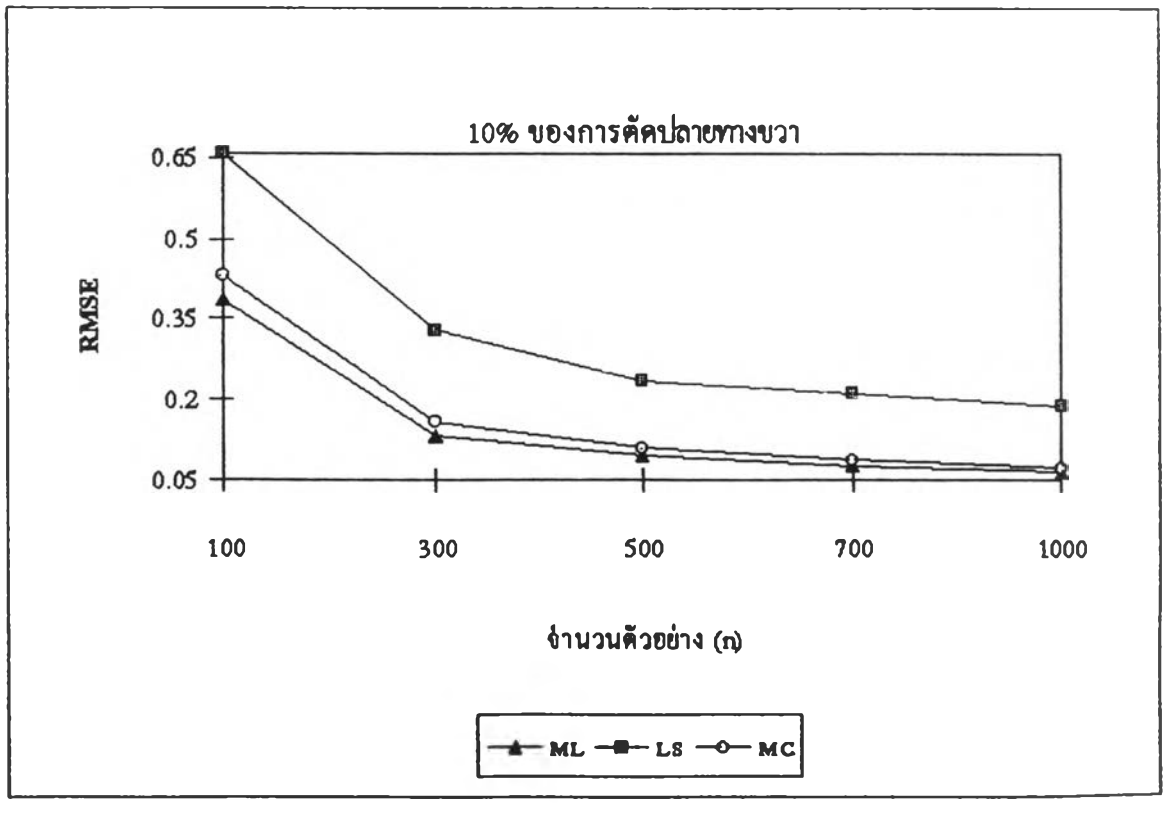
รูปที่ 4.16 (ต่อ)


25%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

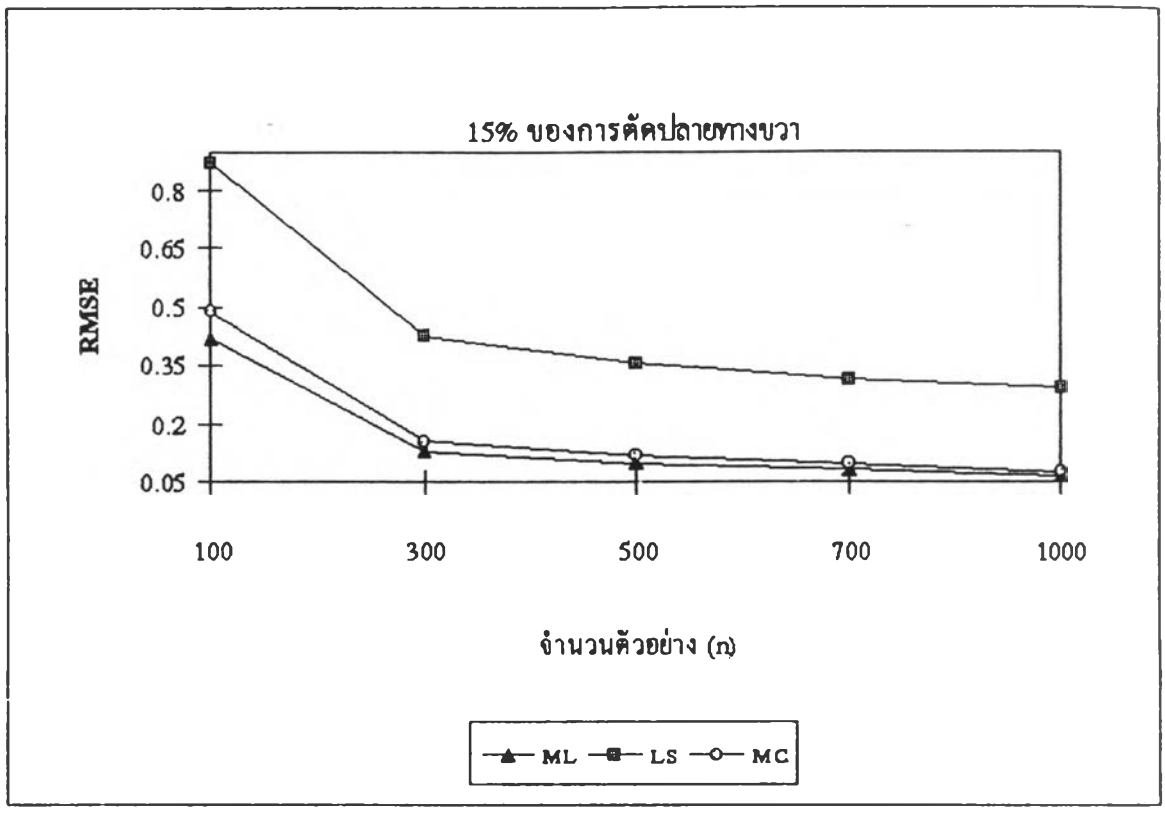

30%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
2
1.6
1.2
0.8
0.4
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

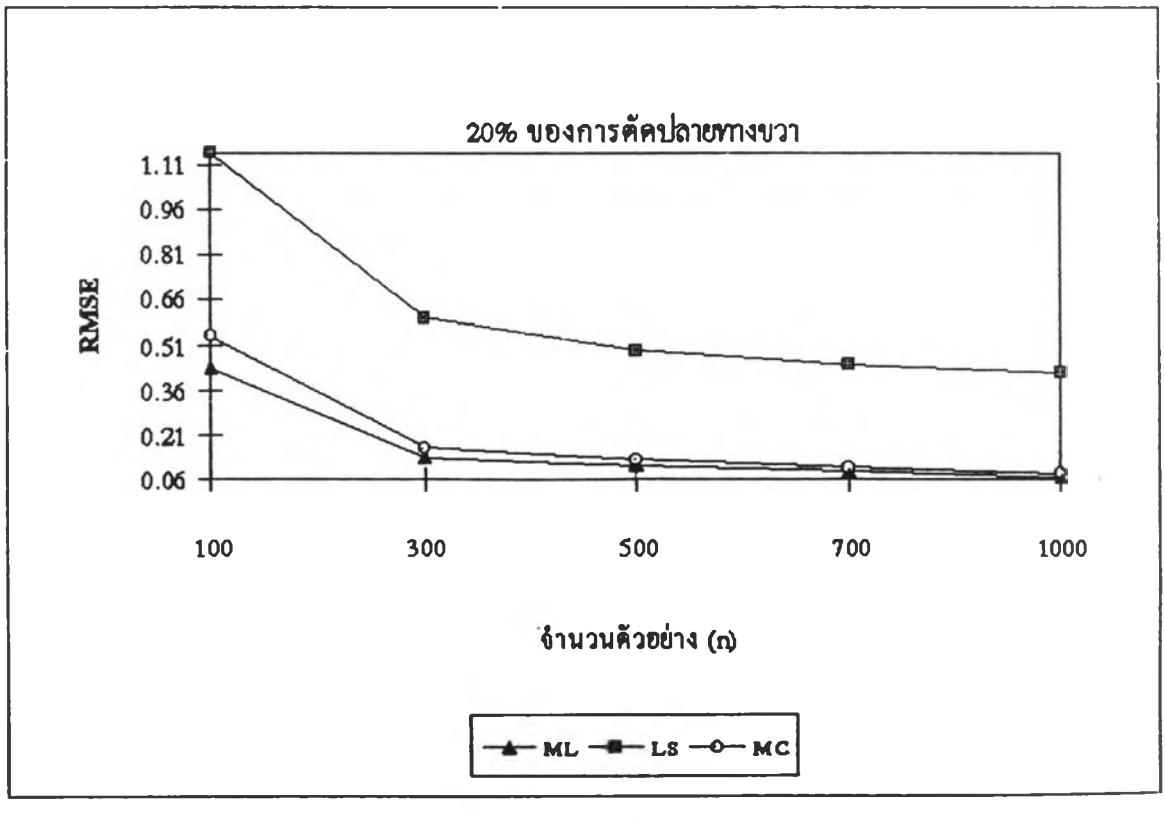
รูปที่ 4.17 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ จำนวนตัวอย่าง($n$) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.2 $w$=15.0



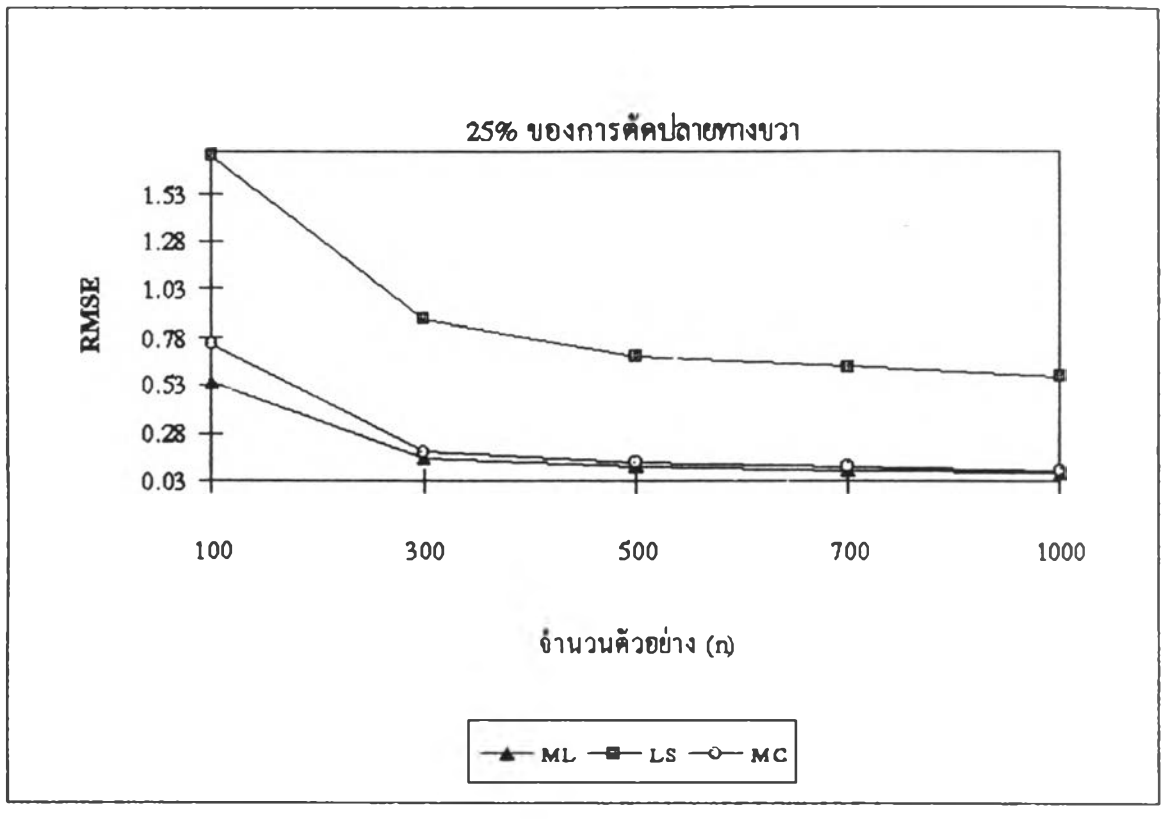



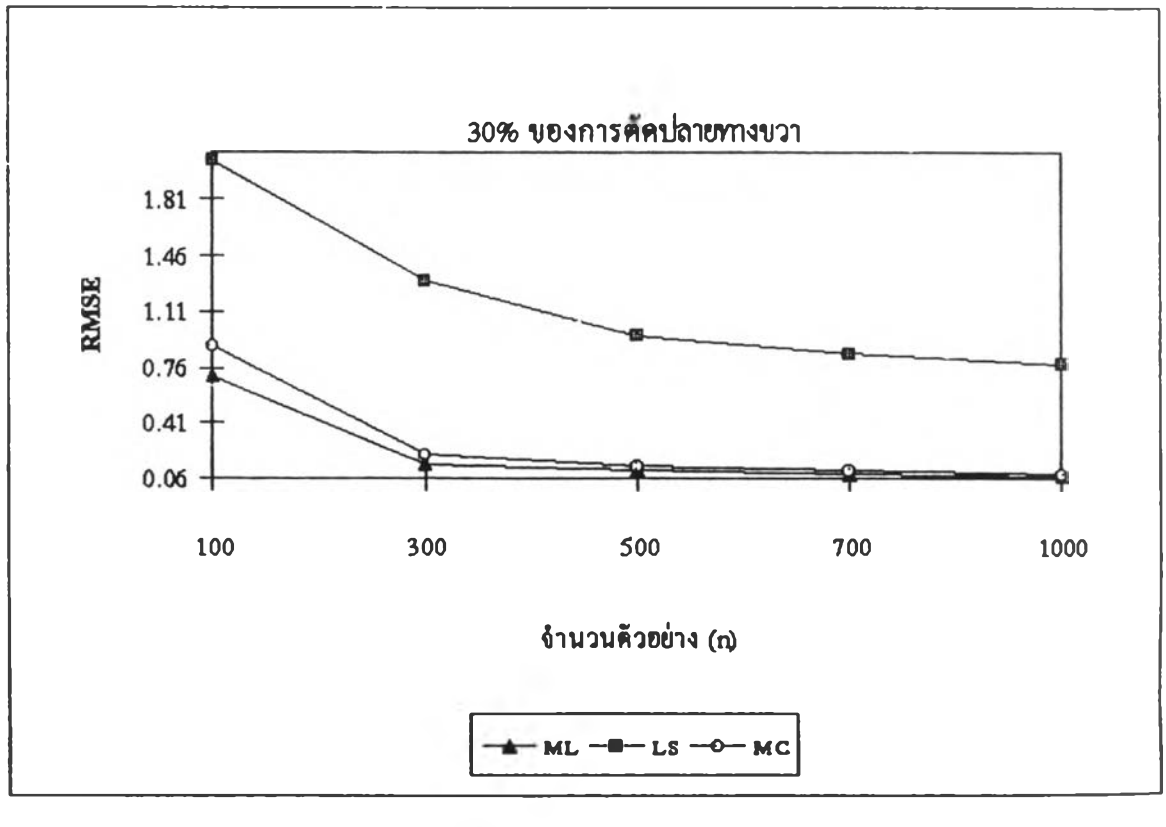
รูปที่ 4.17 (ต่อ)


15% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
0.8
0.65
0.5
0.35
0.2
0.05
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

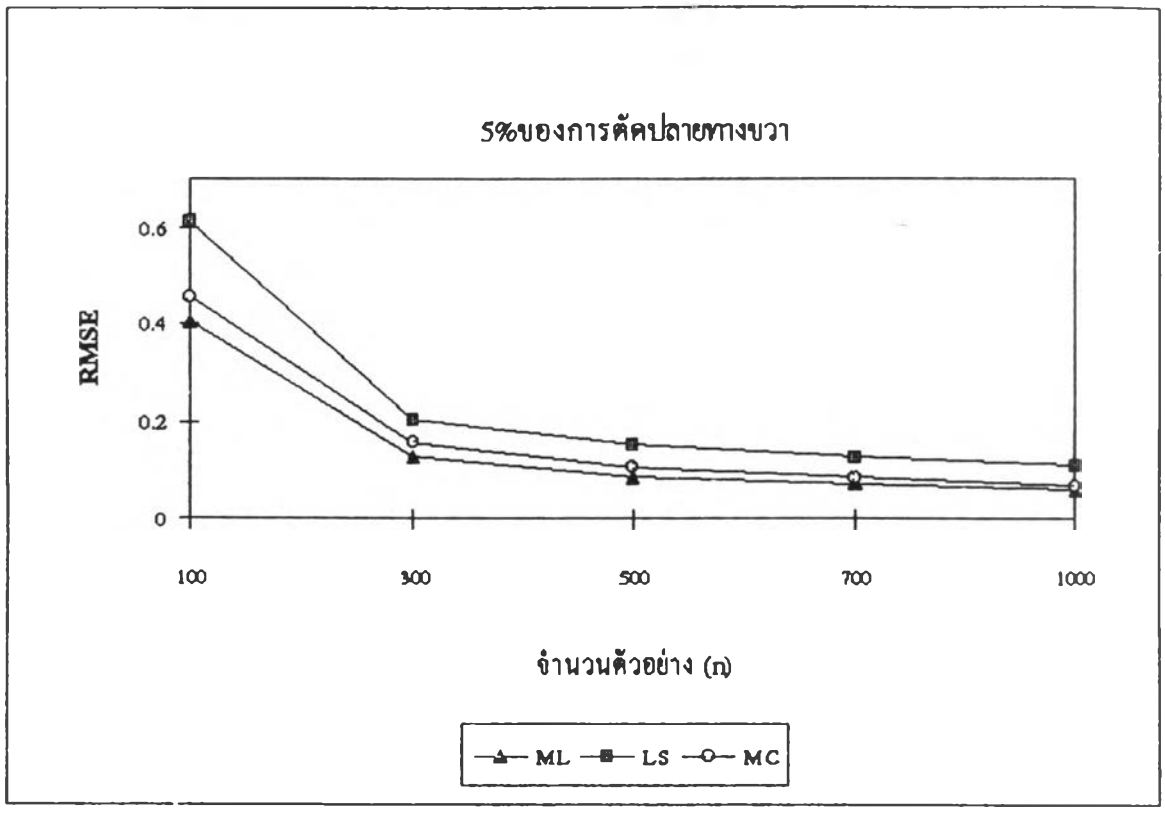

20% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1.11
0.96
0.81
0.66
0.51
0.36
0.21
0.06
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

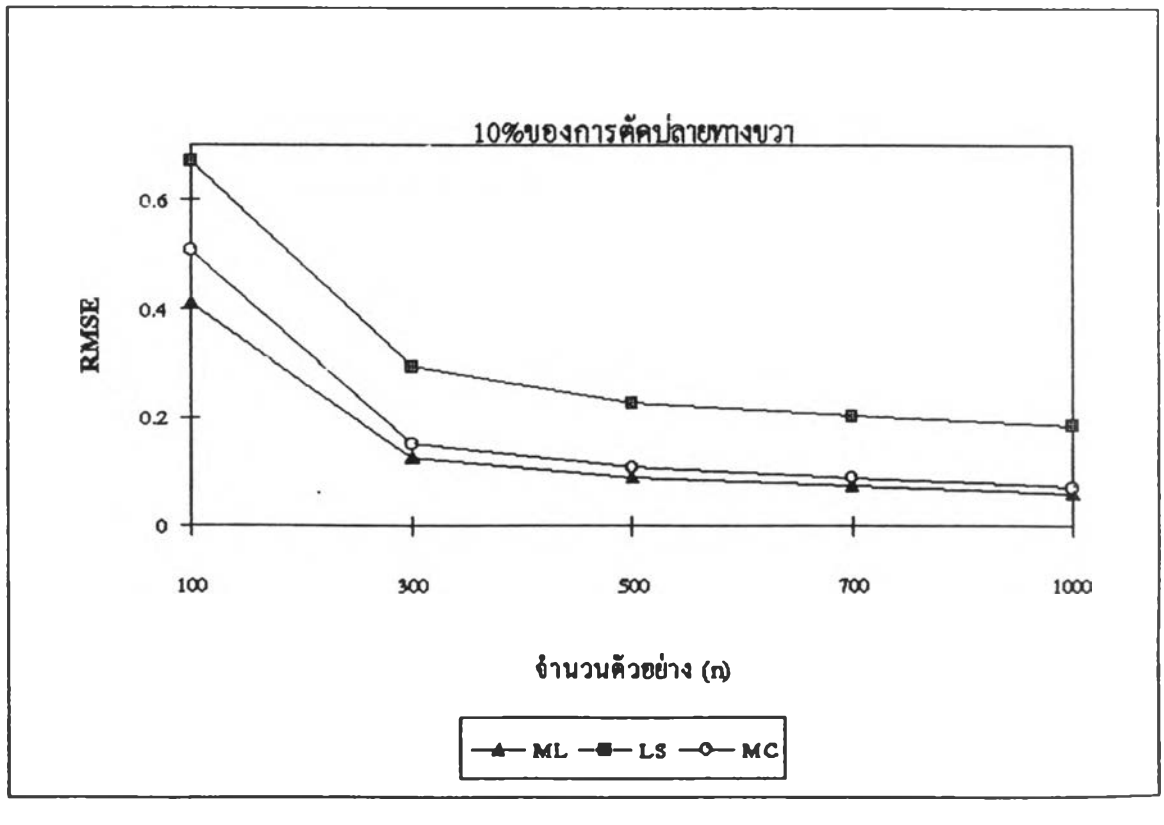
รูปที่ 4.17 (ต่อ)


25% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1.53
1.28
1.03
0.78
0.53
0.28
0.03
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

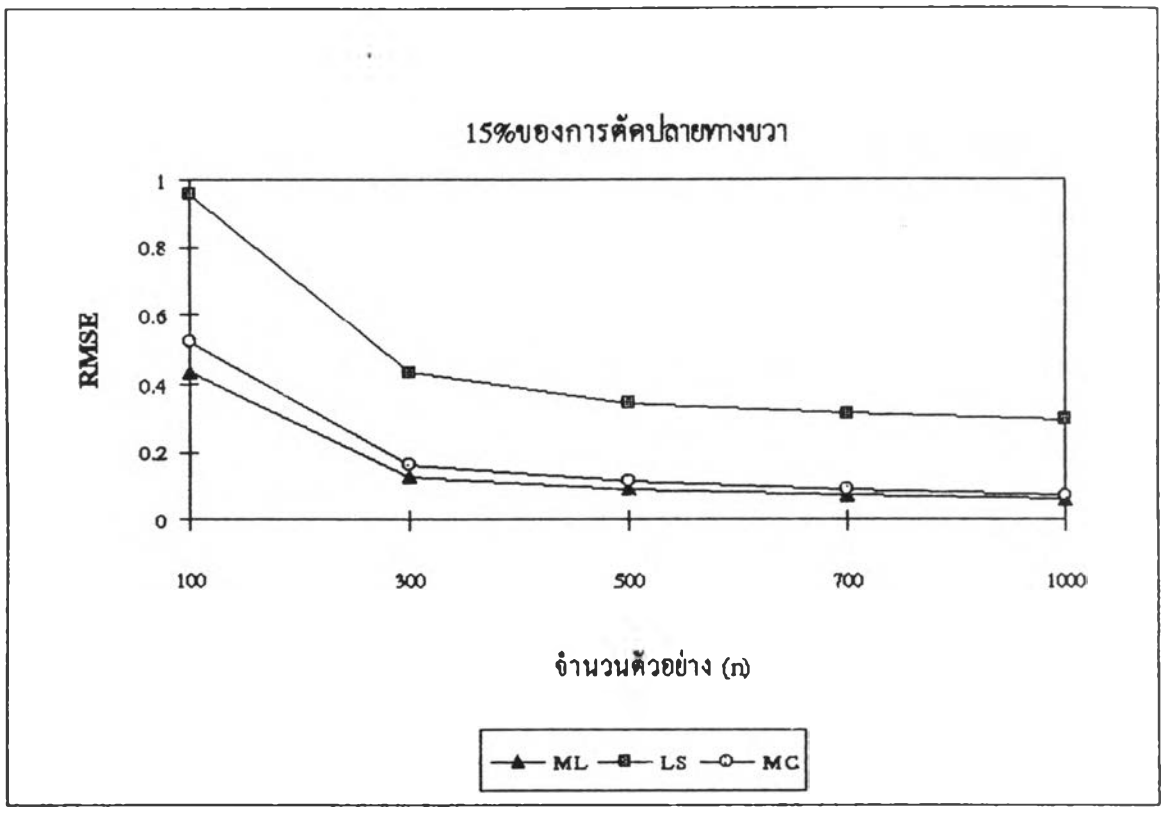

30% ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1.81
1.46
1.11
0.76
0.41
0.06
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

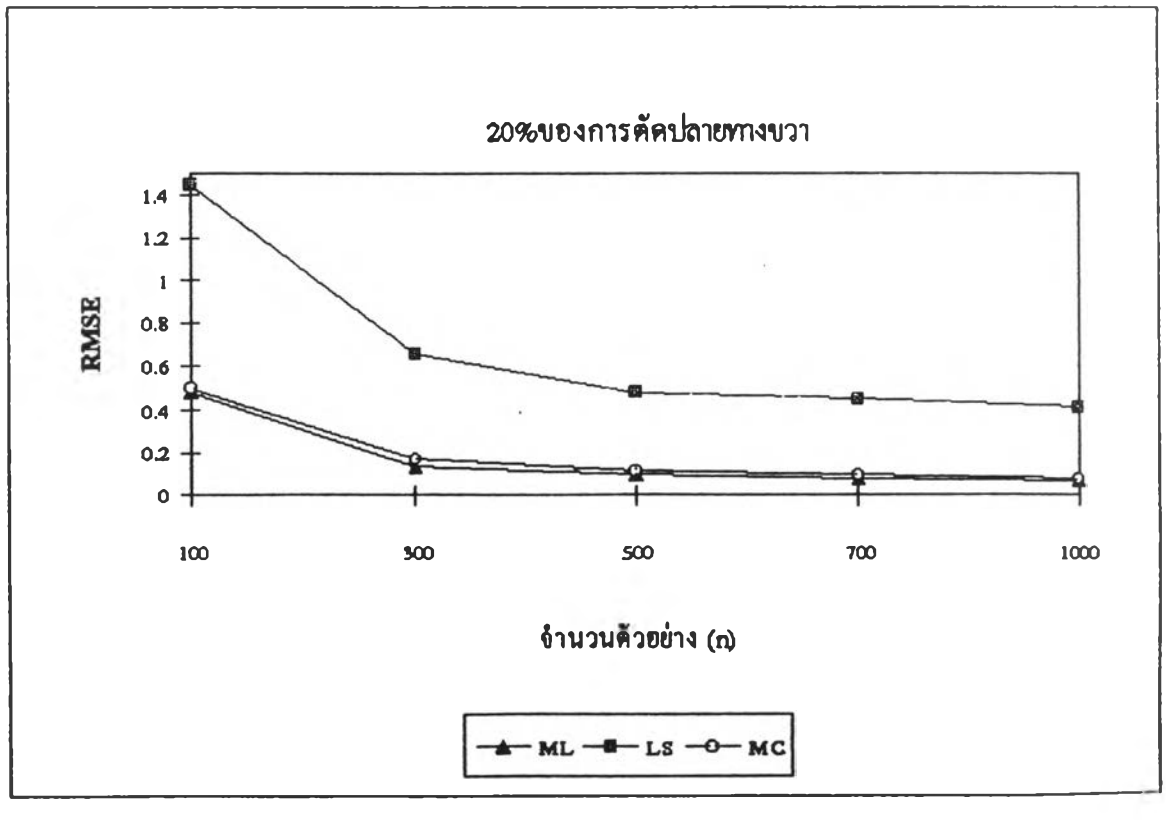
รูปที่ 4 18 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับจำนวนตัวอย่าง ($n$) สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.2 $w$=20.0



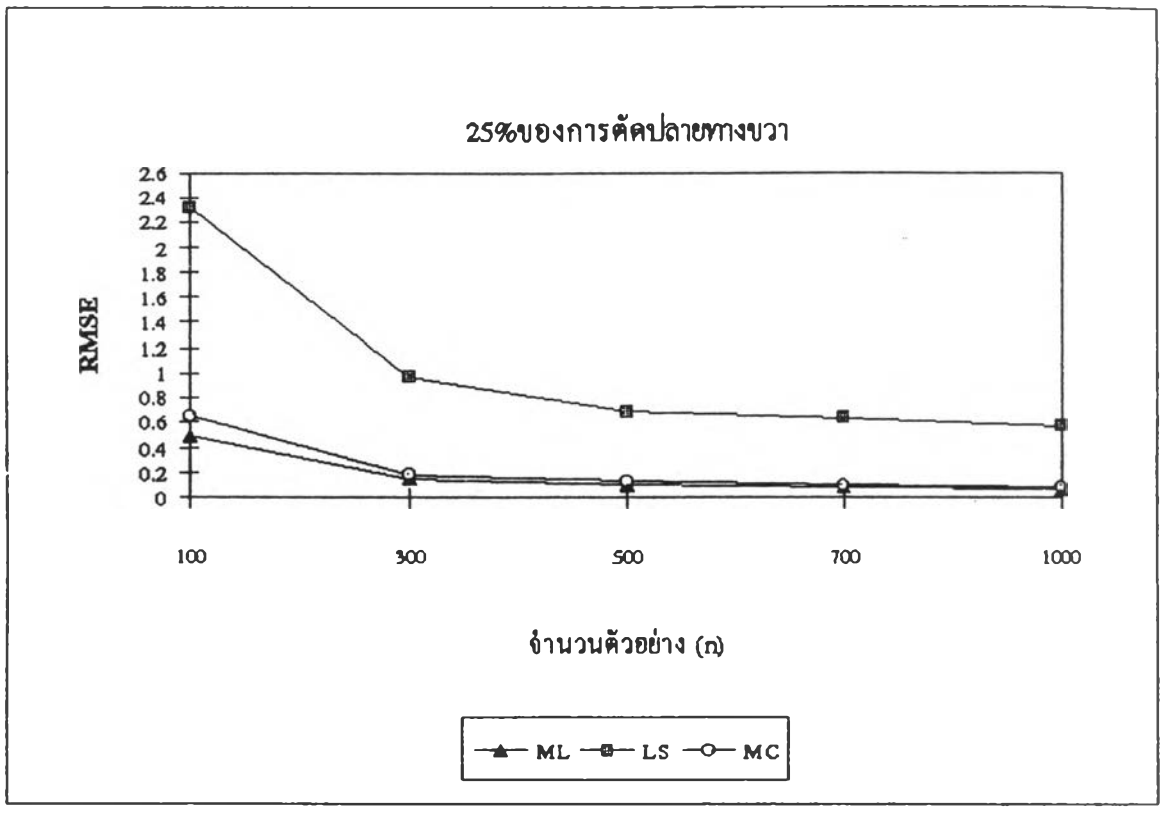



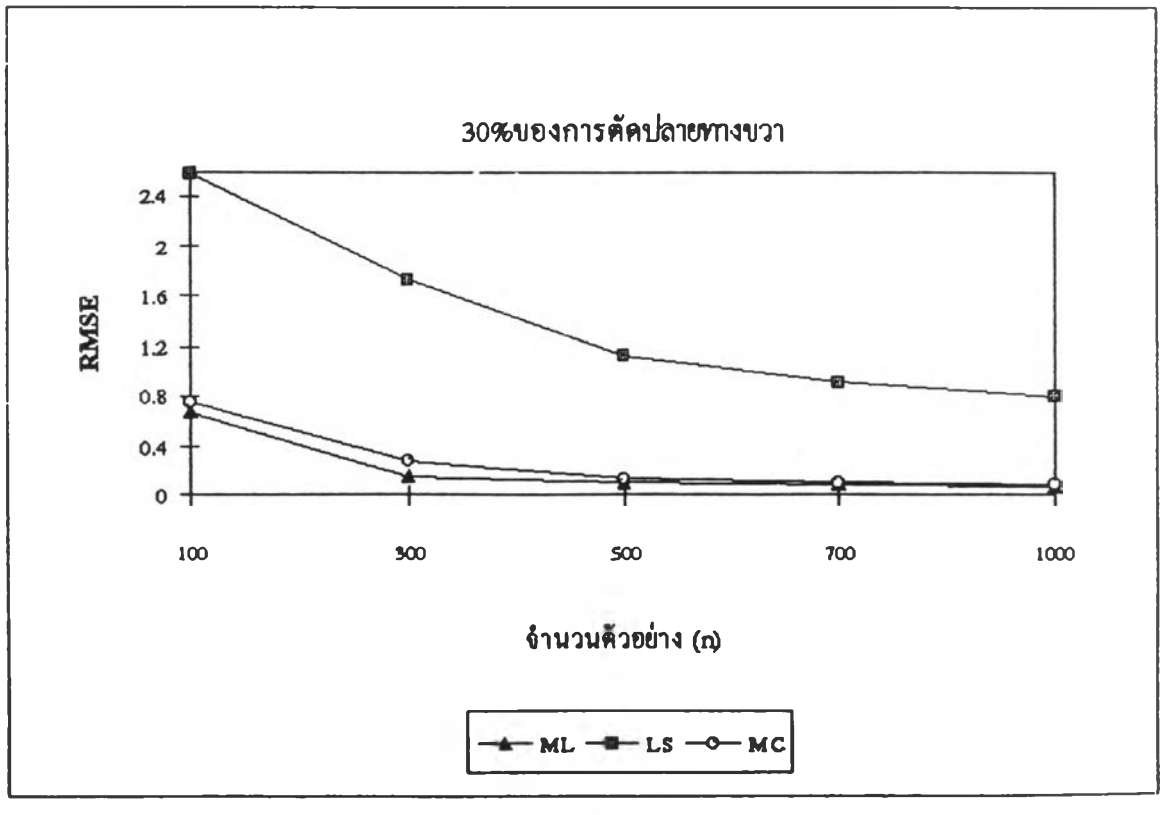
รูปที่ 4.18 (ต่อ)


15%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

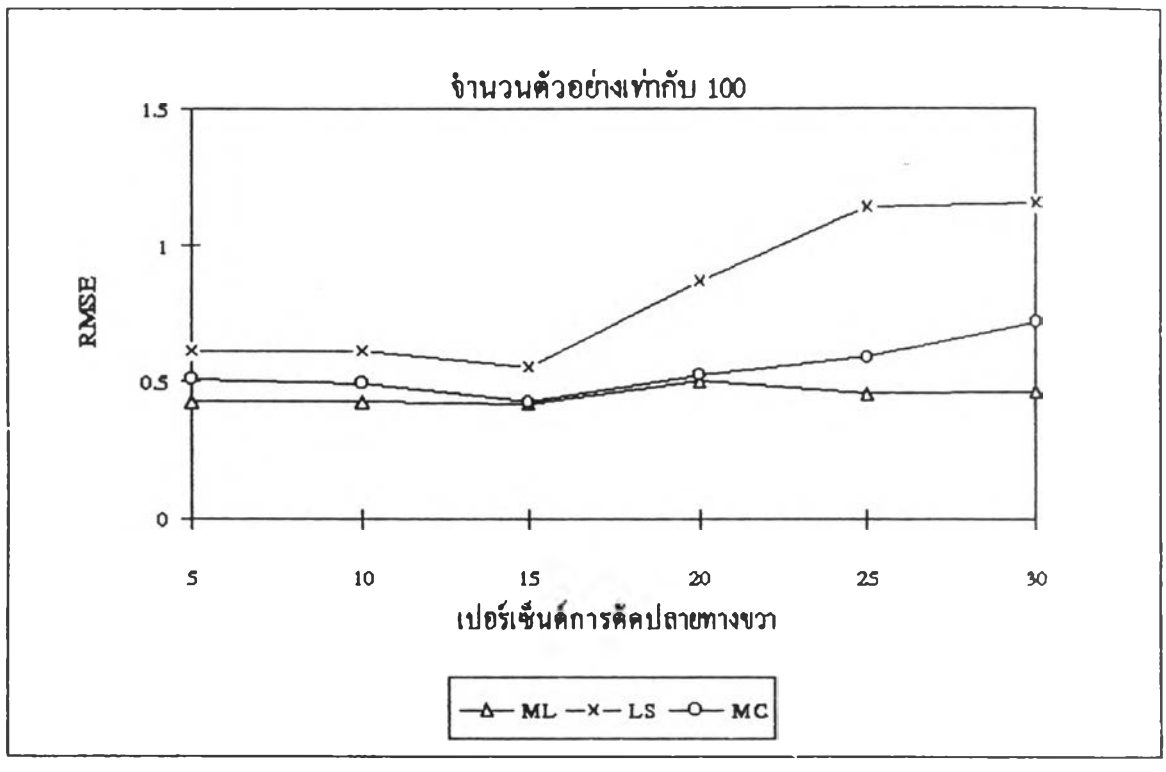

20%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

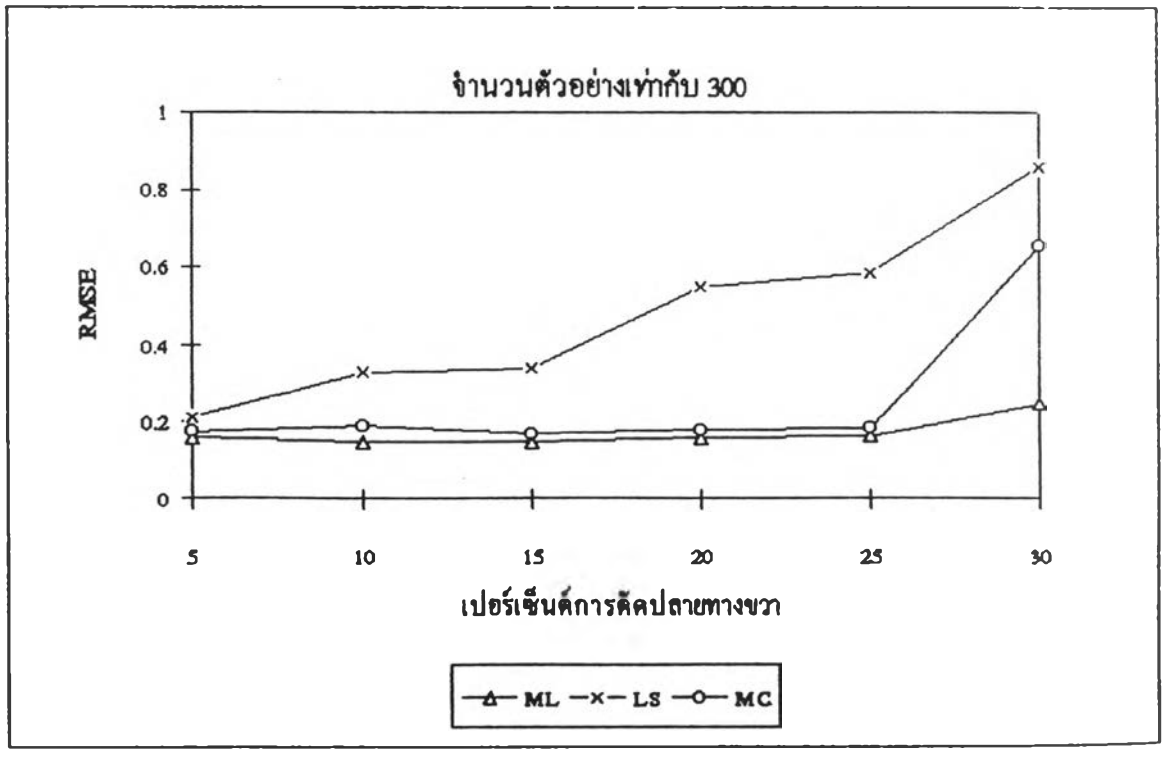
รูปที่ 4.18 (ต่อ)


25%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
2.6
2.4
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

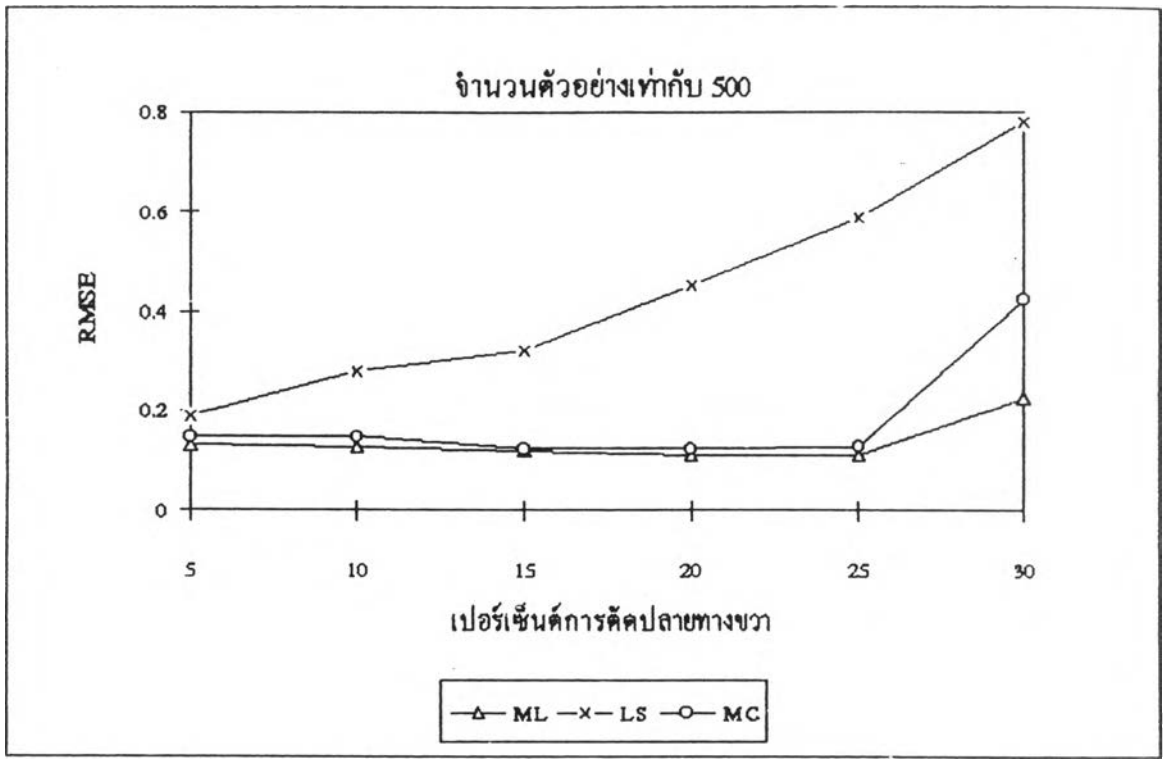

30%ของการตัดปลายทางขวา
RMSE
2.4
2
1.6
1.2
0.8
0.4
0
100
300
500
700
1000
จำนวนตัวอย่าง (n)
ML
LS
MC

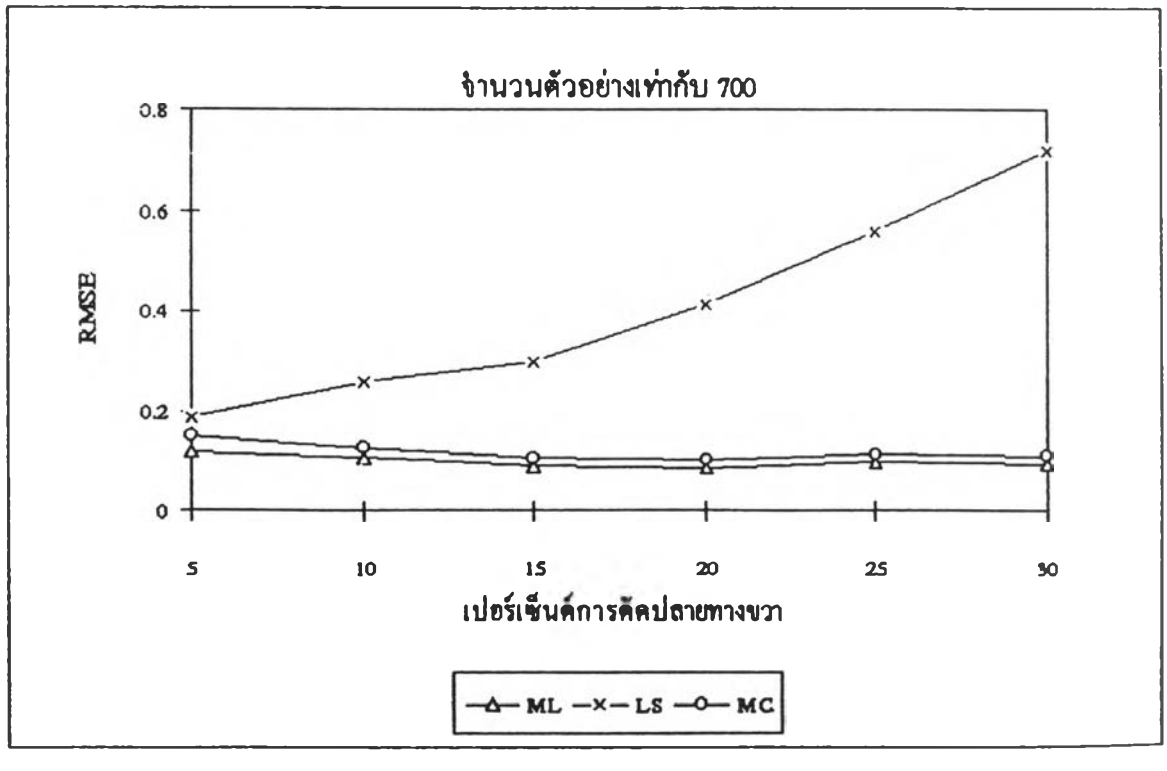
รูปที่ 4.19 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.1 $w$=10.0



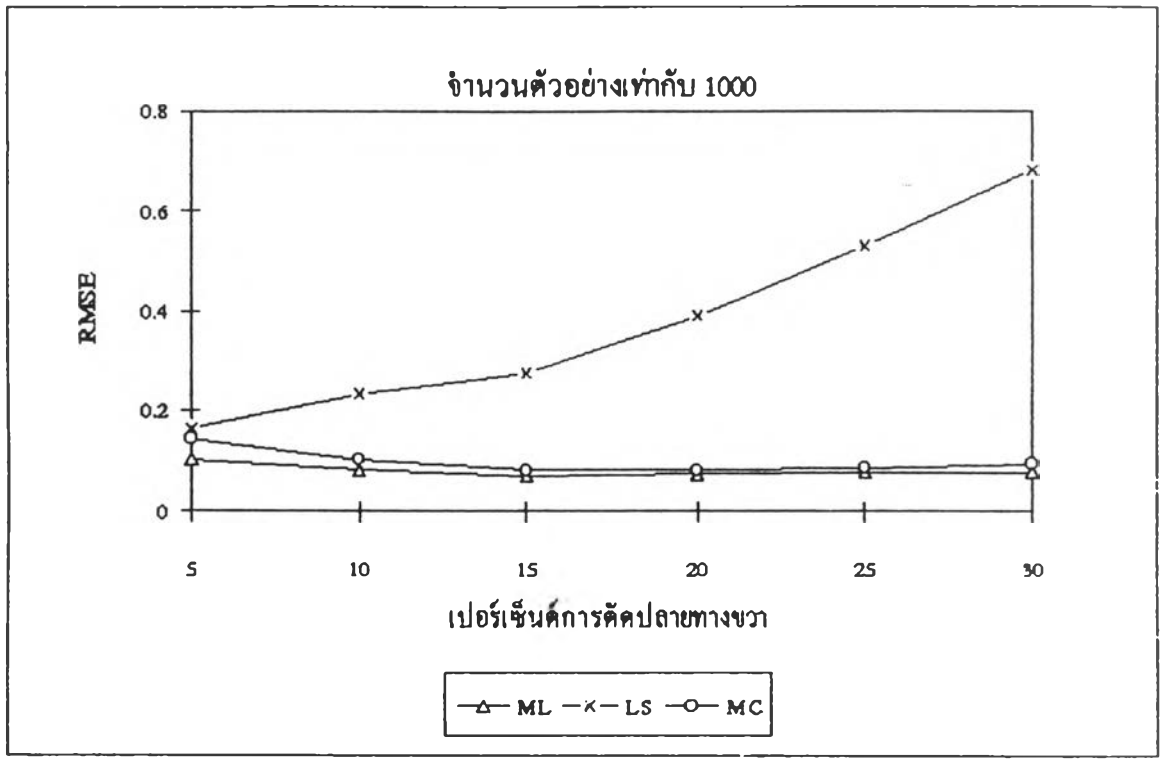



รูปที่ 4.19 (ต่อ)

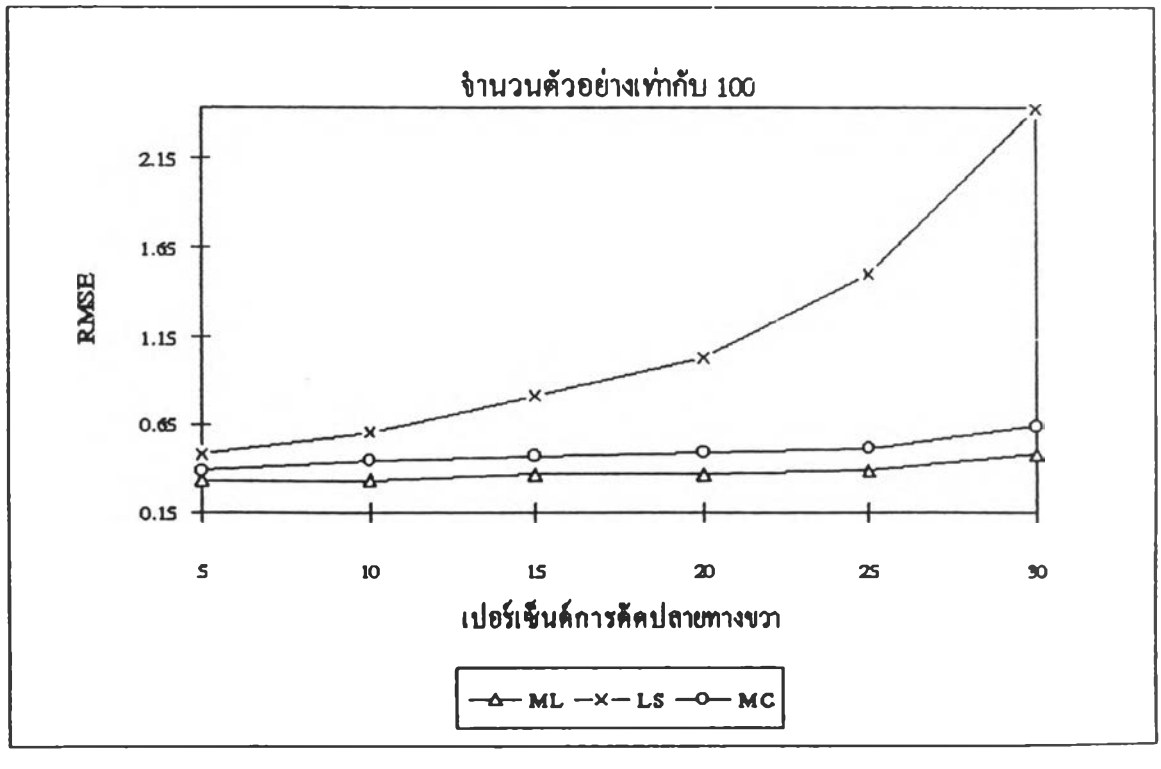

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

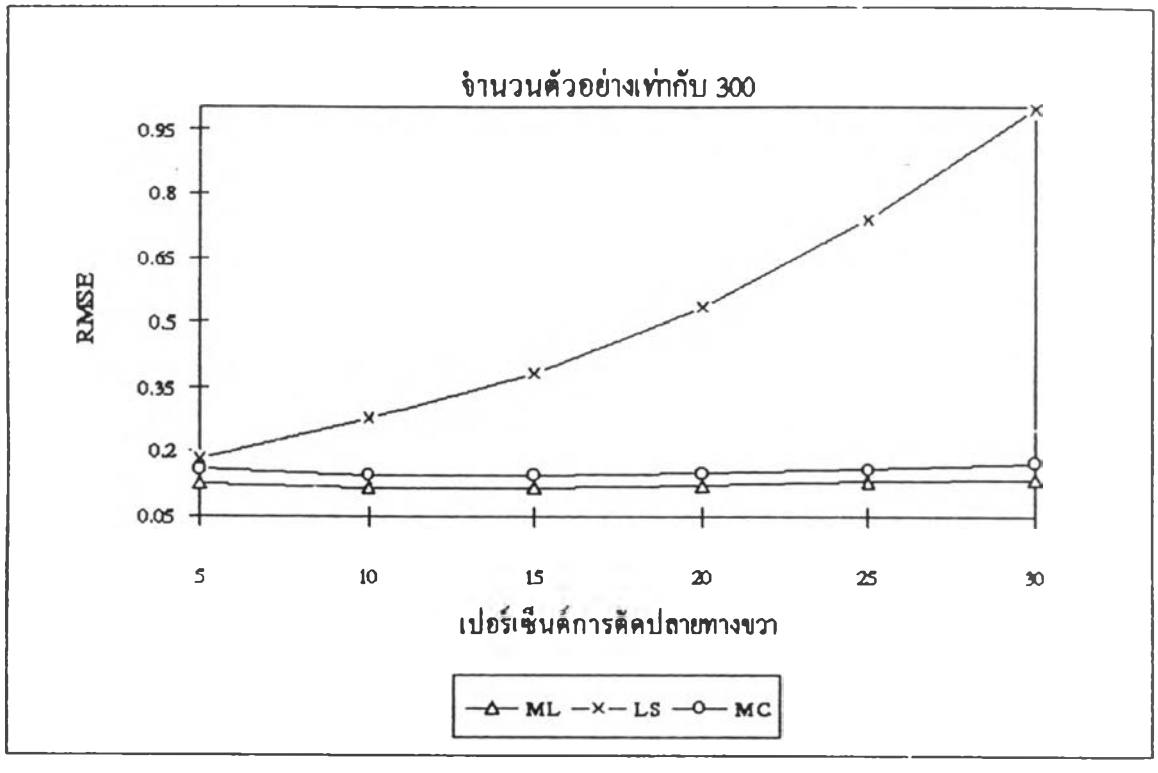
รูปที่ 4.19 (ต่อ)

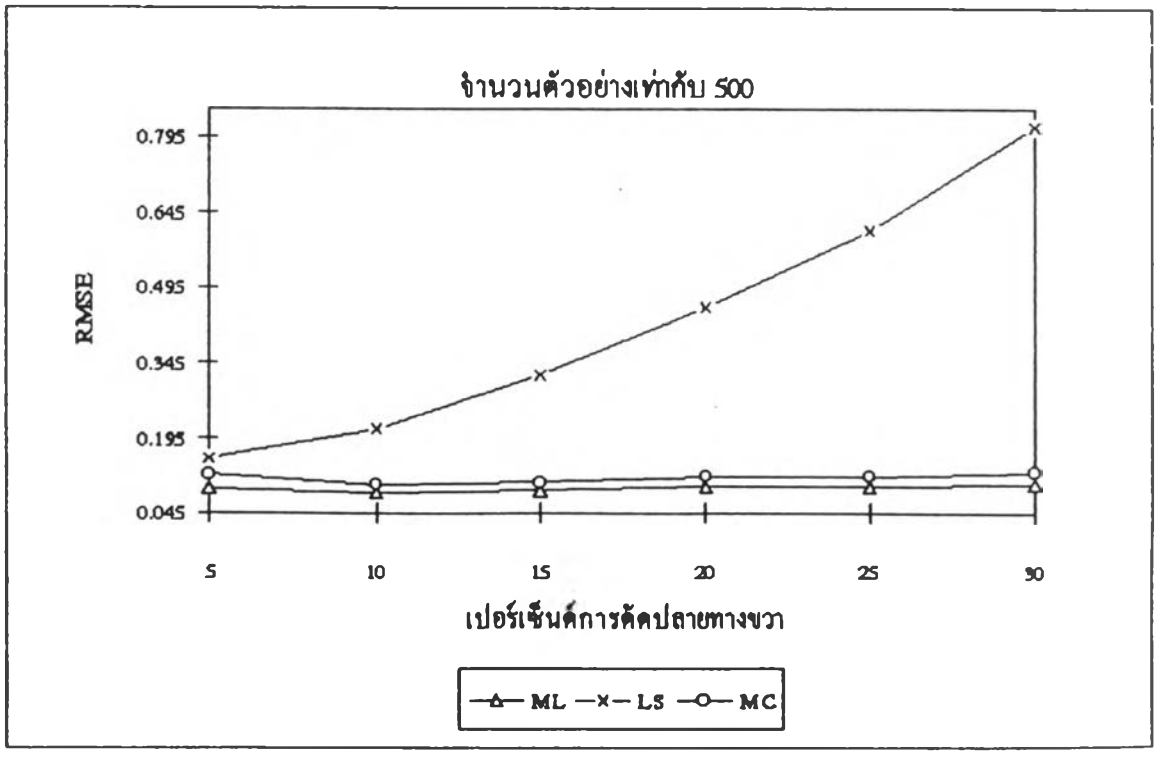



รูปที่ 4.20 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.1 $w$=15.0

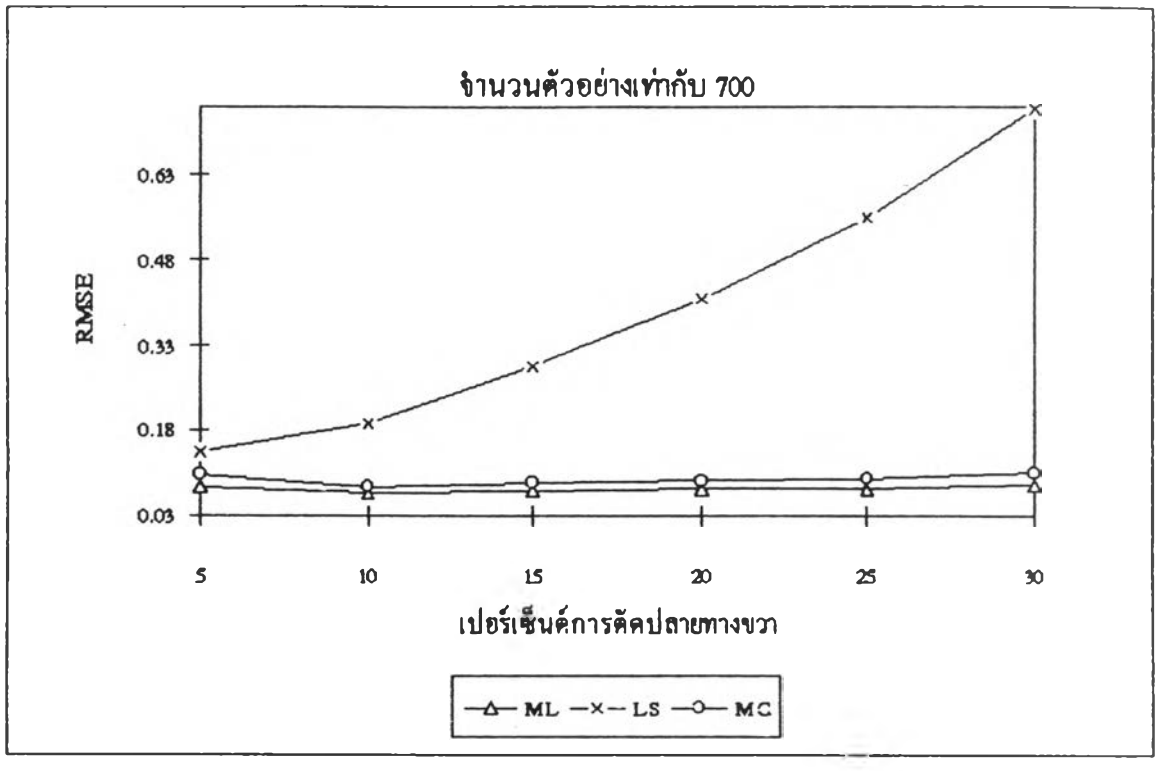


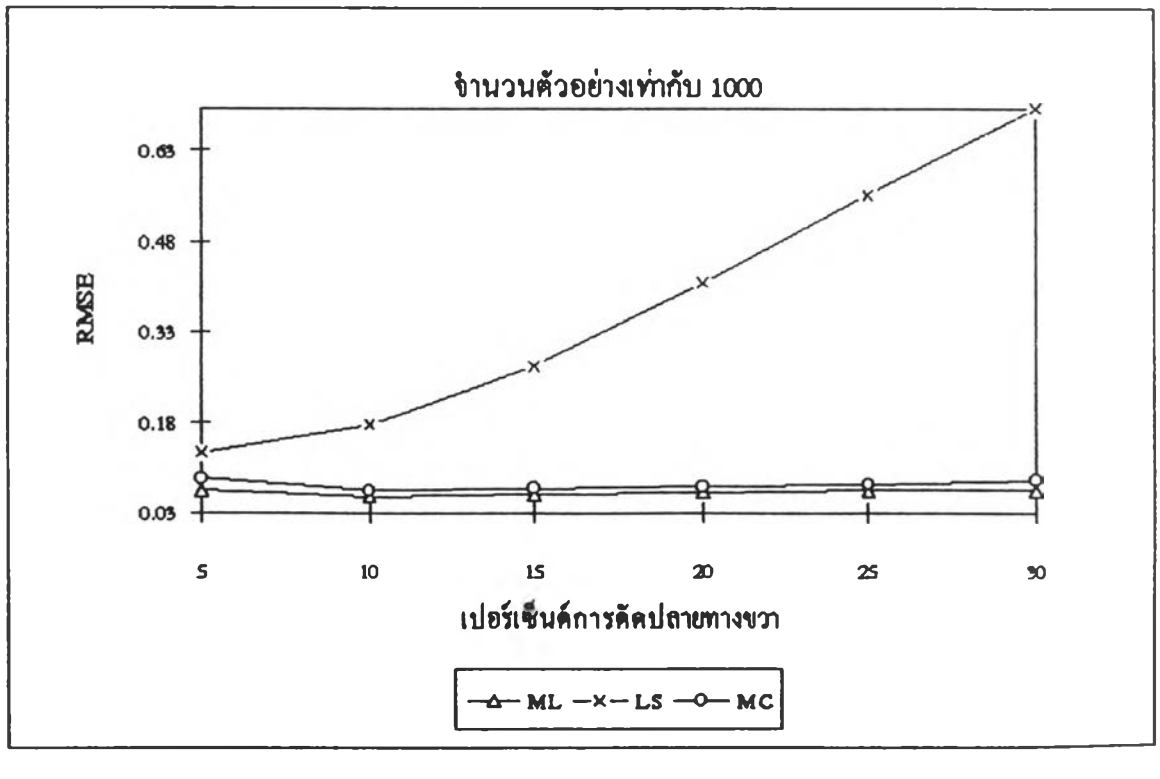
รูปที่ 4 20 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 300
RMSE
0.95
0.8
0.65
0.5
0.35
0.2
0.05
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

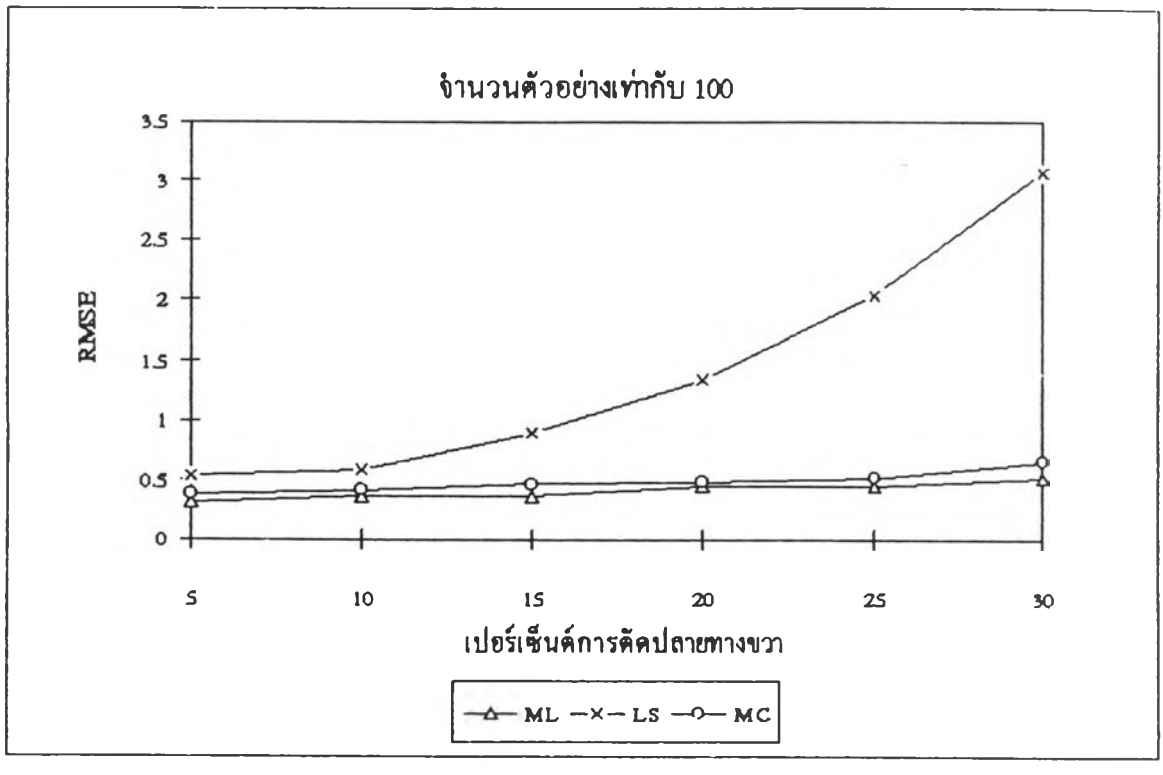

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
0.795
0.645
0.495
0.345
0.195
0.045
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

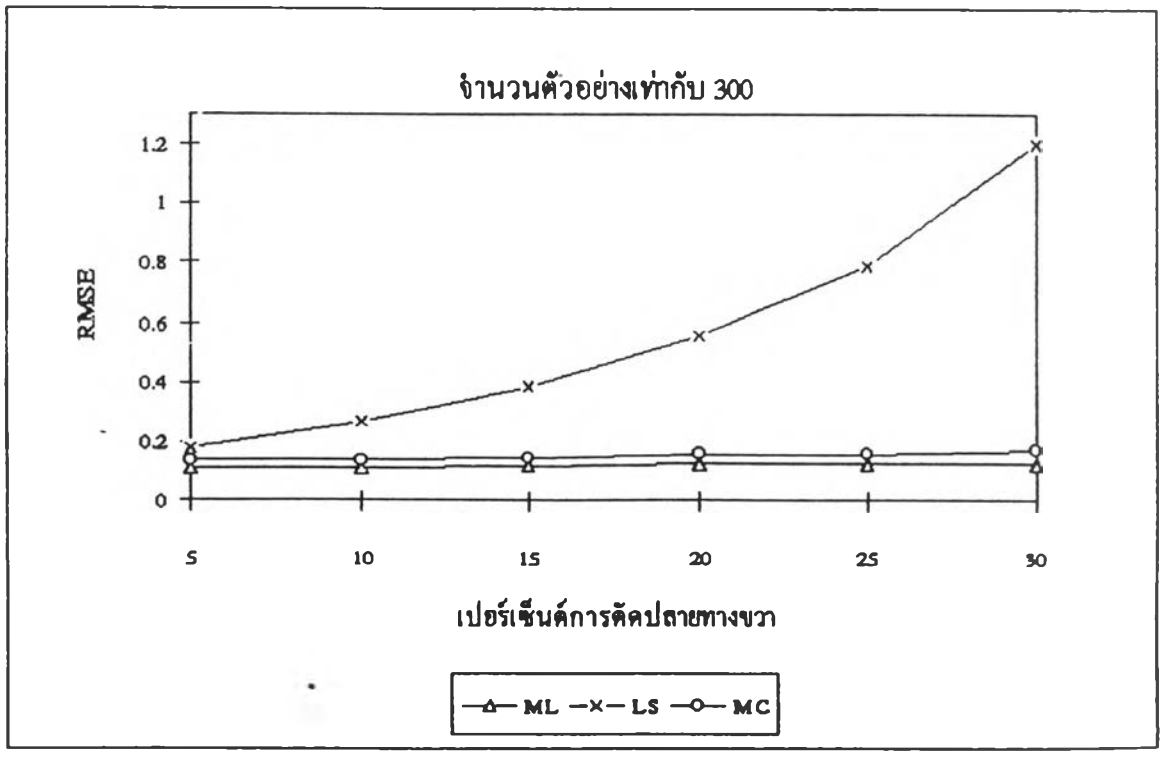
รูปที่ 4.20 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.63
0.48
0.33
0.18
0.03
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

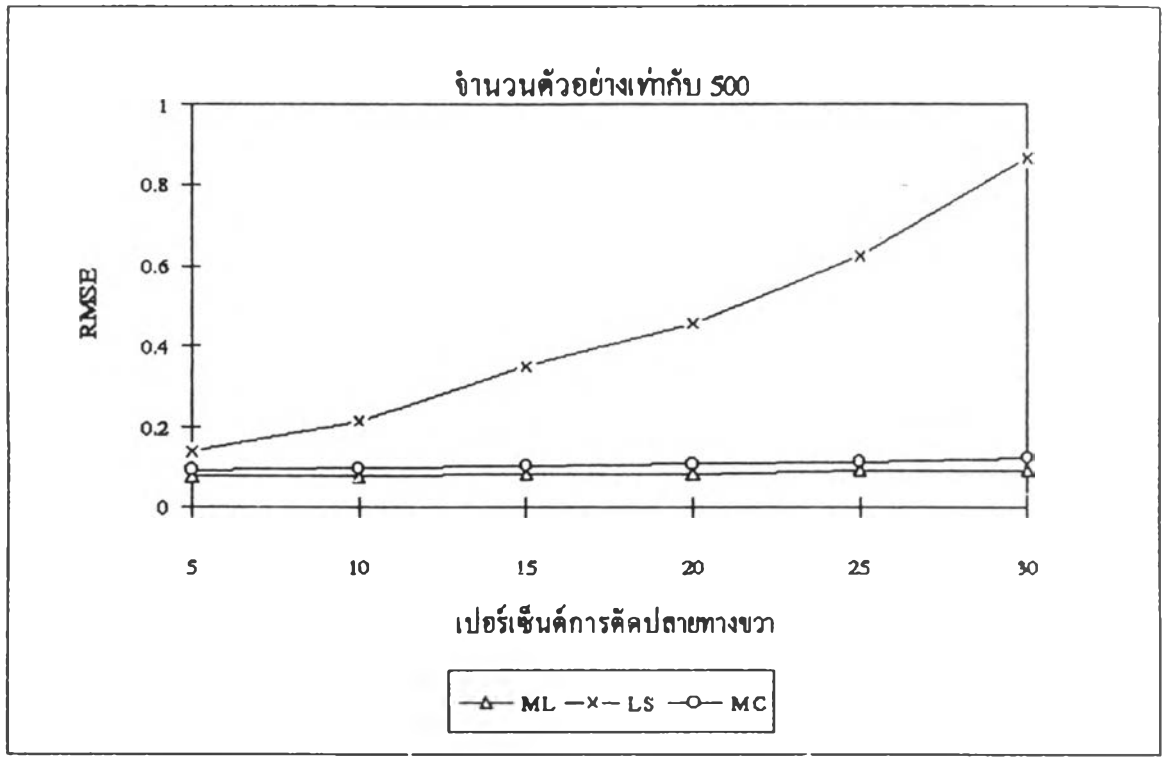

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 1000
RMSE
0.63
0.48
0.33
0.18
0.03
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

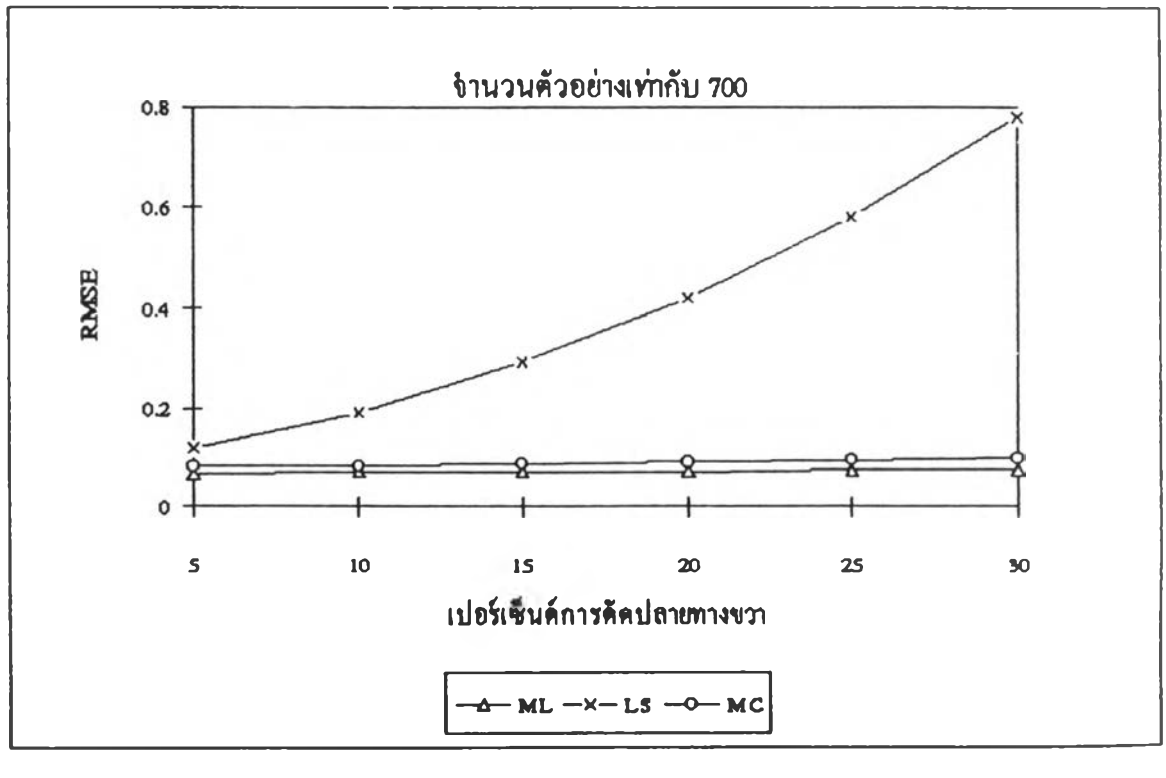
รูปที่ 4.21 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $\sigma$ =0.1 $w$=20.0



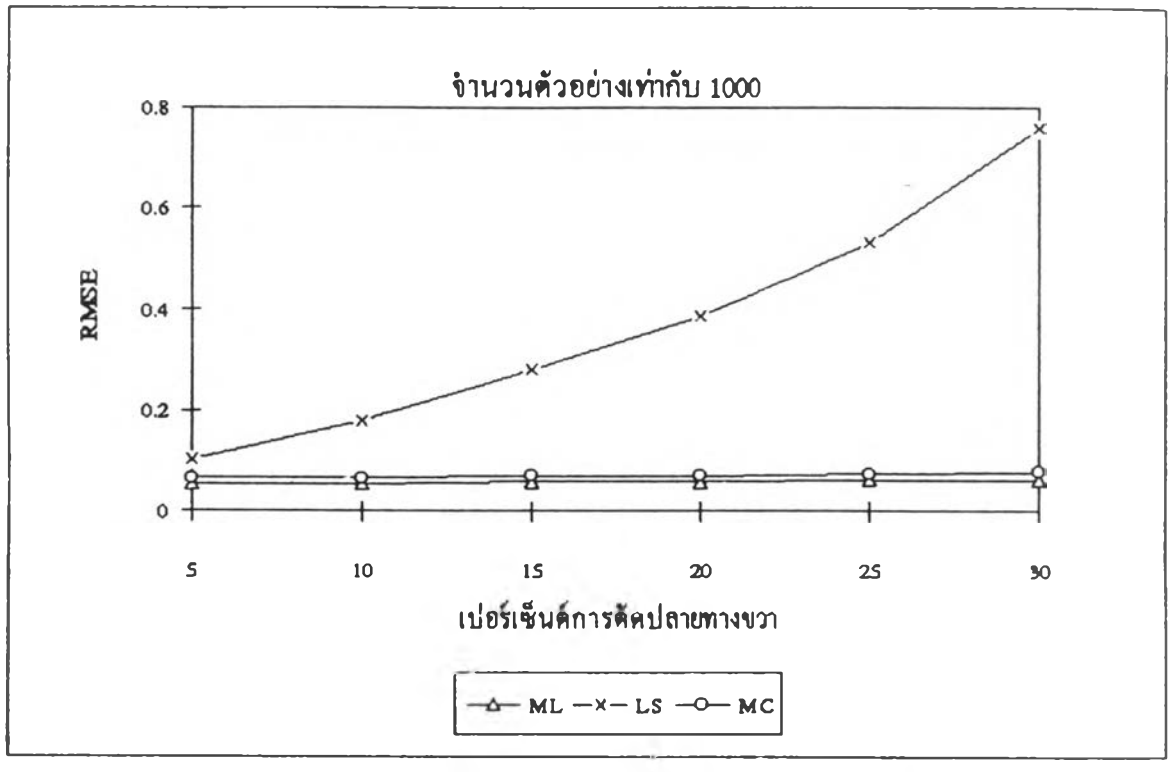



รูปที่ 4 21 (ต่อ)

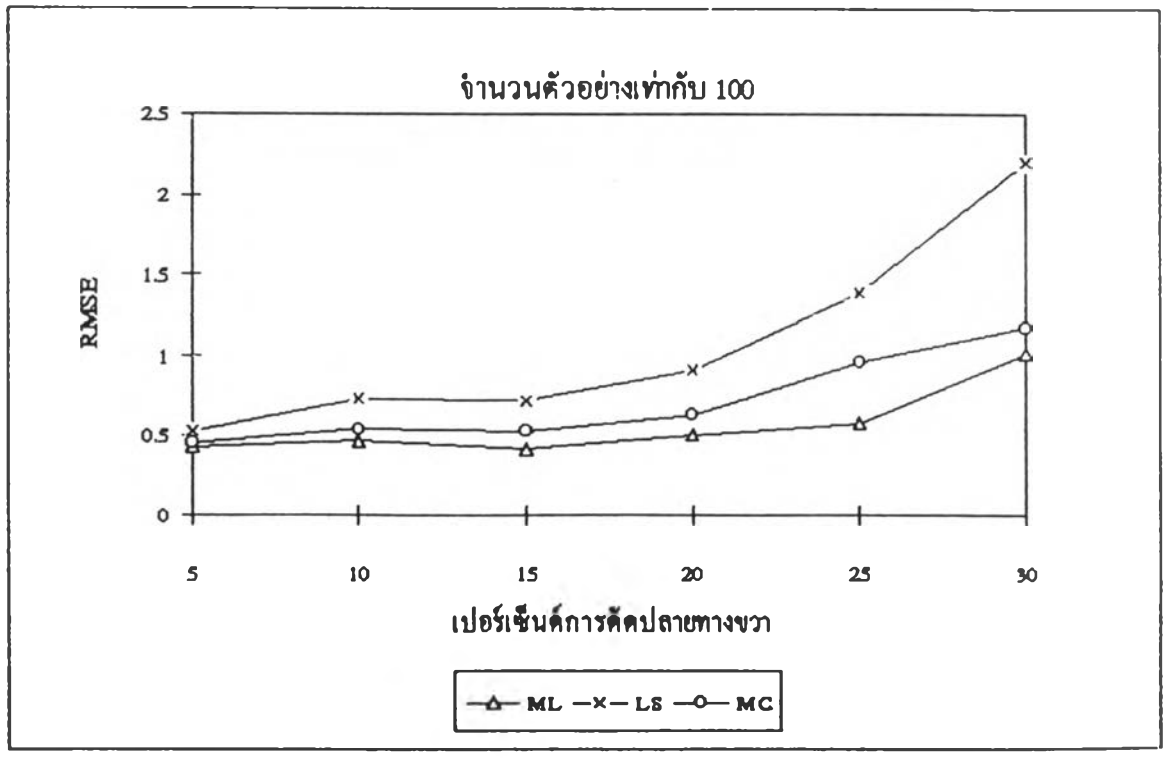

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

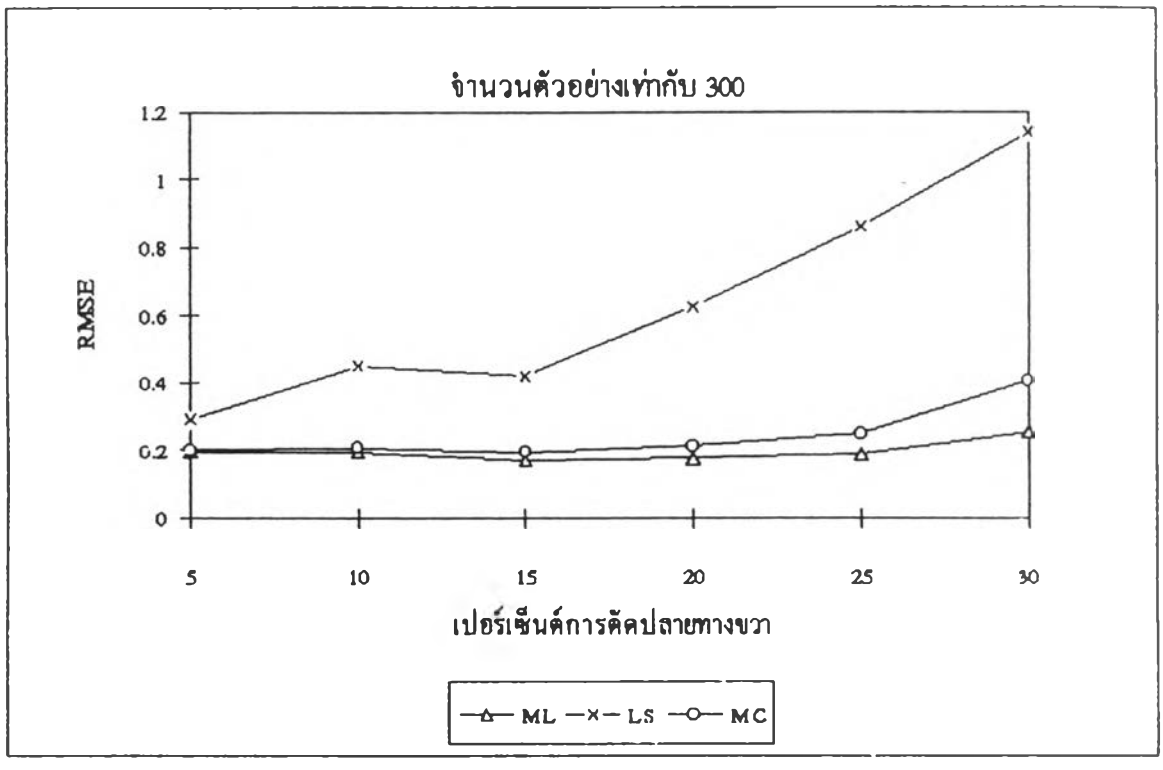
รูปที่ 4.21 (ต่อ)

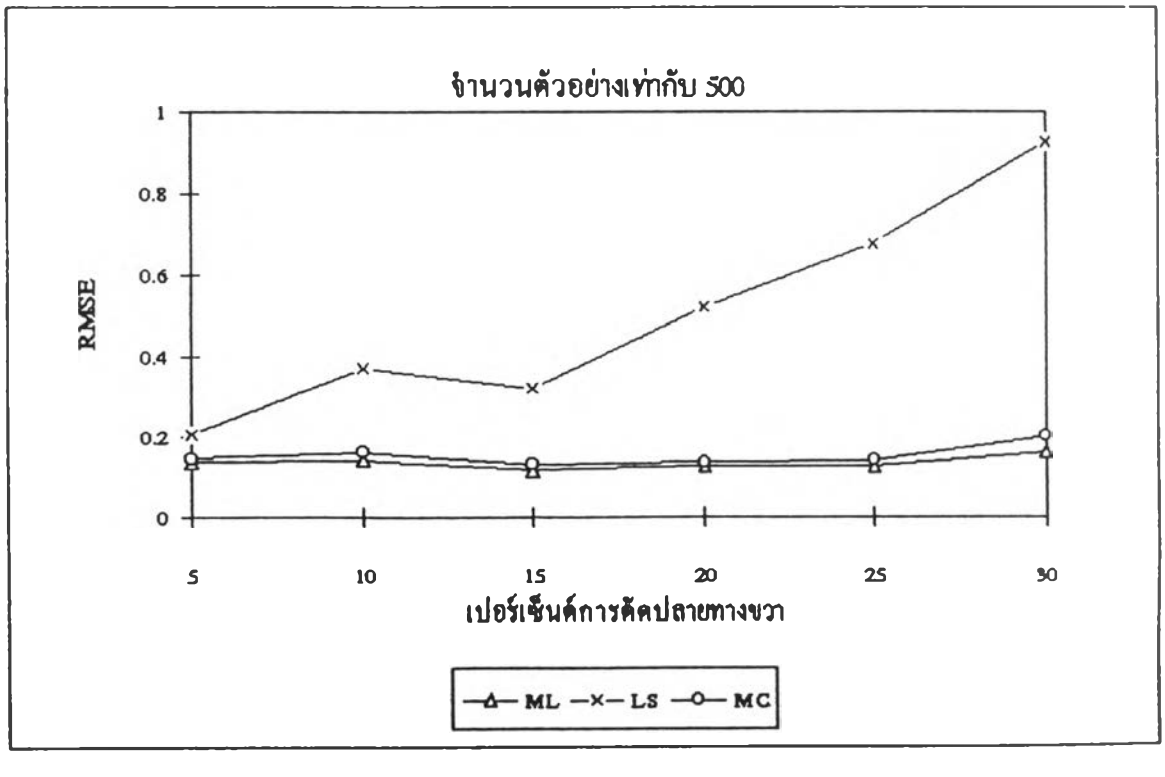



รูปที่ 4.22 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.2 $w$=10.0

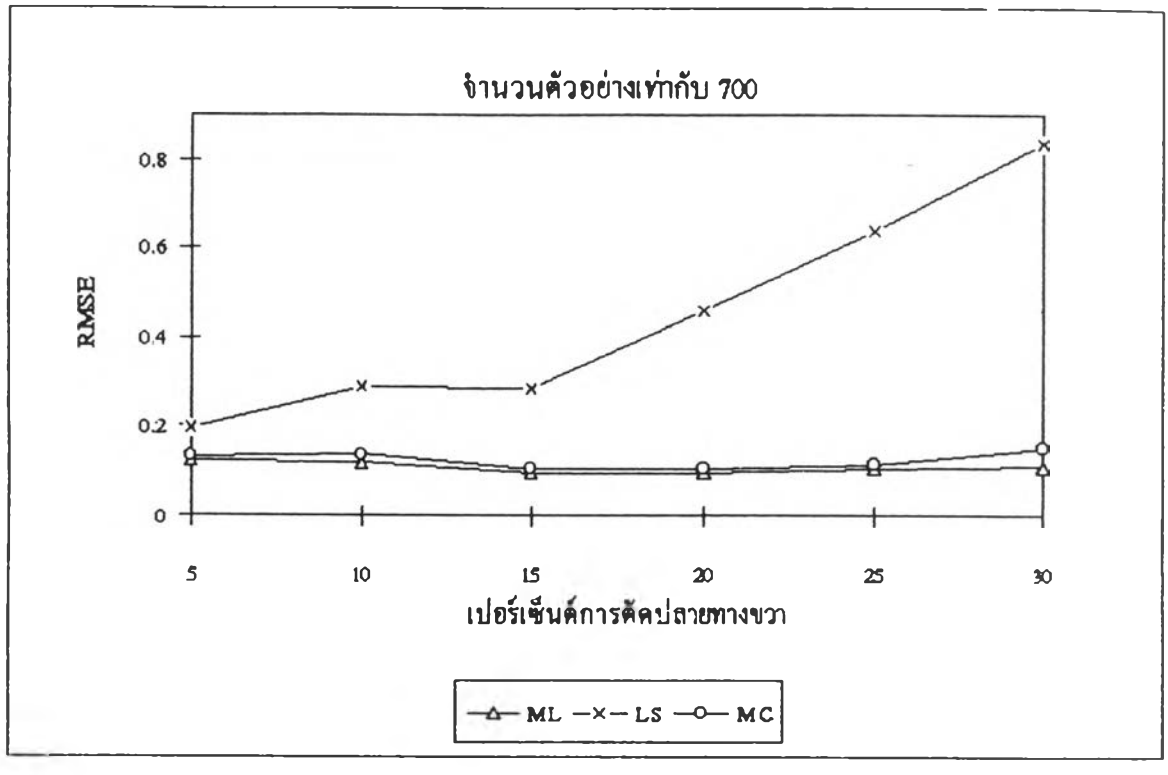


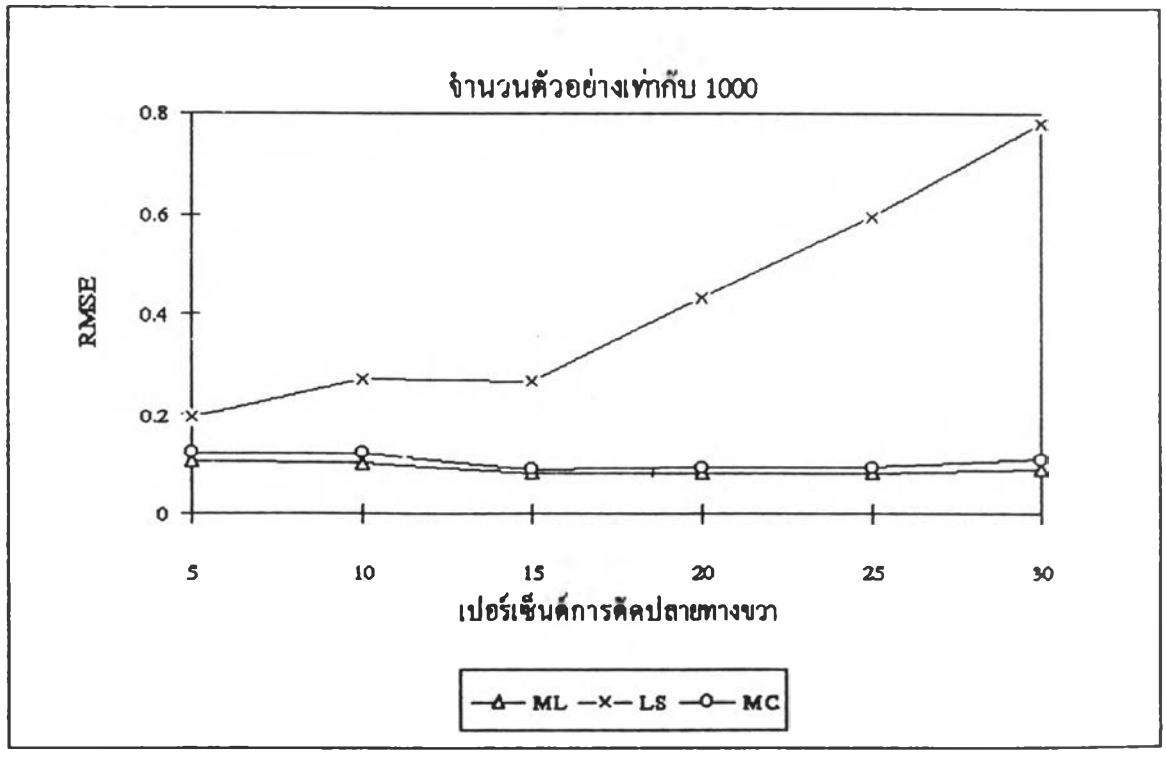
รูปที่ 4 22 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 300
RMSE
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

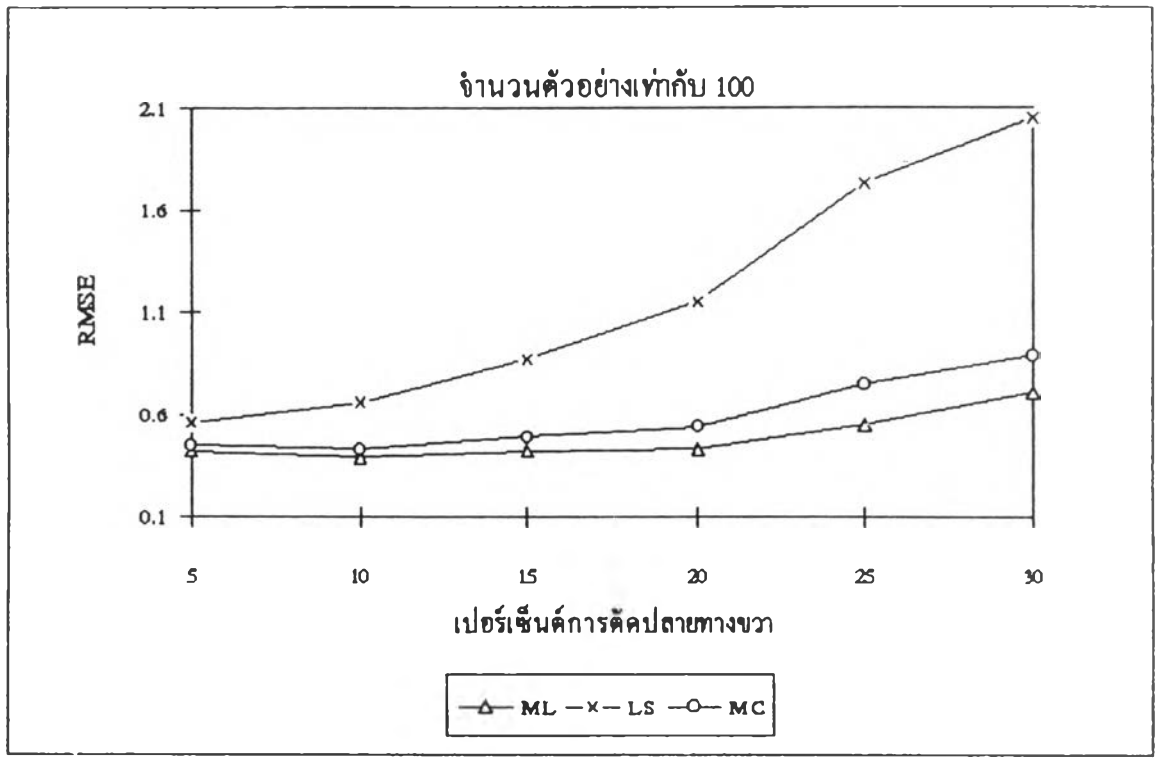

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การคัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

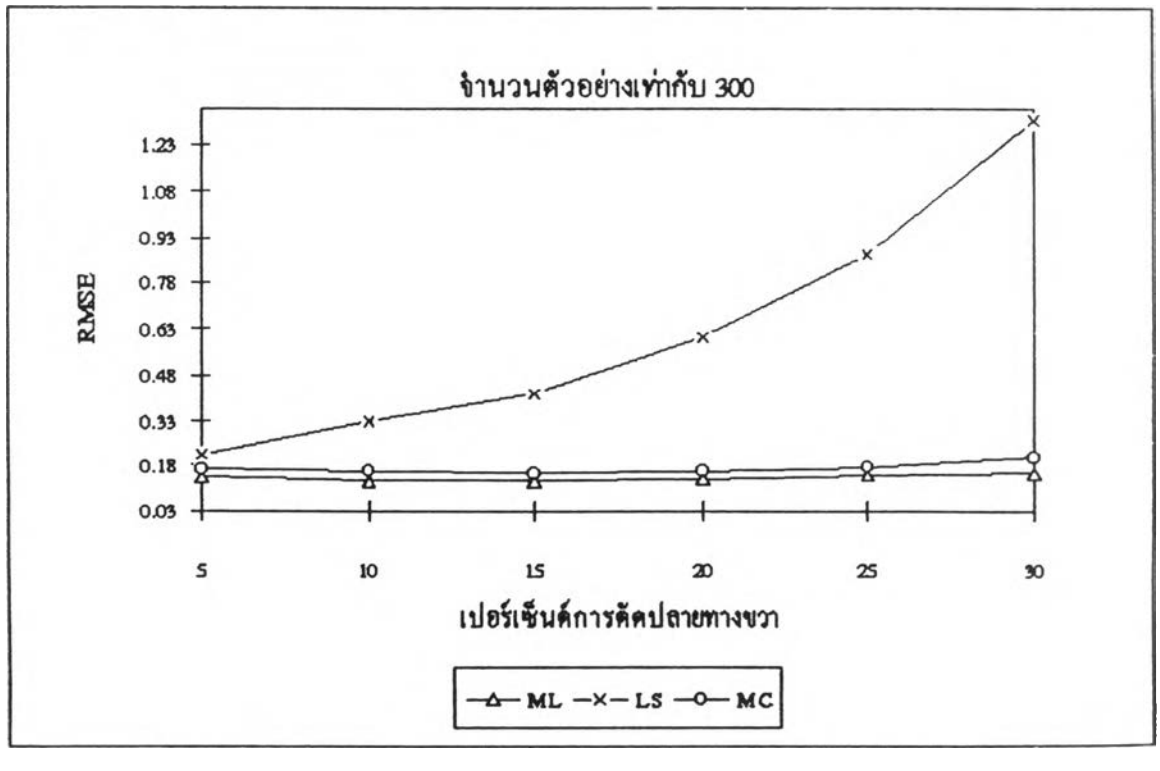
รูปที่ 4.22 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

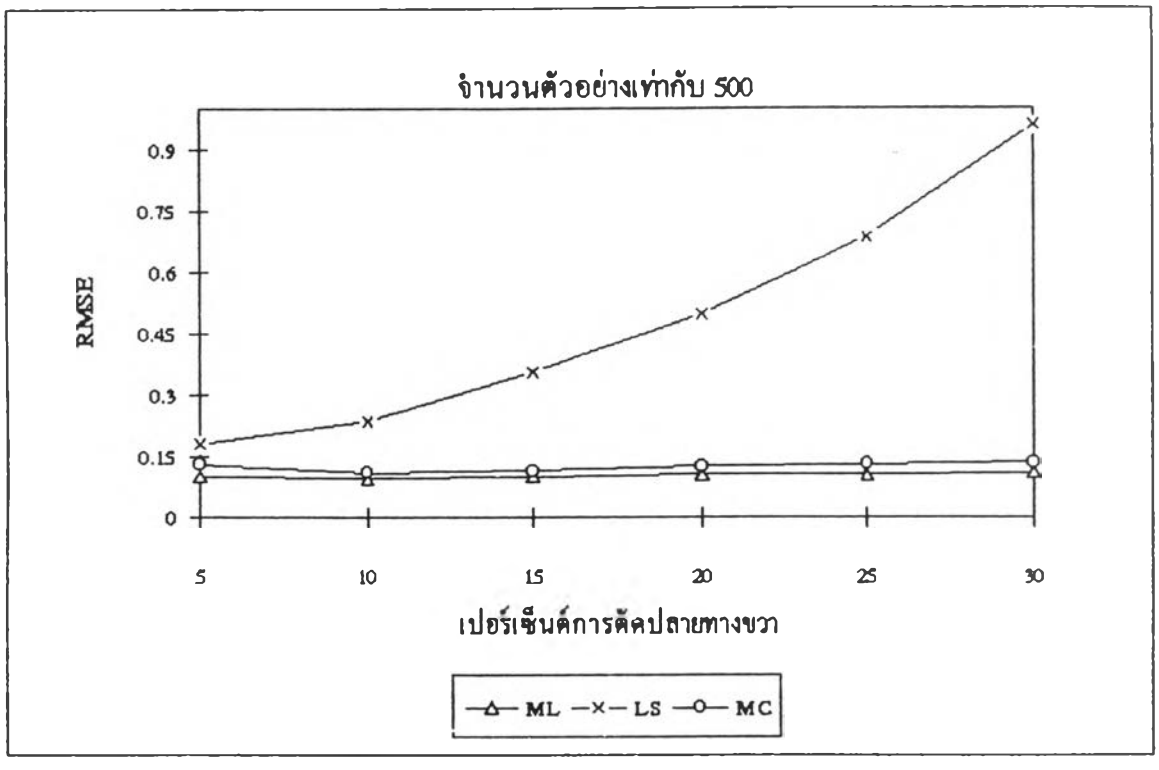

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 1000
RMSE
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

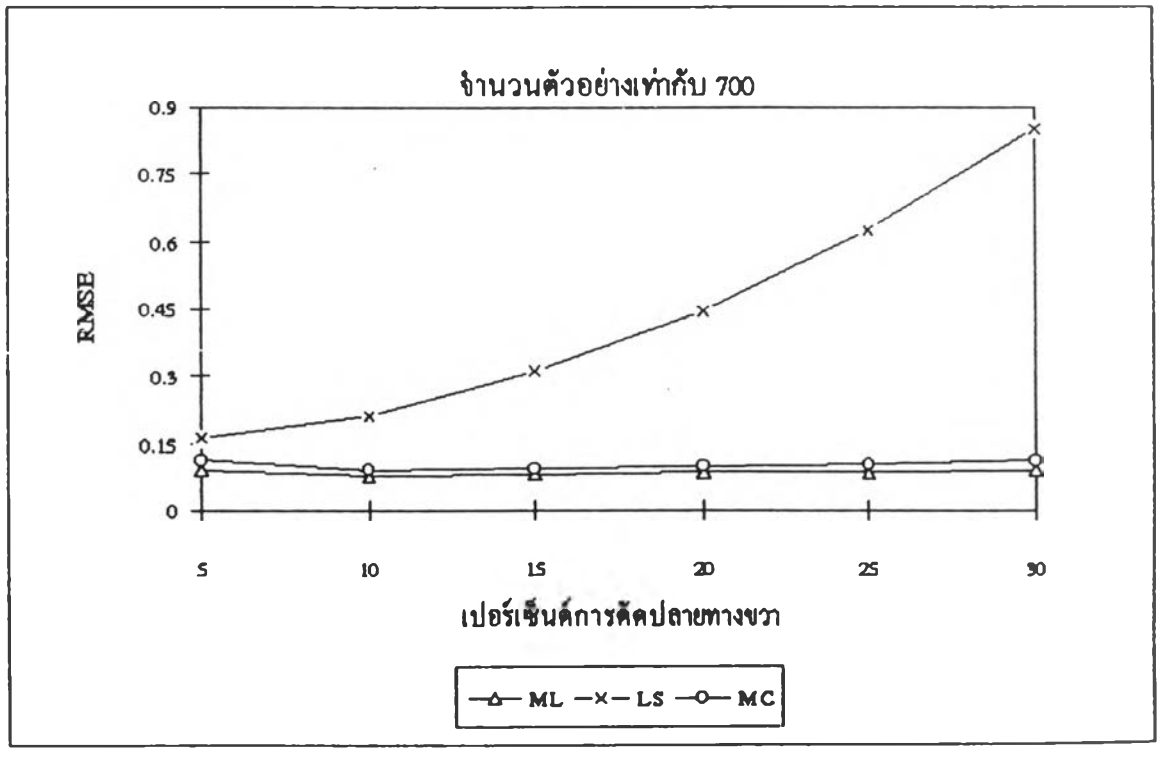
รูปที่ 4.23 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.2 $w$=15.0



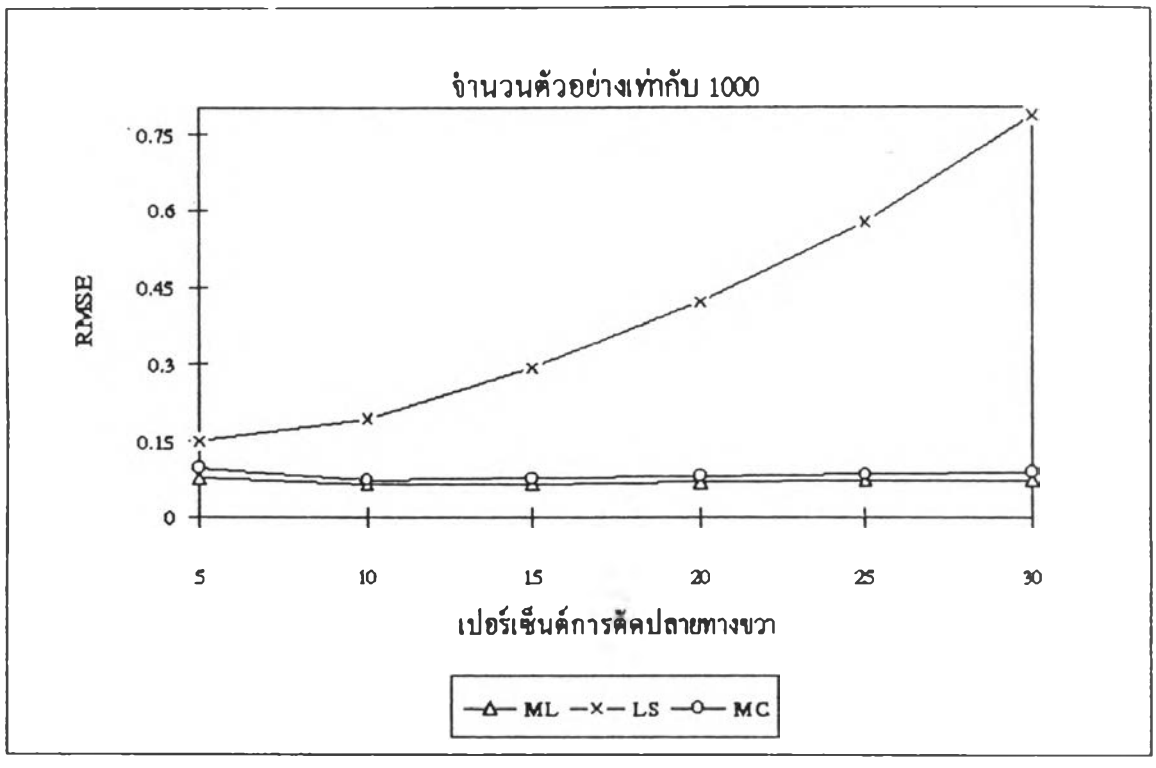



รูปที่ 4 23 (ต่อ)

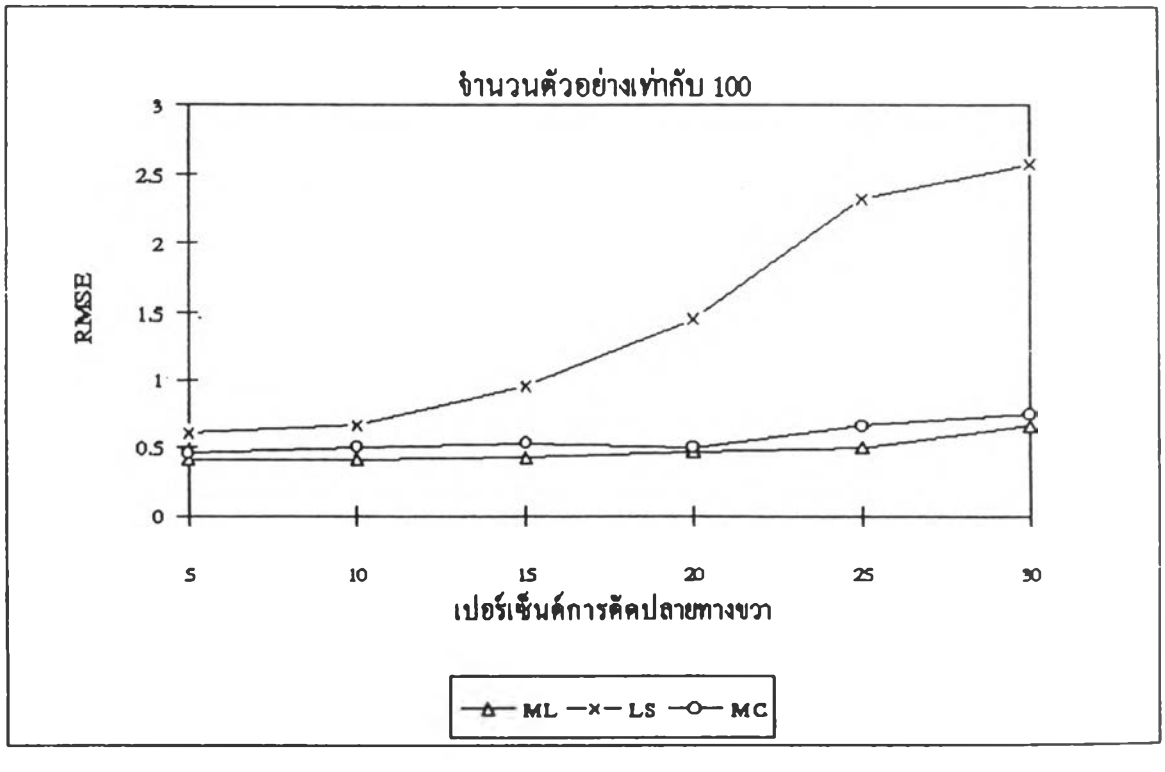

จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
0.9
0.75
0.6
0.45
0.3
0.15
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
0.9
0.75
0.6
0.45
0.3
0.15
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

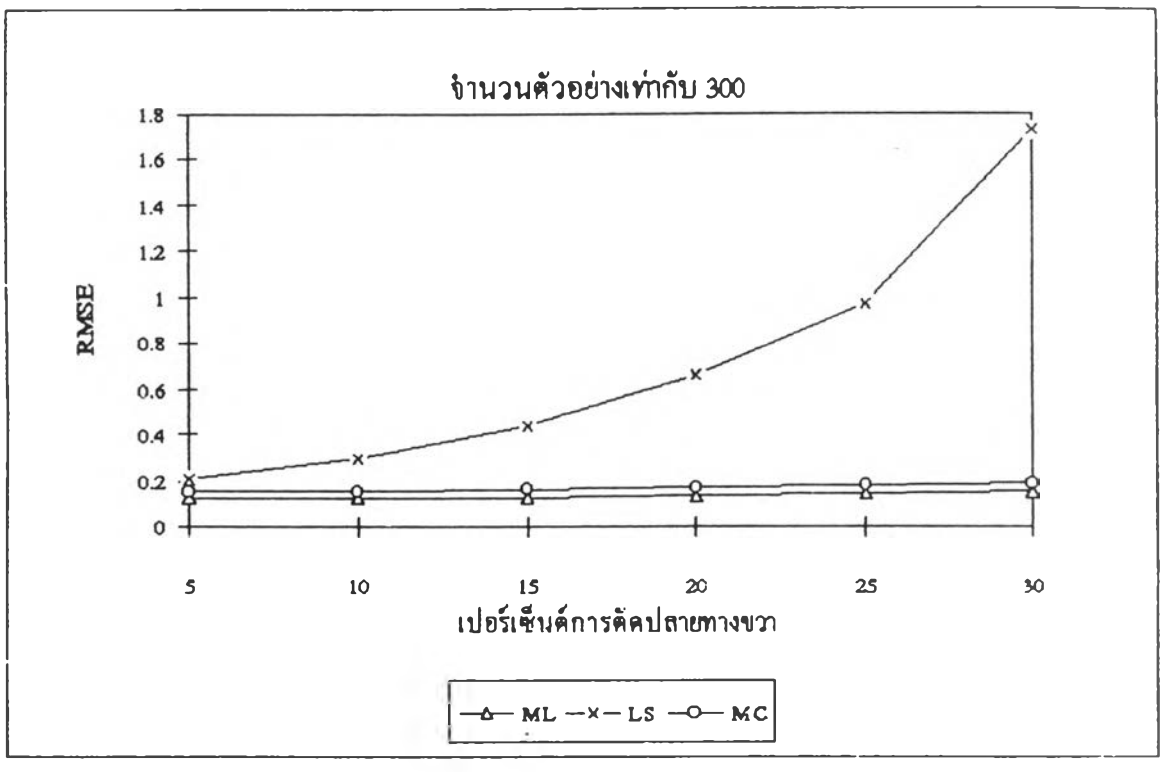
รูปที่ 4.23 (ต่อ)

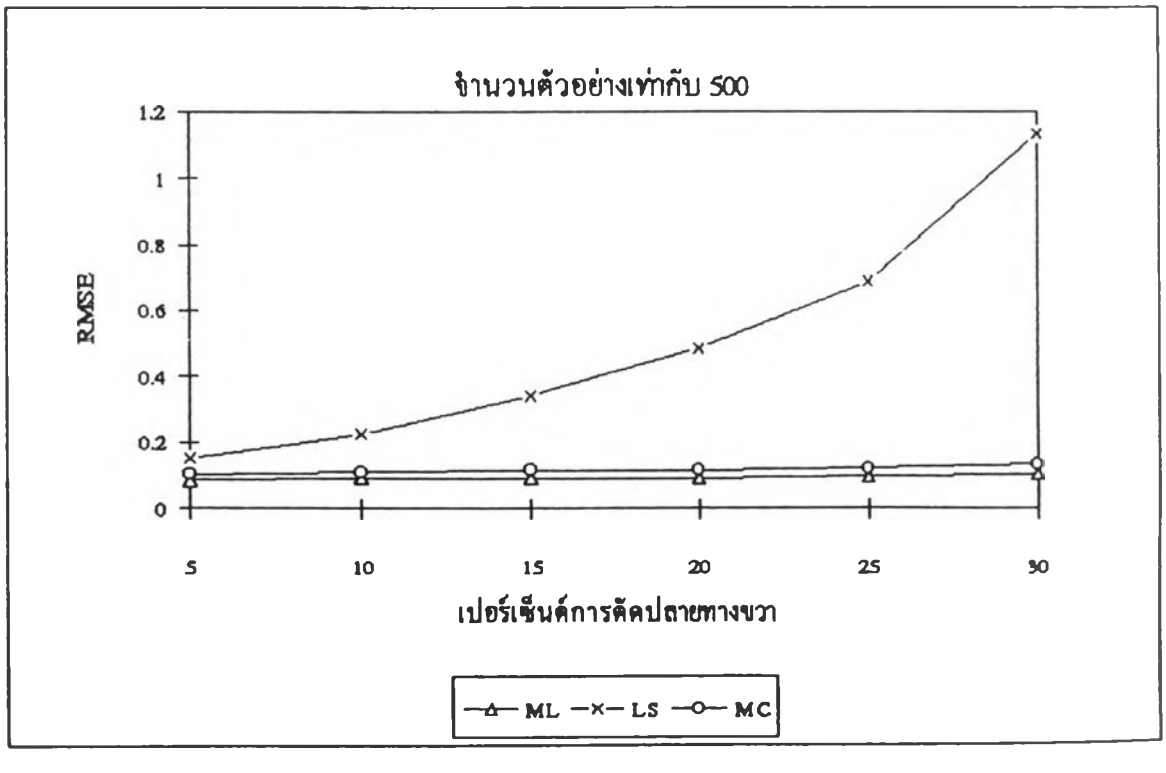



รูปที่ 4.24 แสดงค่ารากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) กับ เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา สำหรับการแจกแจงแบบลอกนอร์มอล $d$ =0.2 $w$=20.0

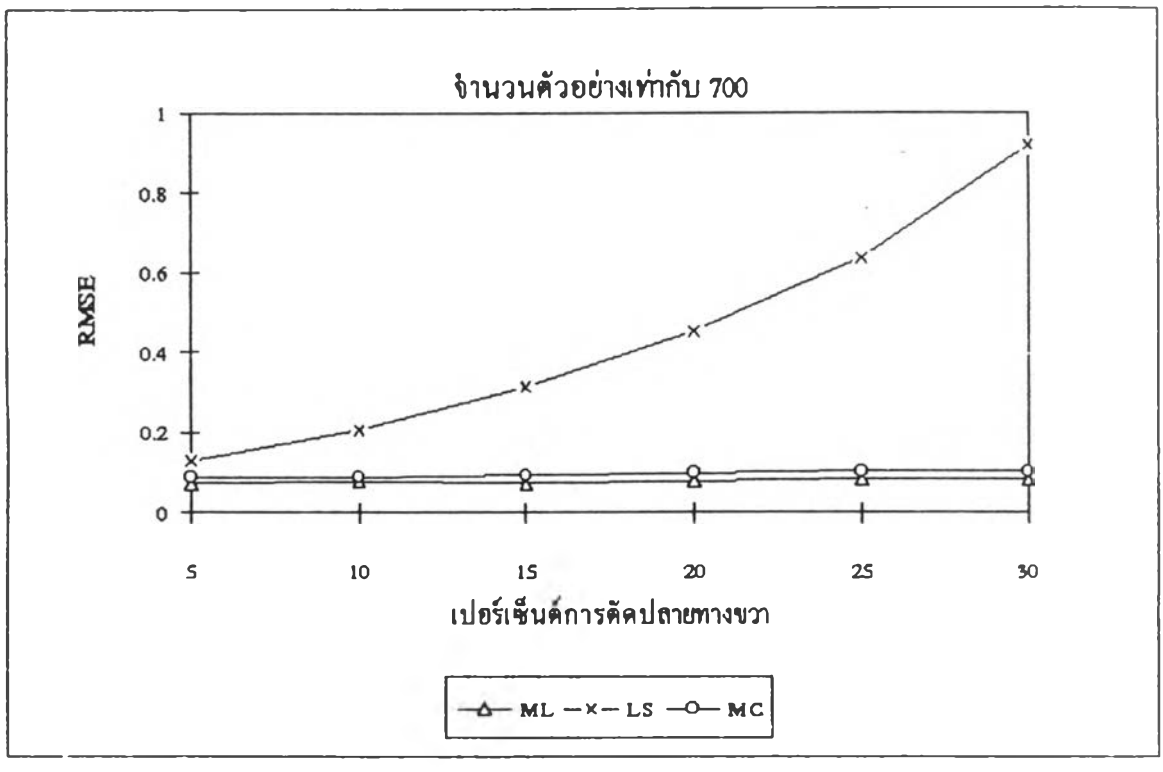


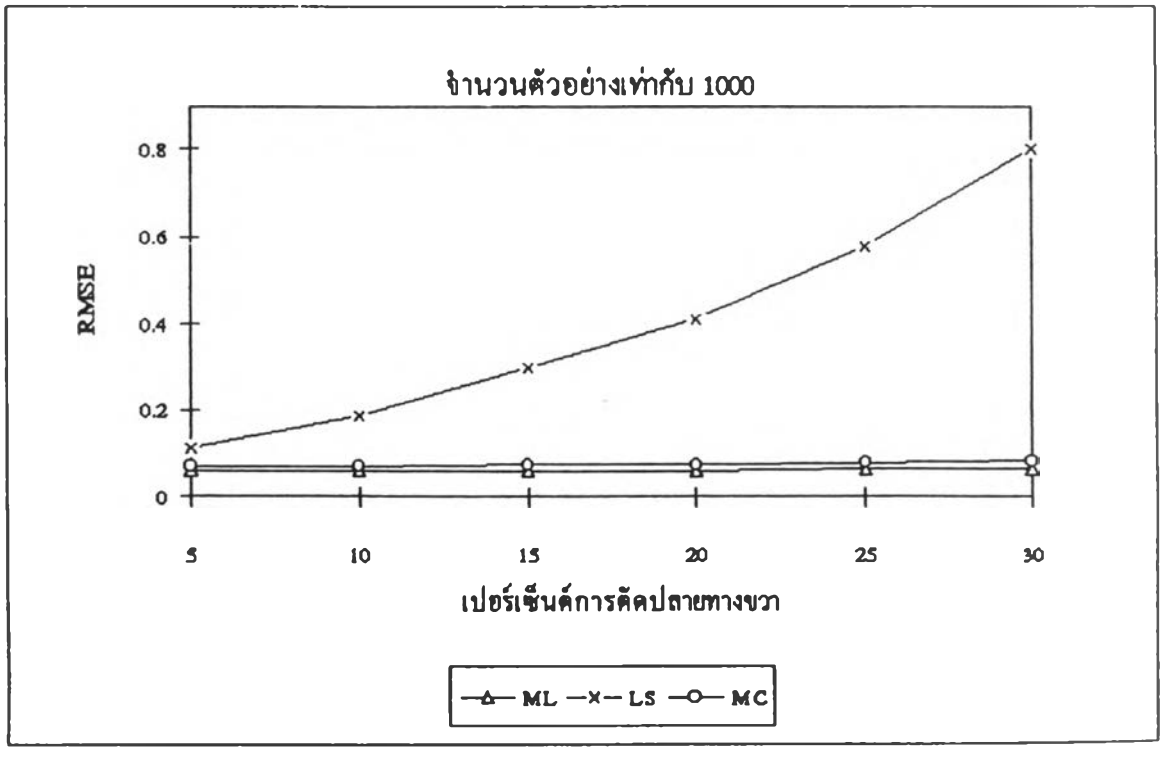
รูปที่ 4 24 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 300
RMSE
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 500
RMSE
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC

รูปที่ 4 24 (ต่อ)


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 700
RMSE
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC


จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 1000
RMSE
0.8
0.6
0.4
0.2
0
5
10
15
20
25
30
เปอร์เซ็นต์การตัดปลายทางขวา
ML
LS
MC