

ใบสมัครเข้ารับการประเมินบุคคลและผลงานเพื่อเข้ารับการคัดเลือก
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีฝนหลวง (นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ)
ตำแหน่งเลขที่ ๔ กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

ข้าพเจ้า นายภักดี จันทรเกษ
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่ ๑๔๓
สังกัด กลุ่มวิชาการปฏิบัติการฝนหลวง กองปฏิบัติการฝนหลวง
ขอแสดงความประสงค์สมัครเข้ารับการคัดเลือกเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีฝนหลวง
(นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ) ตำแหน่งเลขที่ ๔ กรมฝนหลวงและการบินเกษตร

ขอรับรองว่าข้อมูลที่ได้แจ้งไว้ในใบสมัครนี้เป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ)  ผู้สมัครคัดเลือก
(..... นายภักดี จันทรเกษ)
(ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ)
(วันที่) ๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

ความเห็นของผู้บังคับบัญชาตามลำดับชั้น ของผู้สมัครคัดเลือกฯ
ขอรับรองว่าข้อความข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ)  ผู้บังคับบัญชา
(..... นายปณิธิ เสมอวงษ์)
(ตำแหน่งผู้อำนวยการกองปฏิบัติการฝนหลวง)
(วันที่) / ๒๒ ส.ค. ๒๕๖๐

(ลงชื่อ)  ผู้บังคับบัญชา
(นายชัยรัตน์ เกื้ออรุณ)
(รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน
อธิบดีกรมฝนหลวงและการบินเกษตร)
(วันที่) / ๒๓ ส.ค. ๒๕๖๐

ใบสมัครเข้ารับการประเมินบุคคลและผลงานเพื่อเข้ารับการคัดเลือก
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีฝนหลวง
(นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ) ตำแหน่งเลขที่ ๔
กรมฝนหลวงและการบินเกษตร



๑. ข้อมูลบุคคล

ชื่อ - สกุล..... นายภักดี จันทรเกษ.....
ตำแหน่ง..... นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ..... ตำแหน่งเลขที่..... ๑๔๓.....
กลุ่ม..... วิชาการปฏิบัติการฝนหลวง.....
กอง..... ปฏิบัติการฝนหลวง.....
ดำรงตำแหน่งระดับ..... ข้าราชการพิเศษ..... เป็นเวลา..... ๓..... ปี..... ๑..... เดือน.....
ดำรงตำแหน่งในสายงานที่จะประเมิน จำนวน..... ๑๘..... ปี..... ๐..... เดือน.....
อัตราเงินเดือน..... ๓๔,๗๖๐..... บาท.....
เกิดวันที่..... ๑..... เดือน..... กันยายน..... พ.ศ..... ๒๕๑๘..... อายุปัจจุบัน..... ๔๑..... ปี..... ๑๑..... เดือน.....
วันเกษียณอายุราชการ..... ๑ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๗๘.....

๒. ประวัติการรับราชการ / การฝึกอบรม / ประสบการณ์ในการทำงาน

ประวัติการรับราชการ		การฝึกอบรม / ดูงาน (ที่สำคัญ)	ประสบการณ์ในการทำงาน (ที่สำคัญ)
วันที่/เดือน/ปี	ตำแหน่ง/สังกัด		
๒๓.๑๒.๒๕๔๒	นักวิทยาศาสตร์ ๓ /สฝษ.	๑. International Training Course on Satellite and Radar วันที่ ๑๕ ก.ย.-๒๙ ต.ค.๒๕๔๑ ณ WMO Regional Training Center (RTC) Nanjing สาธารณรัฐประชาชนจีน ๒. การใช้งาน การบำรุงรักษาระบบเรดาร์ (EEC Dual Polarization) และระบบซอฟต์แวร์ TITAN/CIDD วันที่ ๓๐ พ.ย.-๑๓ ธ.ค.๒๕๔๓ ณ สถานีเรดาร์ฝนหลวงอมก๋อย จ. เชียงใหม่ ๓. การใช้งาน การบำรุงรักษาระบบเรดาร์ (Gematronik) Rainbow และระบบซอฟต์แวร์ TITAN/CIDD วันที่ ๑๑-๓๐ ต.ค. ๒๕๔๕ ณ สถานีเรดาร์ฝนหลวงสัทธิบุ จ.ชลบุรี ๔. Mobile Radar Model DWSR-๓๕๐๑C (EEC) ๒๐-๒๔ พ.ย. ๒๕๔๕ ณ สถานีเรดาร์ฝนหลวงพิมาย จ. นครราชสีมา	๑. วิทยากรหลักสูตรอบรมหลักสูตรอุตุนิยมวิทยาขั้นสูง รุ่นที่ ๑๖ ประจำปีการศึกษา ๒๕๔๔ ระหว่างวันที่ ๑๑ มีนาคม - ๒๙ เมษายน ๒๕๔๔ ในชุดหัวข้อวิชา Cloud and precipitation; weather modification (Royal rainmaking): เรื่องเรดาร์ตรวจอากาศสำหรับการปฏิบัติการฝนหลวง ๒. หัวหน้าวิจัยโครงการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ภาคกลาง (Radar Rainfall Estimation over the Central of Thailand) ปีงบประมาณ ๒๕๔๖ ๓. หัวหน้าวิจัยโครงการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ในภาคตะวันออก (Radar Rainfall Estimation over the Eastern Thailand) ปีงบประมาณ ๒๕๔๗ ๔. หัวหน้าวิจัยโครงการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ (Radar Rainfall Estimation over the North-Eastern and Southern Thailand) ปีงบประมาณ ๒๕๔๘-๒๕๖๐
๒๓.๑๒.๒๕๔๔	นักวิทยาศาสตร์ ๔ /สฝษ.		
๑ ต.ค. ๒๕๔๖	นักวิทยาศาสตร์ ๕ /สฝษ.		
๑๑ ก.ย. ๒๕๔๙	นักวิทยาศาสตร์ ๖ว. /สฝษ.		
๙ ธ.ค. ๒๕๕๑	นักวิทยาศาสตร์ ๗ว. /สฝษ.		
๑๑ ธ.ค. ๒๕๕๑	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการ /สฝษ.		
๒๓ ก.ย. ๒๕๕๖	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการ /กรมฝนหลวงฯ		
๒๐ มิ.ย. ๒๕๕๗	นักวิทยาศาสตร์ ชำนาญการพิเศษ /กรมฝนหลวงฯ		

	๕. การใช้งาน การบำรุงรักษาระบบ Cloud Physics and Instrumentation วันที่ ๑๔ ก.พ.-๗ มี.ค.๒๕๕๔ ณ SPEC Incorporated Boulder CO. USA. ๖.การใช้งาน การบำรุงรักษาระบบ PCASP and CCN วันที่ ๒-๔ มี.ค. ๒๕๕๔ ณ Droplet Measurement Technologies Boulder CO. USA. Cloud Physics and Instrumentation: Review and Installation in Thailand วันที่ ๑-๑๖ ก.ย. ๒๕๕๔ ณ สนามบินหัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ๗. การใช้งาน การบำรุงรักษาระบบ Microwave Profiler วันที่ ๒-๖ ธ.ค. ๒๕๕๕ ณ สถานีเรดาร์ฝนหลวงอมก๋อย จ.เชียงใหม่ ๘. Intensive English Language Course (ILC) วันที่ ๒๑ เม.ย.-๓๐ พ.ค. ๒๕๕๗ ณ สถาบันการต่างประเทศเทวะวงศ์วโรปการ กระทรวงต่างประเทศ กรุงเทพมหานคร ๙. Training Workshop on Application of Radar Observation Data for Numerical Weather Predictionวันที่ ๑๐-๑๓ พ.ค. ๒๕๕๙ ณ กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพมหานคร ๑๐. Training Workshop on Radar Data Assimilation for Precipitation Nowcasting วันที่ ๓๐ พ.ค.-๓ มิ.ย. ๒๕๕๙ ณ กรมอุตุนิยมวิทยา กรุงเทพมหานคร ๑๑. ระบบประเมินปริมาณน้ำฝนและพยากรณ์ฝนล่วงหน้าโดยใช้ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ วันที่ ๑๒-๑๔ ก.ย. ๒๕๕๙ ณ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) กรุงเทพมหานคร	๕. หัวหน้าโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ: ทัศนศึกษาการทำฝนเทียมในพื้นที่ภาคเหนือโดยใช้สารดูดความชื้น แคลเซียมคลอไรด์ปีงบประมาณ ๒๕๕๙ ๖.การประชุม ProjectSteering Committee โครงการการดัดแปรสภาพอากาศโดยเทคโนโลยีฝนหลวงวันที่ ๒๕-๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๕๙ ณ กรุงอัมมาน ประเทศจอร์แดน ๗. ที่ปรึกษาโครงการพัฒนาระบบปริมาณน้ำฝนและพยากรณ์ฝนล่วงหน้าโดยใช้ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ (ปี ๒๕๕๙) สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) กรุงเทพมหานคร
--	---	---

๓. การประเมินคุณลักษณะ

ผ่านการประเมินคุณลักษณะของบุคคลได้คะแนน ..๙๖..... คะแนน

ในหัวข้อความรับผิดชอบ ความคิดริเริ่ม การแก้ไขปัญหาและการตัดสินใจและความสามารถในการสื่อความหมาย ความประพฤติกและการทำงานร่วมกับผู้อื่น การพัฒนาตนเองและความเสียสละ

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลที่แจ้งไว้ในแบบฟอร์มนี้ ถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ).....



(นายภักดี จันทร์เกษ)

(ผู้ขอรับการประเมิน)

๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

เอกสารประกอบ

การพิจารณาคัดเลือกบุคคลเข้ารับการประเมินบุคคลและผลงาน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีพลังงาน
(นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ) ตำแหน่งเลขที่ ๔
กรมพลังงานและการบินเกษตร

หัวข้อเค้าโครงเรื่องของงานที่เสนอในขั้นตอนการพิจารณาคัดเลือกบุคคลเพื่อส่งผลงานประเมิน
ในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ
(กรณีลักษณะงานวิจัย)
เรื่องที่ ๑

๑. ชื่อผลงาน

.....การประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ภาคตะวันออก.....
.....(Radar Rainfall Estimation over the Eastern of Thailand).....

๒. บทคัดย่อ

.....การวิจัยฯ นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการประเมินปริมาณน้ำฝนจากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากเรดาร์ตรวจอากาศสถานีเรดาร์ฝนหลวงสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีรัศมีการตรวจวัดครอบคลุมพื้นที่ทั่วทั้งภาคตะวันออก จำนวนทั้งสิ้น 8 จังหวัด กับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่การตรวจวัดของเรดาร์ ภายในรัศมี 240 กิโลเมตร อันนำไปสู่การสร้างกระบวนการหรือกลไกในการบริหารจัดการน้ำในบรรยากาศให้สอดคล้องกับความต้องการของพื้นที่รับน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและอุตสาหกรรมหลักที่สำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศของสถานีเรดาร์ฝนหลวงสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี และข้อมูลปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนอัตโนมัติของกรมฝนหลวงและการบินเกษตร จำนวน 50 สถานี และกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 112 สถานี ในช่วงฤดูฝน ระหว่างเดือนมีนาคม ถึง สิงหาคม พ.ศ. 2557 โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน (R) กับข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) (Z-R Relationship) ที่ระดับความสูงความสูงต่างๆ จากพื้นดินจำนวนข้อมูลเหตุการณ์ฝนรวม 211 เหตุการณ์ แบ่งออกเป็นเหตุการณ์สำหรับการสอบเทียบ (Calibration) จำนวน 105 เหตุการณ์ และเหตุการณ์สำหรับการทวนสอบ (Verification) จำนวน 106 เหตุการณ์ จากการศึกษาพบว่า การประเมินฝนจากข้อมูลการตรวจวัดของสถานีเรดาร์ฝนหลวงสัตหีบ สมการที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการประเมินฝน คือสมการ $Z=201R^{1.5}$ โดยใช้ค่า Z ที่เหมาะสม ณ ระดับความสูง 1.75 กิโลเมตร จากพื้นดินและมีค่าอยู่ในช่วง $15 \text{ dBZ} \leq Z \leq 53 \text{ dBZ}$ ที่ระดับให้ค่าความถูกต้องมากกว่าสมการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ผลการศึกษาที่ได้จากโครงการวิจัยฯ นี้สามารถนำไปประยุกต์ในการประเมินประสิทธิภาพของการปฏิบัติการฝนหลวงตลอดจนการใช้สมการ Z-R ที่เสนอแนะในการประเมินฝนจากเรดาร์ซึ่งจะทำให้ได้ปริมาณฝนเรดาร์ที่มีความถูกต้องมากกว่าการใช้สมการ $Z=300R^{1.4}$ และ $Z=200R^{1.6}$

(ภาษาอังกฤษ)

.....The purpose of this research was to investigate the method of estimating the amount of rainfall from radar reflectivity in the eastern region, which is a major agricultural and industrial area of Thailand. The weather radar of DRRAA located in Sattahip, Chonburi province which the effective range 240 km of Sattahip station covers the total of 8 provinces the calibration of the Z-R relationship were estimated using the series of Z-R pair data which derived from weather radar of Sattahip station and rain gauge network of DRRAA with 50 stations and TMD with 211 stations. The 211 convective rainfall events during rainy season in March to August 2014 over the eastern part of Thailand are chosen then these selected rainfall events were divided into two groups. The first group of 105 events with rain intensity from DRRAA rain gauges was used to Z-R calibration and derived parameters. The second

group of 106 events with rainfalls from MET were considered as validated data. The a and b parameters of Z-R relationship will be calibrated by minimizing the Root Mean Square Error (RMSE) corresponding rain gauge rainfall with the constant of b parameter of 1.5 with different altitude. The Z-R relationships were derived using RMSE as $Z=201.R^{1.5}$ which radar reflectivity were chosen the altitude at 1.75 km above ground level and ranged reflectivity as 15 dBZ to 53 dBZ. These rainfall events were used to test an accuracy of the proposed radar rainfall estimation based on different Z-R relationship including Z-R relationships obtained from the calibration. It was evident that using of proposed Z-R relationship in rainy season over eastern Thailand; $Z=201.R^{1.5}$ gave the smallest RMSE compared to using $Z=200R^{1.6}$ and $Z=300R^{1.4}$.

๓. หลักการและเหตุผล

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนหลายพื้นที่ของประเทศจึงมักประสบปัญหาน้ำท่วมฉับพลันตามฤดูกาล อุทกภัยมักเริ่มขึ้นในภาคเหนือแล้วค่อยขยายวงลงมาตามแม่น้ำเจ้าพระยาผ่านที่ราบภาคกลาง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามแม่น้ำชี และมูลซึ่งไหลลงแม่น้ำโขงหรือในพื้นที่ลาดเขาชายฝั่งในภาคตะวันออกและภาคใต้สำหรับภาคตะวันออกนอกจากปัญหาน้ำท่วมฉับพลันที่มักเกิดขึ้นบ่อยครั้งยังประสบปัญหาภัยแล้งในพื้นที่เกษตรกรรมหลายๆ พื้นที่ โดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่มน้ำปราจีนบุรีและในจังหวัดระยอง เนื่องจากการเติบโตของภาคอุตสาหกรรมภาคตะวันออกมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว และมีแผนขยายเป็นอุตสาหกรรมปิโตรเคมีครบวงจรซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้น้ำมากแหล่งน้ำหลักที่ภาคอุตสาหกรรมใช้อยู่ในปัจจุบันอยู่อย่างจำกัด และไม่สามารถรองรับต่อการขยายตัวดังกล่าว จึงส่งผลทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำทั้งในพื้นที่อุตสาหกรรมและพื้นที่เกษตรกรรมรวมทั้งปัญหาที่เกิดจากน้ำเค็มจากทะเลรุกล้ำน้ำจืดในหลายๆ พื้นที่ เช่น แม่น้ำบางปะกง เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาในการขาดการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำอย่างถูกต้องและมีระบบส่วนหนึ่งมาจากการจัดการทรัพยากรน้ำในกลุ่มน้ำต่างๆ จึงจำเป็นต้องทราบหรือสามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่โดยรวมตามช่วงเวลาได้ ปัจจุบันมีเครื่องมือหลากหลายที่สามารถใช้ในการตรวจสอบสภาพอากาศเรดาร์ตรวจสอบอากาศเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความนิยมอย่างแพร่หลายด้วยคุณสมบัติของระบบเรดาร์ตรวจสอบอากาศที่สามารถตรวจวัดกลุ่มเมฆฝนและติดตามการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝนได้ภายในรัศมีการตรวจวัดอีกทั้งยังสามารถใช้ในการพยากรณ์อากาศระยะสั้นมาก (Nowcasting) สำหรับการเตือนภัยสภาพอากาศและการบินปฏิบัติการฝนหลวงได้...

ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา กรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้กำหนดให้จำนวนพื้นที่ที่ได้รับประโยชน์จากการปฏิบัติการฝนหลวงเป็น “ตัวชี้วัด” หลักที่สำคัญ ข้อมูลดังกล่าวจะได้มาจากการตรวจวัดของเรดาร์ฝนหลวง ทั้งนี้เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่รับประโยชน์และพื้นที่การปฏิบัติการฝนหลวงมากยิ่งขึ้นจึงได้มีการใช้ข้อมูลของเรดาร์กรมอุตุนิยมวิทยาในการประเมินพื้นที่ฝนตกพร้อมด้วย ดังนั้นเพื่อให้การบริหารจัดการน้ำในบรรยากาศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุดจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัยเพื่อประเมินปริมาณน้ำฝนโดยเรดาร์ตรวจสอบอากาศอย่างจริงจัง อันจะเกิดประโยชน์อย่างมากต่อภาพรวมของการจัดทำแผนปฏิบัติการฝนหลวงประจำปีทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวัน ตลอดจนสามารถบูรณาการการบริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำกับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ กรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมวิทยาในการประเมินสถานการณ์ เป็นต้น

วัตถุประสงค์ในการศึกษาของโครงการวิจัยฯ นี้ เพื่อศึกษาวิธีการประเมินปริมาณน้ำฝนจากความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากเรดาร์ตรวจสอบอากาศสถานีเรดาร์ฝนหลวงสัทธิบริ อำเภอสัทธิบริ จังหวัดชลบุรี ซึ่งมีรัศมีการตรวจวัดครอบคลุมพื้นที่เกือบทั่วทั้งภาคตะวันออกและบางส่วนของภูมิภาคอื่น ๆ รวม 22 จังหวัด กับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในพื้นที่การตรวจวัดของเรดาร์ดังกล่าว เพื่อนำไปสู่

การสร้างกระบวนการหรือกลไกในการบริหารจัดการน้ำในบรรยากาศให้สอดคล้องกับความต้องการของพื้นที่
รับน้ำโดยสามารถนำมาใช้ในการปรับแผนการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวันเพื่อช่วยเหลือเกษตรกรและ
ประชาชนอย่างเป็นระบบได้ต่อไป

๔.วัตถุประสงค์

๔.๑ เพื่อศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศและข้อมูลสถานีตรวจวัดน้ำฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียง
ประเทศไทย

๔.๒ เพื่อศึกษาการประเมินปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์ตรวจอากาศในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียง
ไทย

๔.๓ เพื่อประยุกต์ในระบบประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์บนระบบสารสนเทศกรมฝนหลวงและการ
บินเกษตร

๕. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

๕.๑ ระยะเวลาดำเนินการ ปี พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๒๕๕๘

๕.๒ สถานที่ดำเนินการ กลุ่มวิชาการปฏิบัติการฝนหลวง กรุงเทพมหานคร, สถานีเรดาร์ฝนหลวง
สตึก จ. ชลบุรี และ ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน จ. ประจวบคีรีขันธ์

๖.ผู้ร่วมดำเนินการ (ถ้ามี)

๑. นายฉันทิ เดชโยธิน นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ สักส่วนผลงาน ร้อยละ ๑๐

๗.อุปกรณ์การทดลอง

๗.๑ ระบบเรดาร์ตรวจอากาศแบบคอปเพลอร์ ความถี่ S Band ยี่ห้อ Gematronik โมเดล
Meteor๖๐๐S และโปรแกรม Rainbow๕

๗.๒ โปรแกรม Thunderstorm Identification and Tracking Analysis and Nowcasting / the
Cartesian Interactive Data Display (TITAN /CIDD)

๗.๓ เครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติแบบถ้วยกระดก (Tipping Bucket Rain-gauge) ยี่ห้อ THEODOR
FRIEDRICH Model ๗๐๕๒.๐๑๐๐ BGwith Dada Logger ผลิตภัณฑ์ของประเทศเยอรมัน จำนวน ๕๐
สถานี (กรมฝนหลวงและการบินเกษตร) และจากระบบข้อมูลน้ำฝนโทรมาตร ของกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน
๑๑๒ สถานี

๗.๔ โปรแกรม Java Applications บน NetBeansIDE เวอร์ชัน ๘.๐ และ Java ๑.๗.๐_๕๕

๗.๕ โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล MySQL เซิร์ฟเวอร์เวอร์ชัน ๕.๕.๑๗ (DB) ใช้สำหรับการการนำเข้า
และการจัดการฐานข้อมูลความเข้มฝน (R) และค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) รวมทั้งใช้สำหรับการจับคู่
(Mapping) ระหว่างข้อมูลความเข้มฝน (R) และค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z)

๗.๖ โปรแกรม ArcGIS ๑๐.๔ for Desktop Version ๑๐.๔.๕๕๒๔

๘.ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

๘.๑ ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์ตรวจอากาศจากวารสาร
วิชาการที่ตีพิมพ์ทั้งในและต่างประเทศ

๘.๒ รวบรวมข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) ที่ตรวจวัดได้จากสถานีเรดาร์ฝนหลวงสตึกใน
วันที่ข้อมูลมีความสมบูรณ์และมีฝนตกระหว่างมีนาคม ๒๕๕๖ ถึงสิงหาคมพ.ศ. ๒๕๕๗ ในรูปแบบ Volume
files (Gematronik volume file format)

..... ๘.๓. การแปลงข้อมูลเรดาร์ Volume files ด้วยโปรแกรม TITAN เป็นรูปแบบ Meteorological Data Volume (MDV) บนระบบพิกัดแบบค่าที่เขียน

..... ๘.๔. พัฒนาโปรแกรมในการอ่านข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) จากข้อมูลการตรวจวัดเชิงปริมาตรแบบ MDV files เทียบกับจุดติดตั้งสถานีวัดน้ำฝน

..... ๘.๕. กำหนดจุดติดตั้งและสอบเทียบสถานีวัดฝนของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรโดยทำการติดตั้งในรัศมีทำการ ๒๕๐ กิโลเมตรและลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลในวันที่มีฝนตกระหว่างเดือนมีนาคมถึงกันยายน พ.ศ. ๒๕๕๗

..... ๘.๖. รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนภายใต้รัศมีทำการของเรดาร์ฝนหลวงสถิติ ๑๖๐ กิโลเมตรของกรมอุตุนิยมวิทยา ในปี พ.ศ. ๒๕๕๗

..... ๘.๗. พัฒนาโปรแกรมเพื่อประมวลผลการอ่านค่าปริมาณน้ำฝนและแปลงข้อมูลน้ำฝนสะสมเป็นรายคาบทุก ๑ ชั่วโมง

..... ๘.๘. การจัดการฐานข้อมูลสำหรับการจับคู่ Z - R และการคัดแยกข้อมูลสำหรับการสอบเทียบและทวนสอบและการวิเคราะห์หาความสูงตรวจวัดที่เหมาะสมสำหรับใช้ประเมินฝนจากสถานีเรดาร์ฝนหลวงสถิติ

..... ๘.๙. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน (R) และค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z)

..... ๘.๑๐. ศึกษาความคลาดเคลื่อนของการประเมินฝนที่ได้จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน (R) และค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) และประเมินค่าความลำเอียงของฝนจากเรดาร์ (อัตราส่วน G/R) เมื่อเปรียบเทียบกับฝนจากสถานีวัดน้ำฝน

..... ๘.๑๑. เสนอสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน (R) และค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) ที่เหมาะสมในการประเมินฝนสถานีเรดาร์ฝนหลวงสถิติ

..... ๘.๑๒. ทดสอบความเชื่อมั่นทางสถิติและความถูกต้องของแบบจำลองในการประเมินปริมาณฝน

..... ๘.๑๓. การแสดงผลการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์บนหน้าจอบนระบบข้อมูลสารสนเทศกรมฝนหลวงและการบินเกษตร

..... ๘.๑๔. สรุปผลการศึกษาและเสนอข้อคิดเห็น

..... ๘.๑๕. จัดทำรายงานผลการวิจัยและบทความวิจัยเผยแพร่

๙. ผลการการศึกษา

..... ๙.๑. ผลการตรวจสอบข้อมูลเรดาร์สถิติที่ระดับความสูงต่างๆ

..... การศึกษานี้ได้ทำการคัดเลือกข้อมูลที่ระดับความสูงใกล้พื้นดิน เนื่องจากทำให้ได้ข้อมูลการตรวจวัดครอบคลุมกลุ่มฝนที่มากกว่า โดยกำหนดให้ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ (Z) ที่สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดฝนจากสถานีวัดน้ำฝนอยู่ภายในรัศมีการทำงานของเรดาร์ที่ระยะไม่เกิน ๑๖๐ กิโลเมตร ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงทำการคัดเลือกข้อมูลเรดาร์ที่ระดับความสูง ตั้งแต่ ๑.๐, ๑.๗๕, ๒.๕ และ ๓.๒๕ กิโลเมตร มาทำการวิเคราะห์หาความสูงที่เหมาะสมและสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและค่าพารามิเตอร์ Z ด้วยสมการ $R(Z)$ ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประเมินฝนสำหรับสถานีเรดาร์ฝนหลวงสถิติ โดยในการศึกษาใช้หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกค่าพารามิเตอร์ Z ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์เช่นเดียวกับเงื่อนไขของ

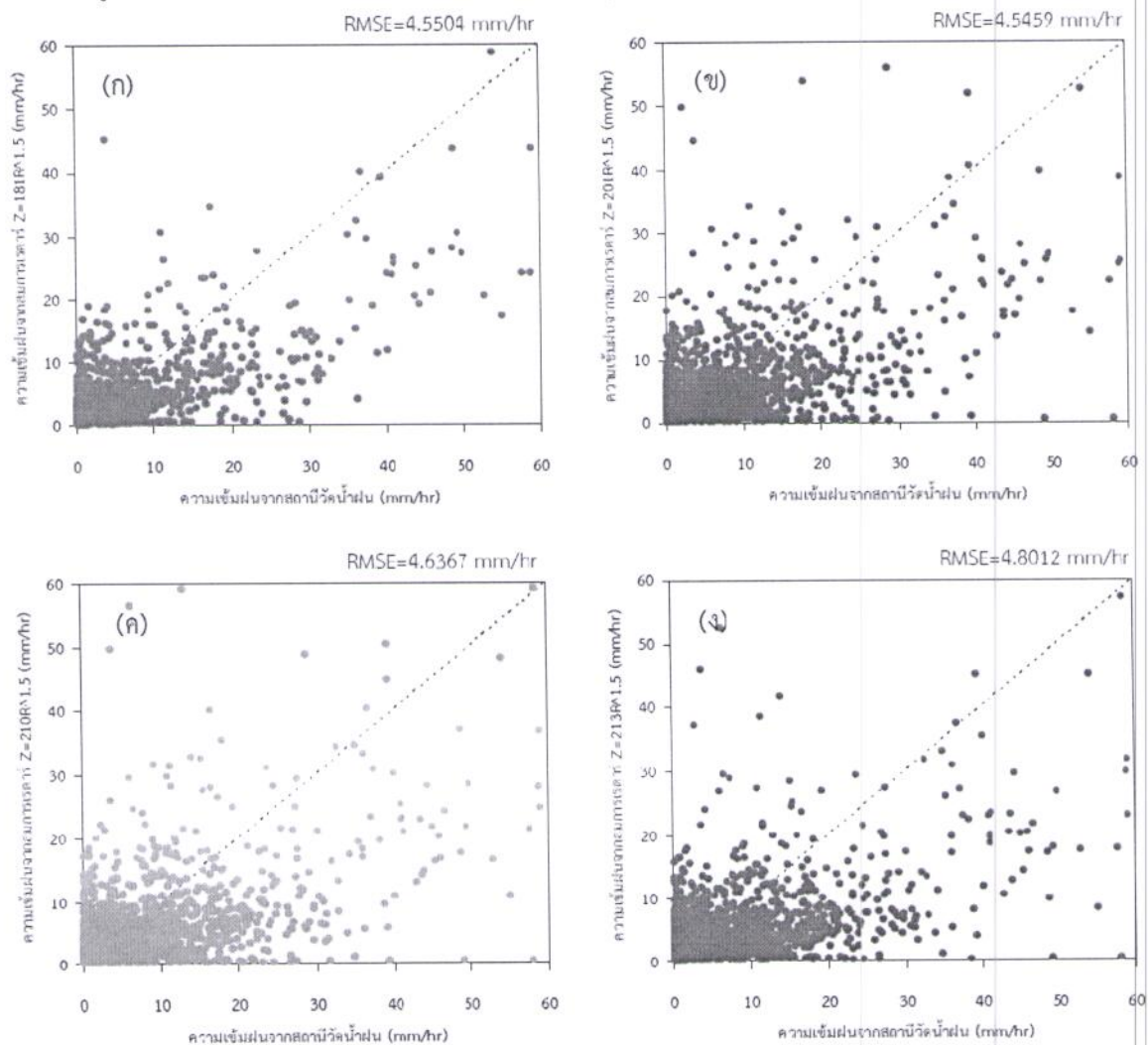
๙.๒ เหตุการณ์ฝนทั้งหมดของข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ (Z) ที่สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ในวันที่มีฝนตกจะนำมาใช้ในการสอบเทียบ (Calibration) เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและค่าพารามิเตอร์ Z เพื่อใช้ในการประเมินฝนผลการคัดเลือกความสูงและสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมสำหรับการประเมินฝนสถานีเรดาร์ฝนหลวงสถิติ พิจารณาจากค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองที่น้อยที่สุด (Root Mean Square Error: RMSE) ระหว่างฝนเรดาร์ที่ประเมินจากสมการ $R(Z)$ ในแต่ละความสูงที่ทำการตรวจวัดเทียบกับปริมาณฝนที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งการตรวจวัดที่สอดคล้องกันของเหตุการณ์สอบเทียบตารางที่ ๙.๑ เปรียบเทียบค่า RMSE สมการ $R(Z)$ เหตุการณ์สอบเทียบที่ระดับความสูง ๑.๐, ๑.๗๕, ๒.๕ และ ๓.๒๕ กิโลเมตรของเหตุการณ์

ฝนทั้งหมดของข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ (Z) ที่สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรในวันที่มีฝนตก ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

ตารางที่ ๙-๑ เปรียบเทียบค่า RMSE สมการ $R(Z)$ เหตุการณ์สอบเทียบที่ระดับความสูง ๑.๐, ๑.๗๕, ๒.๕ และ ๓.๒๕ กิโลเมตร ของเหตุการณ์ฝนทั้งหมดของข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ (Z) ที่สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ในวันที่มีฝนตก ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗

ระดับความสูง (กิโลเมตร)	จำนวนคู่ Z-R	สมการ Z-R	RMSE (mm/hr)
1.0	3,518	$181R^{1.5}$	4.5504
1.75	6,094	$201R^{1.5}$	4.5459
2.5	6,121	$210R^{1.5}$	4.6367
3.25	6,044	$213R^{1.5}$	4.8012

ผลจากการวิเคราะห์การประเมินฝนโดยใช้สมการ $R(Z)$ ที่ระดับความสูง ๑.๐, ๑.๗๕, ๒.๕ และ ๓.๒๕ กิโลเมตร พบว่าการประเมินฝนโดยใช้สมการ $R(Z)$ ที่ระดับความสูง ๑.๗๕ กิโลเมตร ให้ค่า RMSE ของเหตุการณ์สอบเทียบน้อยที่สุด (ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ ๙-๑) และให้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนเรดาร์ของเหตุการณ์สอบเทียบที่ประเมินได้มีค่าใกล้เคียงกับความเข้มฝนจากสถานีวัดน้ำฝนมากกว่าที่ระดับความสูง ๑.๐, ๒.๕ และ ๓.๒๕ กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ ๙-๑



รูปที่ ๙-๑ ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นที่ประเมินได้จากสมการเรดาร์ที่ระดับความสูง (ก) ๑.๐, (ข) ๑.๗๕, (ค) ๒.๕ และ (ง) ๓.๒๕ กิโลเมตร กับค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝน ณ ตำแหน่งการตรวจวัดที่สอดคล้องกันสำหรับเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการสอบเทียบ (Calibration) ปี พ.ศ. ๒๕๕๗

จากผลลัพธ์ที่กล่าวมาในช่วงต้นสามารถสรุปได้ว่าที่ระดับความสูง ๑.๗๕ กิโลเมตร จากพื้นดิน เป็นระดับความสูงของการตรวจวัดที่เหมาะสมที่สุดของสถานีเรดาร์ฝนหลวงสถิติซึ่งข้อมูลเรดาร์สถิติที่ระดับความสูง ๑.๗๕ กิโลเมตร จะถูกนำไปใช้ในการหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าพารามิเตอร์ Z ที่เหมาะสมที่จะใช้ในการประเมินฝนสถานีเรดาร์ฝนหลวงสถิติต่อไป

๙.๒ ผลการวิเคราะห์สมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าพารามิเตอร์ Z

โครงการวิจัยฯ ได้ทำการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและค่าพารามิเตอร์ Z ที่เหมาะสม ในการประเมินฝนสำหรับสถานีเรดาร์สถิติ ในวันที่มีฝนตกโดยค่าพารามิเตอร์ Z ที่นำมาใช้ในการศึกษาซึ่งได้จากข้อมูล Volume Files ของเรดาร์สถิติและนำไปใช้ร่วมกับข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรเพื่อวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ $R(Z)$ ที่ทำให้ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (RMSE) ระหว่างปริมาณฝนจากเรดาร์และปริมาณฝนจากสถานีวัดน้ำฝนซึ่งตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สอดคล้องกันมีค่าน้อยที่สุด รายละเอียดผลการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ $R(Z)$ มีดังต่อไปนี้

ในการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ $R(Z)$ สำหรับสถานีเรดาร์ฝนหลวงเรดาร์สถิติเพื่อใช้ในการประเมินฝนสามารถวิเคราะห์ได้จาก สมการที่ ๕-๑

$$Z = aR^b \quad (๙-๑)$$

เมื่อ Z คือ ค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ในแนวนอน (mm^6/m^3)

R คือ ความเข้มข้นจากเรดาร์ (mm/hr)

จากการศึกษาของกรมฝนหลวงและการบินเกษตร (๒๕๕๖) พบว่าค่าพารามิเตอร์ a และ b ของสมการความสัมพันธ์ $R(Z)$ โดยใช้ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์หลายๆปีที่ได้จากการตรวจวัดโดยเครื่องมือ Disdrometer พบว่าค่าพารามิเตอร์ b ที่เหมาะสมที่จะเป็นตัวแทนของสมการ $R(Z)$ คือ $b = ๑.๕$ (Doelling et al., ๑๙๙๘; Steiner and Smith, ๒๐๐๐; Hagen และ Yuter, ๒๐๐๓) และจากการศึกษาของ Seed et al., (๒๐๐๒) พบว่าพารามิเตอร์ b ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า RMSE ระหว่างฝนจากเรดาร์และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนมากนัก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้สำหรับสมการ $R(Z)$ จะพิจารณาใช้ค่า b คงที่เท่ากับ ๑.๕ และทำการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ a ที่ทำให้ค่า RMSE ระหว่างฝนจากเรดาร์และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนมีค่าน้อยที่สุดในการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ $R(Z)$ จำเป็นต้องมีการกำหนด dBZ Threshold ที่เหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนของข้อมูลการสะท้อนกลับของเรดาร์ที่ไม่ได้เกิดจากฝนจากการศึกษาของ Fulton et al. (๑๙๘๘) ได้พิจารณาใช้เฉพาะค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ที่มากกว่า ๑๕ dBZ เพื่อหลีกเลี่ยงความคลาดเคลื่อนของข้อมูลการสะท้อนกลับของเรดาร์ที่ไม่ได้เกิดจากฝนและผลกระทบจากสัญญาณเรดาร์ที่เกิดจากลูกเห็บ ในกรณีที่ค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์มีค่ามากกว่า ๕๓ dBZ ดังนั้นการศึกษานี้จึงได้พิจารณาใช้หลักเกณฑ์ของ Fulton ร่วมกับการพิจารณาใช้ค่าปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนที่มากกว่า ๑.๑ mm/hr (ค่า Gauge Resolution) เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝน ในกรณีของการตรวจวัดปริมาณฝนที่มีค่าน้อยกว่า Gauge Resolution ในการคัดเลือกข้อมูลคู่ความสัมพันธ์ $Z-R$ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาสมการ $R(Z)$ ผลการสอบเทียบเพื่อหาพารามิเตอร์ a สำหรับเหตุการณ์ฝนในวันที่มีฝนตกปี พ.ศ. ๒๕๕๗ จำนวน ๑๐๕ เหตุการณ์ (เหตุการณ์ฝนทั้งหมดของข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ (Z) ที่

สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมฝนหลวงและการบินเกษตร) ที่ระดับความสูง ๑.๗๕ กิโลเมตรในวันที่มีฝนตก ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ พบว่าสมการ $R(Z)$ ที่เหมาะสมสำหรับ สถานีเรดาร์ฝนหลวงสัดหีบคือ $Z = 200R^{1.5}$ โดยมีค่า $RMSE = 4.5459$ mm/hr และเมื่อนำสมการ $R(Z)$ ที่ ได้จากการศึกษาไปทวนสอบความเชื่อมั่นกับข้อมูลเหตุการณ์ฝนทั้งหมดของข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ (Z) ที่ สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ระดับความสูง ๑.๗๕ กิโลเมตรใน วันที่มีฝนตกระหว่างเดือนมีนาคมถึงสิงหาคมพ.ศ. ๒๕๕๗ จำนวน ๑๐๖ เหตุการณ์ค่า $RMSE$ ที่ได้มีค่าเท่ากับ ๖.๙๙๔ mm/hr.....

๙.๓ การคัดเลือกสมการการประเมินฝนที่เหมาะสมสำหรับสถานีเรดาร์ฝนหลวงสัดหีบ.....

การคัดเลือกสมการการประเมินฝนที่เหมาะสมสำหรับสถานีเรดาร์ฝนหลวงสัดหีบ ได้พิจารณา จากค่า $RMSE$ ระหว่างฝนจากเรดาร์และฝนจากสถานีวัดน้ำฝนสำหรับเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์ พารามิเตอร์ของสมการ $R(Z)$ และเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการทวนสอบความเชื่อมั่นในการประยุกต์ใช้สมการต่างๆ โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้เพื่อคัดเลือกสมการการประเมินฝนที่เหมาะสมสำหรับเรดาร์สัดหีบมีดังต่อไปนี้ (กรมฝนหลวงและการบินเกษตร, ๒๕๕๗)

๑) สมการการประเมินฝนที่เหมาะสมสำหรับเรดาร์สัดหีบจะต้องทำให้ได้ค่า $RMSE$ ของการ สอบเทียบและทวนสอบน้อยที่สุดโดยเปรียบเทียบค่า $RMSE$ ของสมการ $R(Z)$ กับสมการ $Z = 200R^{1.5}$ และ $Z = 300R^{1.4}$

๒) ในกรณีที่ไม่เป็นไปตามข้อที่ ๑) ให้พิจารณาว่าสมการ $R(Z)$ ที่เหมาะสมคือสมการที่ทำให้ ค่า $RMSE$ ของเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการทวนสอบมีค่าน้อยที่สุดจากหลักเกณฑ์ข้างต้นทำให้สามารถสรุปสมการ ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการประเมินฝนของสถานีเรดาร์ฝนหลวงสัดหีบ ได้ดังตารางที่ ๙-๒.....

ตารางที่ ๙-๒ ผลการวิเคราะห์สมการความสัมพันธ์ในการประเมินฝนของสถานีเรดาร์ฝนหลวงสัดหีบ.....

เหตุการณ์	ระดับความสูง (กิโลเมตร)	จำนวนคู่ Z-R (N_{ZR})	RMSE (mm/hr)		
			$Z = 200R^{1.5}$	$Z = 300R^{1.4}$	$Z = 200R^{1.6}$
สอบเทียบ ข้อมูลน้ำฝน DRRAA ปี พ.ศ.๒๕๕๗ ๑๐๕ เหตุการณ์	๑.๐๐	๔๗๖	๔.๕๖๔	๔.๖๙๐	๔.๖๔๓
	๑.๗๕	๗๓๑	๔.๕๔๖	๔.๖๓๕	๔.๕๖๘
	๒.๕	๗๓๔	๔.๖๓๙	๔.๗๒๐	๔.๖๓๗
	๓.๒๕	๗๔๑	๔.๘๐๕	๔.๙๐๗	๔.๗๗๕
	All	๒,๖๘๒	๔.๖๔๘	๔.๗๔๔	๔.๖๕๗
ทวนสอบ ข้อมูลน้ำฝน MET ปี พ.ศ.๒๕๕๗ ๑๐๖ เหตุการณ์	๑.๐๐	๑,๒๙๕	๗.๑๑๒	๗.๒๑๔	๗.๑๓๒
	๑.๗๕	๔,๐๗๖	๖.๙๙๔	๗.๐๙๗	๗.๐๑๖
	๒.๕	๔,๐๗๓	๖.๙๘๘	๗.๐๙๑	๗.๐๐๙
	๓.๒๕	๓,๙๙๓	๗.๐๑๒	๗.๑๑๙	๗.๐๓๓
	All	๑๓,๔๓๗	๗.๐๐๙	๗.๑๑๓	๗.๐๓๐

จากตารางที่ ๙-๒ จะเห็นได้ว่าการประเมินฝนโดยใช้สมการ $R(Z)$ ให้ผลการประเมินฝนที่มี ความถูกต้องมากที่สุดเมื่อเทียบกับการประเมินฝนด้วยสมการ $Z = 200R^{1.5}$ และ $Z = 300R^{1.4}$ ที่กรมฝนหลวง และการบินเกษตรใช้อยู่ในปัจจุบันโดย พบว่า.....

การประเมินฝนโดยใช้สมการ $Z = 200R^{1.5}$ ให้ผลการประเมินฝนที่มีความถูกต้องมากกว่าการ ประเมินฝนด้วย สมการ $Z = 200R^{1.6}$ และ $Z = 300R^{1.4}$ เนื่องจากค่า $RMSE$ ที่ได้จากการประเมินฝนโดยใช้

สมการ $R(Z)$ สำหรับเหตุการณ์สอเทียบและเหตุการณ์ทวนสอบที่ทุกระดับความสูงมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าทั้งสองกรณี อย่างไรก็ตามสมการ $R(Z)$ ที่ได้จากการศึกษานี้จะต้องมีการตรวจสอบความเชื่อมั่น เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในการใช้สมการดังกล่าวในการประเมินฝนในพื้นที่ศึกษาต่อไป

๙.๔ ผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นสมการการประเมินฝนที่เหมาะสมสำหรับสถานีเรดาร์ฝนหลวง สัตหีบ

การตรวจสอบความเชื่อมั่นของการประยุกต์ใช้สมการการประเมินฝนที่ได้จากการศึกษาทำได้โดยการพิจารณาผลการวิเคราะห์ข้อมูลเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการสอเทียบเพื่อหาสมการความสัมพันธ์ $R(Z)$ และเหตุการณ์ฝนที่ใช้ทวนสอบ (Verification) ความเชื่อมั่นในการประยุกต์ใช้สมการ $R(Z)$ ในการประเมินฝน ซึ่งรายละเอียดของการตรวจสอบความเชื่อมั่นในการใช้สมการที่เสนอแนะ มีดังต่อไปนี้

๑) เปรียบเทียบความเข้มฝนจากเรดาร์ที่ได้จากการใช้สมการ $R(Z)$ ในการประเมินฝนกับความเข้มฝนจากสถานีวัดน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรสำหรับเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการสอเทียบในวันที่มีฝนตก ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ ดังแสดงในรูปที่ ๙-๒ และเหตุการณ์ฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการทวนสอบในวันที่มีฝนตก ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ ดังแสดงในรูปที่ ๙-๓

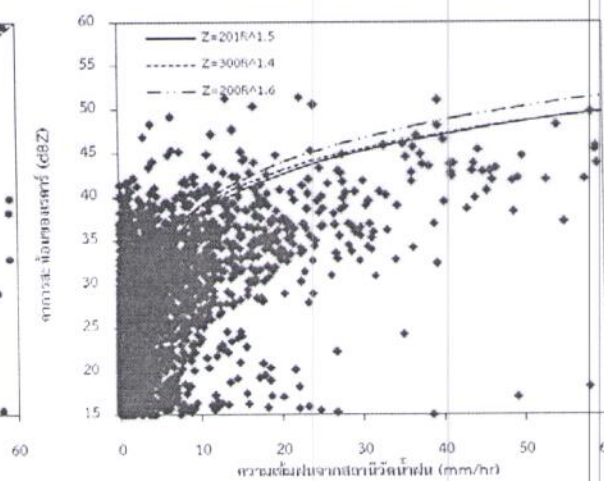
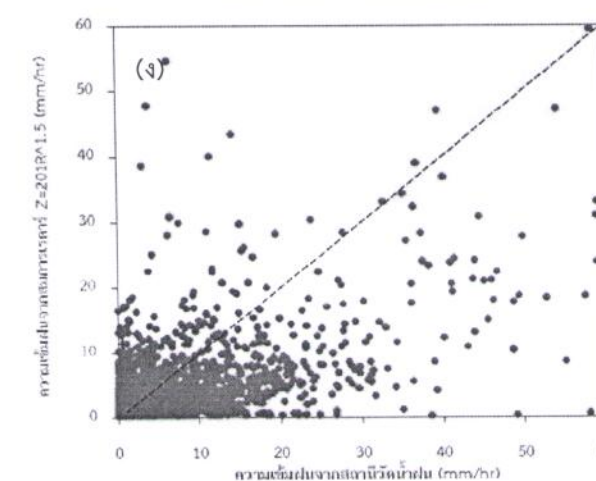
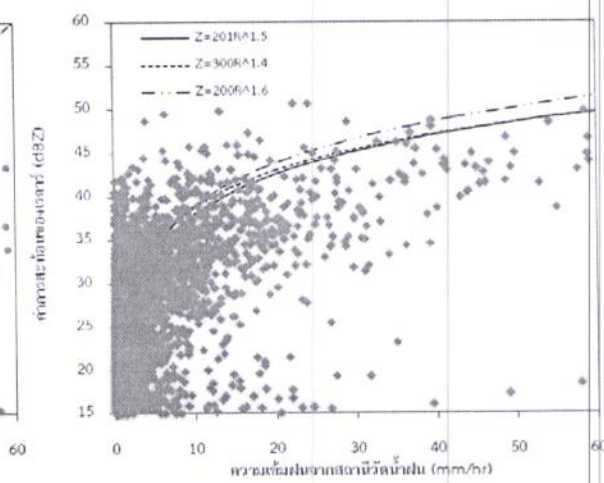
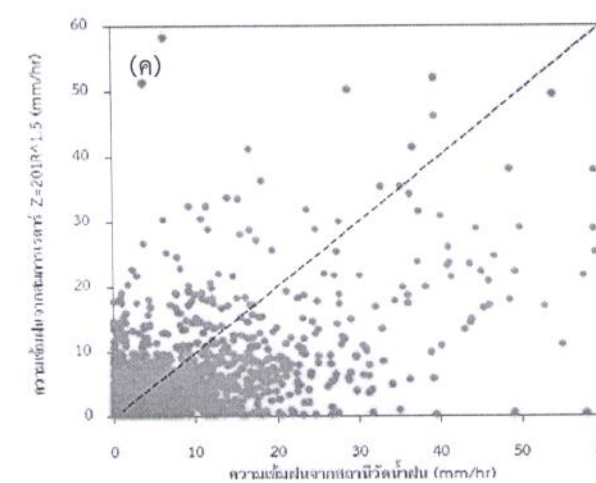
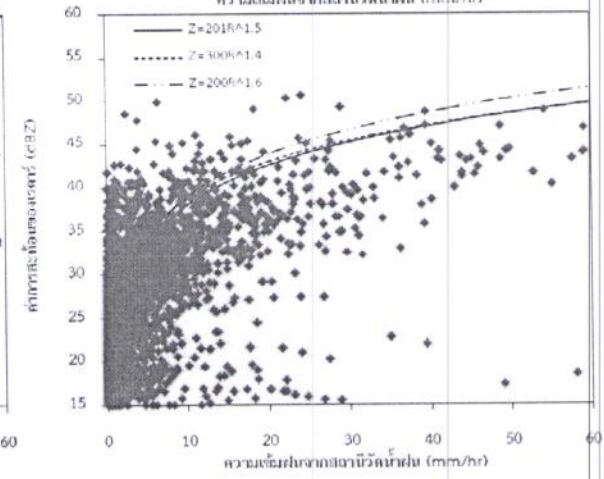
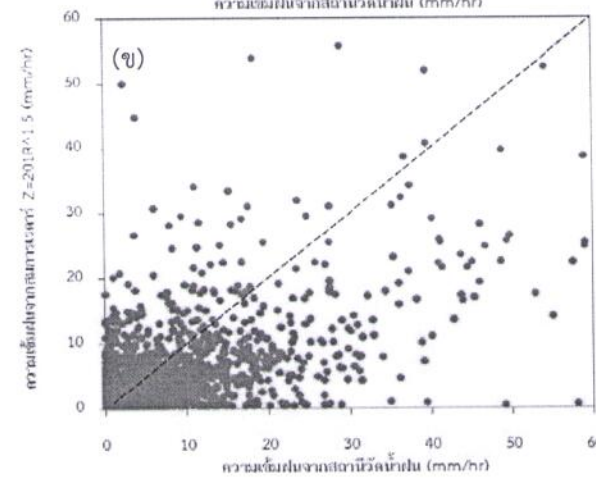
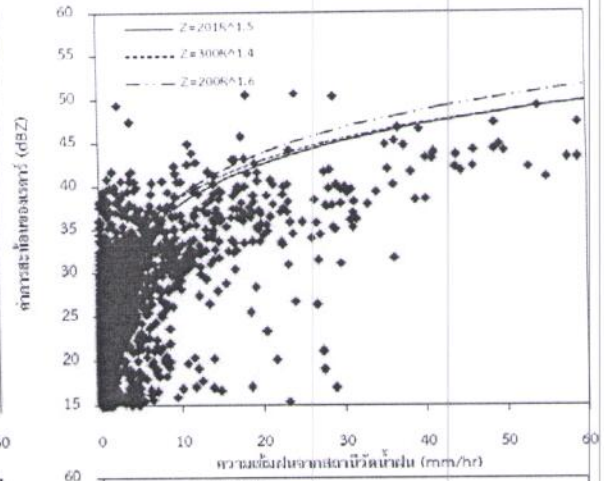
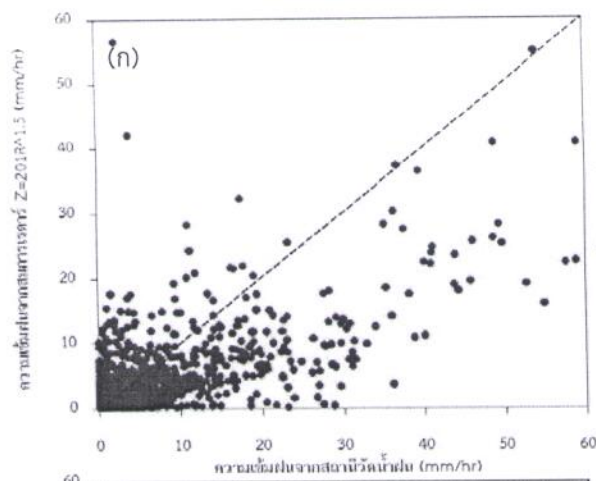
๒) เปรียบเทียบค่าความลำเอียงของฝนจากเรดาร์ที่ได้จากการใช้สมการ $R(Z)$, $Z = 200R^{0.6}$ และ $Z = 300R^{0.4}$ กับฝนจากสถานีวัดน้ำฝน (อัตราส่วน G/R) ดังแสดงในตารางที่ ๙-๓

๓) เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นของการใช้สมการการประเมินฝน $R(Z)$ เทียบกับสมการ $Z = 200R^{0.6}$ และ $Z = 300R^{0.4}$ ดังแสดงในตารางที่ ๙-๔

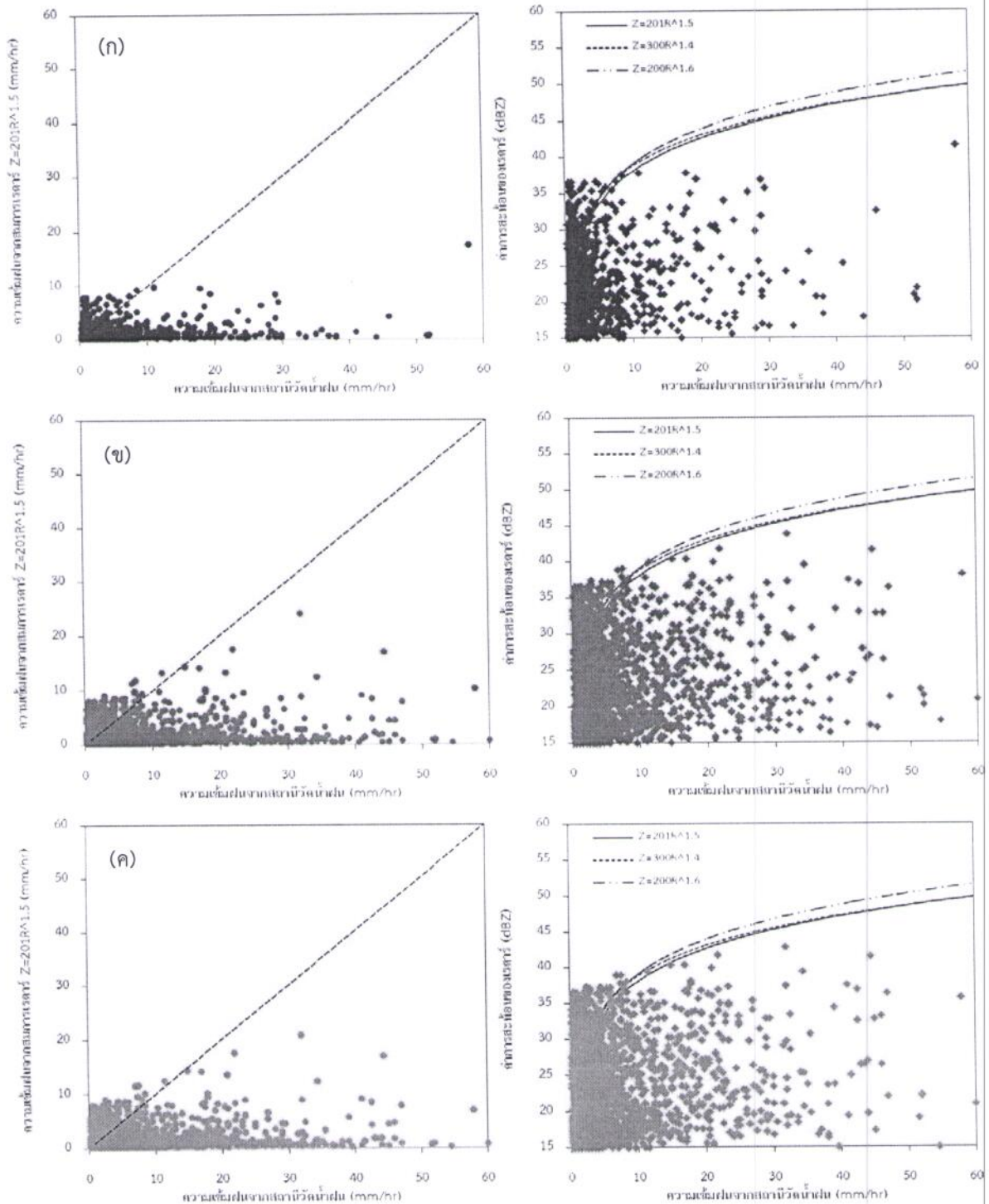
ตารางที่ ๙-๓ การเปรียบเทียบอัตราส่วน G/R ที่ได้จากสมการความสัมพันธ์ในการประเมินฝนของสถานีเรดาร์ ฝนหลวง สัตหีบ

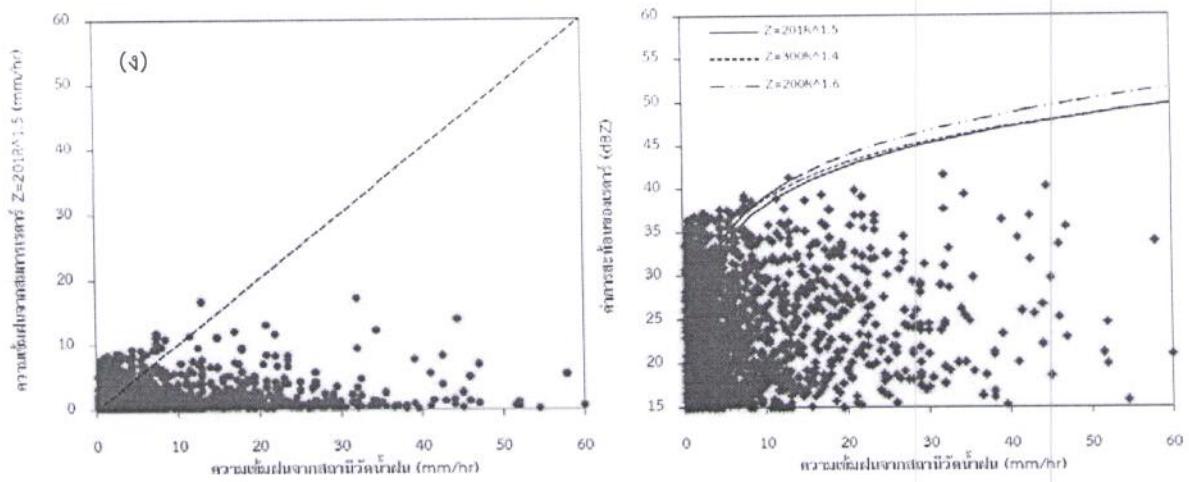
เหตุการณ์	ระดับความสูง (กิโลเมตร)	จำนวนคู่ $Z-R$ (N_{ZR})	G/R		
			$Z = 200R^{0.6}$	$Z = 300R^{0.4}$	$Z = 200R^{0.6}$
สอเทียบ ข้อมูลน้ำฝน DRRAA ปี พ.ศ. ๒๕๕๗ ๑๐๕ เหตุการณ์	๑.๐๐	๔๗๖	๑.๒๑๗	๑.๔๔๐	๑.๓๓๔
	๑.๗๕	๗๓๑	๑.๑๙๐	๑.๔๐๗	๑.๓๐๖
	๒.๕	๗๓๔	๑.๑๘๙	๑.๔๐๔	๑.๓๐๗
	๓.๒๕	๗๔๑	๑.๒๔๑	๑.๔๗๒	๑.๓๕๙
	All	๒,๖๘๒	๑.๒๐๘	๑.๔๒๙	๑.๓๒๕
ทวนสอบ ข้อมูลน้ำฝน MET ปี พ.ศ. ๒๕๕๗ ๑๐๖ เหตุการณ์	๑.๐๐	๑,๒๙๕	๓.๒๓๒	๔.๑๐๔	๓.๓๔๖
	๑.๗๕	๔,๐๗๖	๒.๙๐๙	๓.๖๖๒	๓.๐๓๓
	๒.๕	๔,๐๗๓	๒.๙๐๕	๓.๖๕๘	๓.๐๒๘
	๓.๒๕	๓,๙๙๓	๒.๙๗๒	๓.๗๔๙	๓.๐๙๔
	All	๑๓,๔๓๗	๒.๙๕๕	๓.๗๒๖	๓.๐๗๘

จากตารางที่ ๙-๓ สามารถยืนยันได้ว่าค่า G/R ที่ได้จากการใช้สมการ $R(Z)$ มีค่าใกล้เคียง ๑ มากกว่า G/R ที่ได้จากการใช้สมการ $Z = 200R^{0.6}$ และ $Z = 300R^{0.4}$ ทั้งในกรณีของเหตุการณ์ฝนที่ใช้ในการสอเทียบและทวนสอบ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นในการประเมินฝนจากเรดาร์ด้วยสมการ $R(Z)$ มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นสูงสุด เมื่อเทียบกับการประเมินฝนจากเรดาร์ด้วยสมการ $Z = 200R^{0.6}$ และ $Z = 300R^{0.4}$ ดังแสดงในตารางที่ ๙-๔



รูปที่ ๙-๒ แสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์สอบเทียบที่ระดับความสูง (ก) ๑.๐, (ข) ๑.๗๕, (ค) ๒.๕ และ (ง) ๓.๒๕ กิโลเมตร (ซ้าย) เปรียบเทียบค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (dBZ) กับความเข้มฝนจากเรดาร์จากสมการต่างๆ $Z=201R^{0.5}$, $Z=200R^{0.6}$ และ $Z=300R^{0.4}$ (mm/hr) กับความเข้มฝนจากสถานีวัดฝน (mm/hr) (ขวา)





รูปที่ ๙-๓ แสดงความสัมพันธ์ของเหตุการณ์ทวนสอบที่ระดับความสูง (ก) ๑.๐, (ข) ๑.๗๕, (ค) ๒.๕ และ (ง) ๓.๒๕ กิโลเมตร (ซ้าย) เปรียบเทียบค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (dBZ) กับความเข้มฝนจากเรดาร์จากสมการต่างๆ $Z=201R^{1.5}$, $Z=300R^{1.4}$ และ $Z=300R^{1.6}$ (mm/hr) กับความเข้มฝนจากสถานีวัดฝน (mm/hr) (ขวา)

ตารางที่ ๙-๔ ผลเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของสมการความสัมพันธ์ในการประเมินฝนของสถานีเรดาร์ฝนหลวง สัตหีบ เมื่อเทียบกับสมการ $Z=200R^{1.6}$ และ $Z=300R^{1.4}$

สมการประเมิน ฝน	เหตุการณ์	ระดับความสูง (กิโลเมตร)	เปอร์เซ็นต์ (%) ความ ถูกต้องที่เพิ่มขึ้นเมื่อ เทียบกับสมการ $Z=300R^{1.4}$		เปอร์เซ็นต์ (%) ความ ถูกต้องที่เพิ่มขึ้นเมื่อ เทียบกับสมการ $Z=200R^{1.6}$	
			RMSE	G/R	RMSE	G/R
$Z=201R^{1.5}$	สอบเทียบ ข้อมูลน้ำฝน DRRAA ปีพ.ศ.๒๕๕๗ ๑๐๕ เหตุการณ์	๑.๐๐	๒.๘	๑๘.๓	๑.๗	๙.๖
		๑.๗๕	๒.๐	๑๘.๒	๐.๕	๙.๗
		๒.๕	๑.๗	๑๘.๑	๐.๐	๙.๙
		๓.๒๕	๒.๑	๑๘.๖	-๐.๖	๙.๕
		All	๒.๑	๑๘.๓	๐.๒	๙.๗
	ทวนสอบ ข้อมูลน้ำฝน MET ปี พ.ศ.๒๕๕๗ ๑๐๖ เหตุการณ์	๑.๐๐	๑.๔	๒๗.๐	๐.๓	๓.๕
		๑.๗๕	๑.๕	๒๕.๙	๐.๓	๔.๓
		๒.๕	๑.๕	๒๕.๙	๐.๓	๔.๒
		๓.๒๕	๑.๕	๒๖.๑	๐.๓	๔.๑
		All	๑.๕	๒๖.๑	๐.๓	๔.๒

ผลการศึกษาสรุปได้ว่าการประเมินฝนโดยใช้สมการ $R(Z)$ ให้ผลการประเมินฝนเรดาร์ที่มีความถูกต้องมากกว่าการใช้สมการอื่นๆ ดังนั้น สมการ $R(Z)$ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินปริมาณฝนจากการปฏิบัติการฝนหลวงและสามารถนำไปแสดงผลความเข้มฝนที่ประเมินได้จากเรดาร์สำหรับสถานีเรดาร์ฝนหลวงสัตหีบต่อไป

๑๐. สรุปผลการการศึกษา

๑๐.๑ การวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความเข้มฝนและค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ โดยการหาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ที่เหมาะสมในการ

ประเมินฝนสำหรับสถานีเรดาร์สดหีบ ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) ที่เลือกในกริดข้อมูลเดียวกันกับ สถานีวัดน้ำฝนณช่วงเวลาเดียวกันที่ระดับความสูงที่เหมาะสมและต้องเป็นระดับความสูงในการตรวจวัดฝนที่ เรดาร์สามารถตรวจวัดได้ใกล้เคียงกับฝนที่ตรวจวัดโดยสถานีวัดน้ำฝนมากที่สุดและสามารถหลีกเลี่ยงสัญญาณ ที่เกิดจากการสะท้อนจากพื้นดิน (Ground Clutters) ในระดับต่ำได้เนื่องจากพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นพื้นที่ราบลุ่มสลับแนวเขาโดยใช้ข้อมูลเหตุการณ์ฝน แบ่งเป็น ๒ กลุ่ม

๑) กลุ่มแรก คือ ข้อมูลเหตุการณ์ฝนที่นำมาใช้ในการสอบเทียบ (Calibration) ใช้สำหรับการ หาสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและค่าพารามิเตอร์ Z เพื่อใช้ในการประเมินฝนซึ่งประกอบไปด้วย เหตุการณ์ฝนทั้งหมดของข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ (Z) ที่สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดฝนจากสถานีวัดน้ำฝนของ กรมฝนหลวงและการบินเกษตร ในวันที่มีฝนตก ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ จำนวน ๑๐๕ เหตุการณ์

๒) กลุ่มที่สอง คือ ข้อมูลเหตุการณ์ฝนที่นำมาใช้ในการทวนสอบ (Verification) เพื่อนำมา ทวนสอบความเชื่อมั่นในการประยุกต์ใช้สมการการประเมินฝนจากข้อมูลในกลุ่มแรกข้อมูลเหตุการณ์ฝนที่เลือก ได้แก่ เหตุการณ์ฝนทั้งหมดของข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ (Z) ที่สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดฝนจากสถานีวัด น้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาในวันที่มีฝนตก ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงสิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๗ จำนวน ๑๐๖ เหตุการณ์ โดยสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ในวันที่มีฝนตก สำหรับสถานีเรดาร์สดหีบได้แก่สมการ $R(Z)$ คือ $Z=200R^{0.4}$ โดยในการวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์จาก การกำหนดเงื่อนไขในการพิจารณา ดังนี้

- ค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) มีค่าอยู่ในช่วง $15 \text{ dBZ} \leq Z \leq 53 \text{ dBZ}$ โดยถ้า $Z > 53 \text{ dBZ}$ จะถูกกำหนดให้เท่ากับ 53 dBZ

- ความเข้มฝน (R) ที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนต้องมีความมากกว่าหรือเท่ากับ Gauge Resolution คือ $R \geq 0.1 \text{ mm/hr}$

๑๐.๒ การศึกษาความคลาดเคลื่อนของการประเมินฝนที่ได้จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้ม ฝนและค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ พบว่าการประเมินฝนโดยใช้สมการ $R(Z)$ หรือ $Z=200R^{0.4}$ ให้ค่า ความคลาดเคลื่อนในการประเมินฝนน้อยกว่าการประเมินฝนโดยใช้สมการ $Z=200R^{0.6}$ และ $Z=300R^{0.4}$ ที่กรมฝนหลวงและการบินเกษตรใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยมีค่า RMSE น้อยที่สุดและค่า G/R ใกล้เคียง ๑ มากที่สุด ทั้งเหตุการณ์สอบเทียบและเหตุการณ์ทวนสอบ

๑๐.๓ การคัดเลือกสมการการประเมินฝนที่เหมาะสมสำหรับสถานีเรดาร์ฝนหลวงสดหีบได้พิจารณา จากค่า Root Mean Square Error (RMSE) ของการประเมินฝนเรดาร์จากสมการ $R(Z)$ สำหรับเหตุการณ์ฝน ที่ใช้ในการสอบเทียบและทวนสอบที่น้อยที่สุด ซึ่งมีรายละเอียดของผลการศึกษา ดังนี้

๑) การประเมินฝนโดยใช้สมการ $R(Z)$ ให้ผลการประเมินฝนที่มีความถูกต้องมากกว่าการ ประเมินฝนด้วยสมการ $Z=200R^{0.6}$ และ $Z=300R^{0.4}$ ที่กรมฝนหลวงและการบินเกษตรใช้อยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากค่า RMSE ที่ได้จากการประเมินฝน โดยใช้สมการ $R(Z)$ สำหรับเหตุการณ์สอบเทียบและเหตุการณ์ ทวนสอบมีค่าน้อยกว่าการประเมินฝนด้วย $Z=200R^{0.6}$ และ $Z=300R^{0.4}$

๒) เปอร์เซนต์ความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นในการประเมินฝนจากเรดาร์โดยใช้ สมการ $R(Z)$ มี เปอร์เซนต์ความถูกต้องที่เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเทียบกับการประเมินฝนจากเรดาร์ด้วยสมการ $Z=200R^{0.6}$ และ $Z=300R^{0.4}$

๑๑. ข้อเสนอแนะ

๑๑.๑ ระบบเรดาร์ตรวจอากาศที่ใช้งานควรมีการบำรุงรักษาระบบอย่างเป็นระบบเปิดใช้งานอย่าง ต่อเนื่อง ๒๔ ชั่วโมงและมีความเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ทั้งนี้เพื่อสร้างความต่อเนื่องในการพัฒนาระบบ การประเมินน้ำฝนและการใช้ประโยชน์จากการพยากรณ์ฝนทั้งการพยากรณ์แบบระยะสั้นและการพยากรณ์ แบบระยะปัจจุบัน (Nowcasting) ซึ่งจะเกิดประโยชน์ต่อการวางแผนปฏิบัติงานและการประเมินผลการ

ปฏิบัติการฝนหลวงในพื้นที่ได้รับประโยชน์จากการปฏิบัติการฝนหลวง รวมทั้งการเตือนภัยน้ำท่วมแบบฉับพลัน (Flash flooding) และการเตือนภัยสำหรับอากาศยานฝนหลวงในพื้นที่ภาคตะวันออก.....

.....๑๑.๒ กรมฝนหลวงและการบินเกษตรควรติดตั้งระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนด้วย Rain gauge แบบส่งข้อมูลอัตโนมัติ (Automatic telemetry system) เพื่อให้ข้อมูลมีความเป็นปัจจุบันและมีความต่อเนื่องเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาระบบการประเมินปริมาณน้ำฝน (Quantitative precipitation estimation; QPE) แบบ Real-time มากขึ้นรวมทั้งการนำปริมาณฝนที่ประเมินโดยเรดาร์มาใช้กับแบบจำลองทางอุทกวิทยาเพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้ฝนจากเรดาร์ต่อไป.....

.....๑๑.๓ กรมฝนหลวงและการบินเกษตรควรมีแนวทางในการพัฒนาระบบการประเมินปริมาณน้ำฝน (Quantitative precipitation estimation; QPE) แบบ Real-time เพื่อการนำไปใช้ประโยชน์สำหรับการประเมินปริมาณน้ำฝนการกระจายตัวเชิงพื้นที่รวมทั้งใช้สำหรับการพยากรณ์อากาศเพื่อช่วยในการปฏิบัติการฝนหลวงได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป.....

.....๑๑.๔ ข้อมูลภาพเรดาร์ที่เก็บอยู่บนระบบฐานข้อมูลของกรมสามารถนำมาใช้ในการศึกษาพฤติกรรมของสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ๆทำการตรวจวัดและใช้การศึกษาคุณลักษณะของกลุ่มฝนที่เกิดขึ้นในแต่ละท้องถิ่นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการช่วยในการวางแผนและการประเมินผลการปฏิบัติการฝนหลวงได้.....

๑๒. ประโยชน์ที่ได้รับ

.....๑๒.๑ การพัฒนาแบบจำลองการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ (Z-R Relationship) สามารถเพิ่มความถูกต้องของการคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนจากการปฏิบัติการฝนหลวงเชิงพื้นที่ในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทยและเพิ่มประสิทธิภาพระบบประเมินผลพื้นที่รับประโยชน์จากการปฏิบัติการฝนหลวงของกรมฝนหลวงและการบินเกษตร ที่สามารถแสดงและเข้าถึงประมวผลได้ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....

.....๑๒.๒ ได้องค์ความรู้ด้านเมฆฟิสิกส์ (Cloud Microphysics) และพฤติกรรมที่สำคัญของกลุ่มเมฆฝน/พายุฝนในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานเชิงพื้นที่ที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวัน ได้แก่ การวางแผน การปฏิบัติการ และการติดตามประเมินผลการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวัน.....

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....



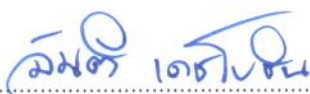
(นายภักดี จันทรเกษ)

ผู้เสนอผลงาน

๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของผู้เสนอข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....



(นายฉันทิ เดชโยธิน)

ผู้ร่วมดำเนินการ

๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ร่วมดำเนินการ

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ร่วมดำเนินการ

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ร่วมดำเนินการ

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

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกันกับความเป็นจริงทุก
ประการ

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

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

(ผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมดูแลการดำเนินการ)

ลงชื่อ.....

(นายปณิธิ เสมอวงษ์)

ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการฝนหลวง

๒๒ ส.ค. ๒๕๖๐

หัวข้อเค้าโครงเรื่องของงานที่เสนอในขั้นตอนการพิจารณาคัดเลือกบุคคลเพื่อส่งผลงานประเมิน
ในตำแหน่งนักนักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ
(กรณีลักษณะงานวิชาการ)
เรื่องที่ ๒

๑. ชื่อผลงาน.....การวิเคราะห์คุณลักษณะของพายุลูกเห็บในช่วงฤดูร้อนของบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย
(Characteristics of Hailstorm over Northern Thailand during Summer Season).....

๒. บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ (Stability Indices) และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากการตรวจอากาศประจำวัน คุณลักษณะของพายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับลักษณะของพายุฝน/กลุ่มฝน ค่าตัวแปรที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเรดาร์แบบโพลาไรเซชันคู่ (Dual Polarization) ที่บ่งชี้ถึงเหตุการณ์เกิดพายุลูกเห็บในช่วงฤดูร้อนบริเวณภาคเหนือประเทศไทย ระหว่างเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2555 อันนำไปสู่การสำรวจกระบวนการเรียนรู้คุณสมบัติและพฤติกรรมของพายุฝน และการเกิดพายุลูกเห็บ รวมทั้งการพัฒนาการดัดแปรสภาพอากาศเพื่อการยับยั้งพายุลูกเห็บในพื้นที่ภาคเหนือ ซึ่งมักประสบปัญหาการเกิดพายุลูกเห็บในช่วงฤดูร้อนจนทำให้เกิดความเสียหายต่อน้ำนํ้าในชุมชน รวมทั้งพื้นที่เกษตรกรรมเป็นประจำทุกปี ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลจากเรดาร์ตรวจอากาศฝนหลวงอมก๋อย และสถานีตรวจอากาศชั้นบน อำเภอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ (Stability Indices) และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา จำนวน 43 วัน โดยแบ่งเป็นเหตุการณ์วันที่เกิดพายุลูกเห็บ (7 วัน) เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยตัวแปรคุณลักษณะของวันที่ไม่มีเหตุการณ์ลูกเห็บ (36 วัน) พบว่า ตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการพยากรณ์สภาพอากาศของการเกิดพายุลูกเห็บ ประกอบด้วย ค่าเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศระดับต่ำ (LI) ค่าเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศระดับกลาง (SI) และค่าพลังงานในการยกตัวของอากาศ (CAPE) จากการเปรียบเทียบข้อมูลของเหตุการณ์ที่เกิดพายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับวันที่เกิดพายุฝนหรือพายุฝนฟ้าคะนองโดยทั่วไปในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเดือนเมษายน และพฤษภาคม 2555 ในพื้นที่ภาคเหนือ พบว่า ค่า LI, SI และ CAPE ในวันที่เกิดพายุลูกเห็บมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของวันที่เกิดพายุฝนปกติในทุกเหตุการณ์ โดยค่า LI และ SI มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง -4 และค่า CAPE มีค่ามากกว่า 2,500 J/kg.....

การศึกษาคุณลักษณะของพายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับลักษณะของพายุฝน/กลุ่มฝน โดยใช้ TITAN (Thunderstorm Identification and Tracking Analysis and Nowcasting) เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะของพายุลูกเห็บและพายุฝนในวันที่เกิดเหตุการณ์ลูกเห็บ จำนวน 7 ตัวแปร ได้แก่ ช่วงอายุ ความเร็ว ปริมาตร มวล ขนาด ค่าการสะท้อนเฉลี่ย/สูงสุด และความเร็วในการเคลื่อนที่จากจุดเหตุการณ์ที่คัดเลือกเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ จำนวน 7 วัน แบ่งเป็น เหตุการณ์ที่เกิดพายุฝน/กลุ่มฝน จำนวน 1,129 เหตุการณ์ และเหตุการณ์ที่เกิดพายุลูกเห็บ จำนวน 12 เหตุการณ์ พบว่า ตัวแปรของเหตุการณ์ที่เกิดพายุลูกเห็บมีค่ามากกว่าเหตุการณ์พายุฝนปกติในทุกเหตุการณ์ ยกเว้นตัวแปรค่าการสะท้อนเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และกรณีศึกษาตัวแปรที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเรดาร์แบบโพลาไรเซชันคู่ (Dual Polarization) กับเหตุการณ์เกิดพายุลูกเห็บของเหตุการณ์การเกิดพายุลูกเห็บ ณ อำเภอยางตลาด จังหวัดพะเยา เมื่อวันที่ 27 เมษายน 2555 จากการศึกษาตัวแปรต่างๆ พบว่า ตัวแปรสำคัญที่บ่งชี้ลักษณะของการเกิดพายุลูกเห็บ ได้แก่ ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดลูกเห็บ (Hail Prob) มีค่า 100%, ค่าปริมาณน้ำทางแนวตั้ง (VIL) มีค่ามากกว่า 100 kg/m², ค่าการสะท้อนกลับของกลุ่มฝนในแนวระดับ (ZH) มีค่ามากกว่า 60 dBZ, ค่าผลต่างการสะท้อนกลับของกลุ่มฝนในแนวระนาบกับแนวตั้ง (ZDR) มีค่าเข้าใกล้ศูนย์, ความสูงยอดเมฆมากกว่า 17 กิโลเมตร ค่า

Correlation Coefficient (CC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.988 ถึง 0.996 และค่า Specific Differential Phase (KDP) อยู่ระหว่าง 2.1 ถึง 3.2 deg/km.....

.....จากผลการศึกษาดังกล่าว กรมฝนหลวงและการบินเกษตรจึงใช้เป็นกรอบในการกำหนดแนวทางการปฏิบัติสำหรับการพยากรณ์การเกิดลูกเห็บเพื่อการวางแผนตัดสินใจในการกิจการปฏิบัติการฝนหลวงในการยับยั้งพายุลูกเห็บประจำวันของพื้นที่ภาคเหนือในช่วงฤดูร้อน ได้ดังนี้ การพยากรณ์การเกิดพายุลูกเห็บประจำวัน สามารถแบ่งได้เป็น ๒ ระดับ ได้แก่ (๑) การพยากรณ์ศักยภาพของการเกิดลูกเห็บประจำวันโดยใช้ค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบนประจำวันในเวลา ๐๐ UTC (๗.๐๐ น. เวลาท้องถิ่น) และ (๒) การพยากรณ์ศักยภาพและคุณสมบัติของกลุ่มเมฆทางแนวตั้งที่มีโอกาสในการเกิดลูกเห็บในระยะปัจจุบัน (Nowcasting) โดยใช้ตัวแปรสำคัญที่บ่งชี้ลักษณะของการเกิดพายุลูกเห็บจากข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศแบบโพรไฟล์เรซันซ์.....

(ภาษาอังกฤษ)

.....This study focused on the potential parameters, as a result of the upper-air sounding with radiosonde and of the dual polarization radar for detecting hailstorms. The data were collected during the 2012 summer consisting of 12 hail and 1129 no-hail rainstorms of seven studied dates from April to May, 2012. They were analyzed to discern the character of hail and use them as data for detecting hail echoes and for severe weather forecast in upper Thailand. On the day of hail, the instability indices were high enough to contribute to its formation. The following indices include Lifted Index (LI), Showalter Index (SI) and Convective Available Potential Energy (CAPE). LI and SI displayed the marginally instability ranged -1 to -4. In the case of CAPE, it could reach the extreme instability (CAPE >2500 J/kg) and also came with the large updraft speed.....

.....TITAN software (Thunderstorm Identification, Tracking, Analysis and Nowcasting) was also applied for comparing rainstorms with hailstorms. The significant seven echo characteristics included storm period, speed, mean-maximum reflectivity in the horizontal polarization (ZH), area, volume and mass. Based on the character and frequency distributions in summer, hailstorms had greater values of storm duration, area, volume, mass, speed and highest reflectivity than individual rainstorms. Besides, the mean reflectivity of the storms was a negligible factor to identify the type of storm.....

.....For the case study on hail by determining polarimetric radar measurement at S-band across Chiang Maun, Northern Thailand, radar signatures with EDGE software showed that the hail was detected 100% during its falling. It also presented as followings: Vertically integrated liquid (VIL) exceeding 100 kg/m², ZH over 60dBZ near the surface and ETOP greater than 17 km. Differential reflectivity (ZDR) of rain-hail mixtures almost reached zero. In addition, the coincidental values of correlation coefficient (CC) were ranged 0.988 and 0.996, and specific differential phase (KDP) was ranged 2.1 and 3.2 deg/km.....

.....According to the study, the department of royal rainmaking and agricultural aviation can use the results to provide a framework for establishing guidelines for hailstorm

forecasting in order to make a decision to carry out the rainmaking mission for the prevention of hail occurrences in northern Thailand during the summer. The hail storm forecasting for daily rainmaking operation can be divided into 2 steps as followed: (1) Forecasting of daily hail occurrences using atmospheric stability indices and the meteorological variables from daily upper air observation data at 00 UTC (or 7 am Local time)..... (2)..... Nowcasting..... of potential and properties of convective clouds using key variables that characterize hail storms from dual polarized radar data.....

๓. หลักการและเหตุผล

..... พายุลูกเห็บเป็นภัยธรรมชาติที่มักเกิดขึ้นในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนมีนาคมถึงช่วงก่อนเริ่มต้นฤดูฝน (ประมาณกลางเดือนพฤษภาคม) ของทุกปี ซึ่งจะสร้างความเสียหายแก่ทรัพย์สิน อาคารบ้านเรือน ที่อยู่อาศัยต่างๆ ต้นไม้โคนล้ม รวมทั้งความเสียหายต่อพื้นที่การเกษตรต่างๆ พายุลูกเห็บจะเริ่มจากการพัฒนาตัวจากเมฆฝนทางแนวตั้ง (Cumulonimbus) มีการหมุนเวียนของอากาศแปรปรวนอย่างรวดเร็ว จนมีลักษณะเป็นพายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorms) มีลมพายุพัดแรง จนทำให้เกิดลูกเห็บในพายุฝนด้วย จากการทบทวนวรรณกรรมในเรื่องนี้ สำหรับสาเหตุของการเกิดพายุลูกเห็บในประเทศไทย รวมทั้งตัวแปรทางสภาพอากาศที่บ่งชี้ลักษณะหรือพฤติกรรม และการคาดการณ์ลูกเห็บในประเทศไทยนั้น พบว่าการศึกษาโดยการใช้ข้อมูลดัชนีเสถียรภาพของอากาศ (Stability Indices) และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ จากการตรวจอากาศชั้นบนเพื่อหาความสัมพันธ์กับการเกิดลูกเห็บ และการศึกษาคุณสมบัติและพฤติกรรมของพายุลูกเห็บโดยใช้คุณสมบัติการสะท้อนกลับของเรดาร์ในประเทศไทยยังคงไม่ปรากฏ อาจเป็นเพราะจำนวนครั้งของการเกิดพายุลูกเห็บของประเทศไทยในแต่ละปียังมีค่าน้อยและค่อนข้างผันแปรเมื่อเทียบกับประเทศทางโซน Mid-latitude..... เช่น ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน สหรัฐอเมริกา หรือประเทศทางยุโรป เป็นต้น ปัจจุบันโดยรวมทางสภาพอากาศในระดับ Synoptic Scale ที่เป็นสาเหตุของการเกิดพายุลูกเห็บในประเทศไทยเนื่องจากการแผ่ลิ้มของความกดอากาศสูงจากประเทศจีนลงมาบริเวณภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่ประเทศไทยตอนบนมีอากาศร้อนและมีความชื้นสูงและมีการยกตัวของมวลอากาศ จึงทำให้มวลอากาศร้อนยกตัวขึ้นอย่างรวดเร็วทางแนวตั้งจนเกิดเมฆคิวโมลิมัสส์ทำให้เกิดลูกเห็บตกได้.....

..... กรมฝนหลวงและการบินเกษตรมีภารกิจหลักที่สำคัญในการบริหารจัดการน้ำในชั้นบรรยากาศและการบรรเทาปัญหาภัยพิบัติ (หมอกควันและไฟป่าและการยับยั้งพายุลูกเห็บ) ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องมือตรวจอากาศแบบต่างๆ เพื่อใช้สนับสนุนการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย เครื่องตรวจอากาศชั้นบน และเรดาร์ตรวจอากาศ เพื่อใช้ในการตรวจวัด ติดตาม และประเมินสถานการณ์สภาพอากาศอย่างต่อเนื่อง สำหรับการวางแผน ติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติการฝนหลวงประจำวัน กรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้มีการใช้งานระบบการตรวจอากาศอย่างเป็นระบบ มาตั้งแต่ปี ๒๕๓๕ จนถึงปัจจุบัน ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบน (Atmospheric sounding) ด้วยวิทยุหยั่งอากาศ (Radiosonde) ที่ติดไปพร้อมกับบอลลูนตรวจอากาศเพื่อตรวจวัดสภาพอากาศในแนวตั้ง และการศึกษาโพรไฟล์ของสภาพอากาศทางแนวระนาบ (Vertical Atmospheric Profile) ของค่าตัวแปรต่างๆ ได้แก่ค่า อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ทิศทางและความเร็วลม โดยปกติจะทำการตรวจวัดตั้งแต่ระดับผิวพื้นจนถึงระดับประมาณ ๑๐๐ มิลลิบาร์ หรือประมาณ ๖๐,๐๐๐ ฟุต ค่าการตรวจวัดที่ได้ในระดับต่างๆ สามารถแปลผลค่าเป็นดัชนีเสถียรภาพของอากาศ (Stability Indices) และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ที่สามารถใช้ในการพยากรณ์สภาพอากาศ เสถียรภาพของอากาศ และโอกาสการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้ นอกจากนี้ยังมีการใช้ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศแบบโพลาริเซชันคู่ ซึ่งเป็นระบบการตรวจสภาพอากาศที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย และมีความแม่นยำเพื่อใช้ในการตรวจสภาพอากาศ อาทิ การตรวจวัดการเกิดกลุ่มฝนเมฆฝน พายุฝนฟ้าคะนอง และการตรวจวัดพายุลูกเห็บเพื่อใช้สำหรับ

ศึกษาลักษณะทางกายภาพ คุณสมบัติและพฤติกรรมของพายุฝน การพัฒนาตัวของกลุ่มฝน ช่วงอายุ ขนาด และลักษณะการเคลื่อนที่.....

..... การศึกษาและทำความเข้าใจและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ และการพยากรณ์สภาพอากาศ สำหรับการเกิดภัยพิบัติ รวมทั้งการเข้าใจถึงคุณสมบัติและพฤติกรรมที่สำคัญของพายุฝนและพายุลูกเห็บ คุณสมบัติทาง Cloud..... Macrophysics..... ในประเทศไทยจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ส่งผลต่อการทำความเข้าใจ กระบวนการธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดเมฆฝน และการเกิดลูกเห็บ และมีส่วนสำคัญยิ่งต่อการ นำไปพัฒนาประสิทธิภาพของการปฏิบัติการดัดแปรสภาพอากาศเพื่อให้การบรรเทาปัญหาภัยพิบัติการยับยั้ง พายุลูกเห็บเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถพยากรณ์ และตรวจวัดข้อบ่งชี้ในการเกิดพายุให้ได้ข้อมูลที่ สามารถคาดการณ์เหตุการณ์พายุฝนฟ้าคะนอง และพายุลูกเห็บ สำหรับการปฏิบัติการกึ่งการยับยั้งลูกเห็บ มีความถูกต้อง และแม่นยำยิ่งขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนในการศึกษาวิจัยการวิเคราะห์คุณลักษณะ ของพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบนประจำวันเพื่อในการพยากรณ์ลักษณะอากาศประจำวัน (Very Short-range Forecast) ร่วมกับลักษณะของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในระดับ Synoptic Scale รวมทั้งการใช้ข้อมูลเรดาร์แบบโพลาไรเซชันคู่ เพื่อคาดการณ์และประเมินสภาพอากาศระยะปัจจุบัน หรือ Nowcasting การศึกษานี้จะเกิดประโยชน์อย่างมากต่อภาพรวมของการจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปี ในการ บรรเทาปัญหาภัยพิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อการปฏิบัติการฝนหลวงและการดัดแปร สภาพอากาศประจำวัน ตลอดจนสามารถบูรณาการการบริหารจัดการด้านภัยพิบัติพายุลูกเห็บกับหน่วยงาน อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และกรมอุตุนิยมวิทยาในการประเมินสถานการณ์ เป็นต้น.....

๔. วัตถุประสงค์

..... ๔.๑ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ (Stability Indices) และตัวแปร ทางอุตุนิยมวิทยา ในวันที่เกิดพายุลูกเห็บในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อน.....

..... ๔.๒ เพื่อศึกษาคุณลักษณะของพายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับลักษณะของพายุฝน/กลุ่มฝน ในช่วงฤดูร้อน บริเวณภาคเหนือประเทศไทย โดยใช้ค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Radar Reflectivity).....

..... ๔.๓ เพื่อศึกษาค่าตัวแปรที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเรดาร์แบบโพลาไรเซชันคู่ (Dual Polarization) กับ เหตุการณ์เกิดพายุลูกเห็บในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อน.....

..... ๔.๔ เพื่อนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้การพยากรณ์การเกิดลูกเห็บ และการวางแผนตัดสินใจใน การกึ่งการปฏิบัติการฝนหลวงเพื่อยับยั้งลูกเห็บในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อน.....

๕. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

..... ๕.๑ ระยะเวลาดำเนินการ ปี พ.ศ. ๒๕๕๕- ๒๕๕๘.....

..... ๕.๒ สถานที่ดำเนินการ กลุ่มวิชาการปฏิบัติการฝนหลวง กรุงเทพมหานคร, สถานีเรดาร์ฝนหลวง อมก๋อย จ.เชียงใหม่ และ ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน จ. ประจวบคีรีขันธ์.....

๖. ผู้ร่วมดำเนินการ (ถ้ามี)

๖.๑ นายฉันทิ เตชโยธิน..... นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ..... สัดส่วนผลงาน..... ร้อยละ ๕

๖.๒ นายสุกฤษฎ์ เกิดแสง..... นักอุตุนิยมวิทยาชำนาญการพิเศษ..... สัดส่วนผลงาน..... ร้อยละ ๕

๖.๓ นางสาวอริศรา นาคบุรี..... นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ..... สัดส่วนผลงาน..... ร้อยละ ๕

๖.๔ นายเกษม มังคะลา..... นายช่างไฟฟ้าปฏิบัติการ..... สัดส่วนผลงาน..... ร้อยละ ๕

๗. อุปกรณ์การทดลอง.....
-๗.๑ ระบบเรดาร์ตรวจอากาศแบบดอปเพลอร์ โพราไรเซชันคู่ ความถี่ S Band ยี่ห้อ EEC โมเดล ๘๕๐๑S SIDPOL และโปรแกรม EDGE.....
-๗.๒ โปรแกรม Thunderstorm Identification and Tracking Analysis and Nowcasting / the Cartesian Interactive Data Display (TITAN /CIDD).....
-๗.๓ เครื่องตรวจอากาศชั้นบน ยี่ห้อ Vaisala โมเดล RT๒๐A และเครื่องวิทยุหยั่งอากาศ ยี่ห้อ Vaisala โมเดล RS๙๒-DL.....
-๗.๔ โปรแกรม ArcGIS ๑๐.๔ for Desktop Version ๑๐.๔.๕๕๒๔.....
-
๘. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน
-๘.๑ ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณลักษณะของพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจสภาพอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ และคุณสมบัติการสะท้อนกลับของเรดาร์จากวารสารวิชาการที่ตีพิมพ์ทั้งในและต่างประเทศ.....
-๘.๒ รวบรวมข้อมูลเหตุการณ์ของการเกิดพายุลูกเห็บที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ ของพื้นที่ภาคเหนือ ภายในรัศมีการตรวจวัดโดยเรดาร์ฝนหลวงอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่.....
-๘.๓ รวบรวมข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) ที่ตรวจวัดได้จากสถานีเรดาร์ฝนหลวงอมก๋อย ช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ ในรูปแบบ Volume files (Universal volume file format; UF files).....
-๘.๔ การแปลงข้อมูลเรดาร์ Volume files ด้วยโปรแกรม TITAN เป็นรูปแบบ Meteorological Data Volume (MDV) บนระบบพิกัดแบบคาทีเซียน.....
-๘.๕ ทำการแปลงข้อมูล MDV เป็น TITANStorm/Track files เพื่อใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของพายุฝนและพายุลูกเห็บ.....
-๘.๖ การประมวลผลค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศมาตรฐาน และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุลูกเห็บ.....
-๘.๗ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพายุฝนพายุลูกเห็บดัชนีเสถียรภาพและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา.....
-๘.๘ การวิเคราะห์ข้อมูลคุณสมบัติและค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศได้ในเบื้องต้น.....
-๘.๙ การคัดเลือกเหตุการณ์วันที่เกิดพายุลูกเห็บในวันที่มีข้อมูลเรดาร์ ค่าดัชนีเสถียรภาพและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากการตรวจอากาศชั้นบนที่มีความสมบูรณ์.....
-๘.๑๐ การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ (Stability Indices) ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ ในวันที่เกิดพายุลูกเห็บในช่วงฤดูร้อน พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย.....
-๘.๑๑ การวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณลักษณะหรือพฤติกรรมของพายุลูกเห็บที่สำคัญกับคุณลักษณะของพายุฝนในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ ในช่วงฤดูร้อน พื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย.....
-๘.๑๒ ทำการนิศึกษาของการวิเคราะห์ความสำคัญระหว่างค่าตัวแปรที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเรดาร์แบบโพราไรเซชันคู่ (Dual Polarization) กับวันที่เกิดพายุลูกเห็บ ของอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา วันที่ ๒๗ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕.....
-๘.๑๓ สรุปผลการศึกษาและเสนอข้อคิดเห็น.....
-๘.๑๔ จัดทำบทความวิจัยเผยแพร่.....
-๘.๑๕ การประยุกต์ใช้ผลงานวิจัย.....

๙. ผลการการศึกษา

๙.๑ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ (Stability Indices) และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา ในวันที่เกิดพายุลูกเห็บในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อน.....

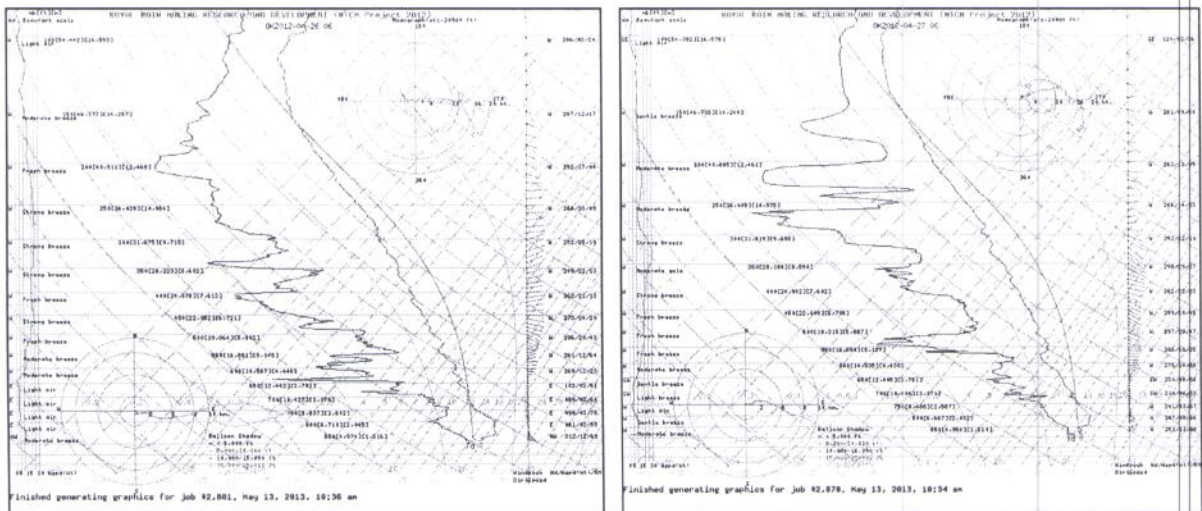
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณลักษณะของพายุลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจสอบอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ พบว่า ค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ (Stability Indices) ที่ใช้ในการพยากรณ์หรือป้องกันการเกิดพายุลูกเห็บ จำนวน ๘ ตัวแปร (Robert, ๒๐๐๙; Brimelow et al., ๒๐๐๒) ได้แก่ (๑) ปริมาณน้ำในบรรยากาศ (Precipitable Water; PW) (๒) ค่าดัชนีเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศระดับต่ำ (Lift Index; LI) (๓) ค่าดัชนีเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศระดับกลาง (Showalter Index; SI) (๔) Total totals Index (TTI) (๕) ค่าดัชนีศักยภาพการก่อตัวในแนวตั้ง (K Index; KI) (๖) ค่าพลังงานในการยกตัวของมวลอากาศ (Convective Available Potential Energy; CAPE) (๗) ค่าพลังงานในการยับยั้งการยกตัวของมวลอากาศ (Convective Inhibition) (๘) ดัชนีโอกาสเกิดพายุฝนฟ้าคะนอง (Severe Weather Threat Index; SWEAT) และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ จำนวน ๑๐ ตัวแปร (Xie et al., ๒๐๑๐) ได้แก่ ระดับความสูงของจุดเยือกแข็ง ความชื้นเฉลี่ยที่ระดับต่างๆ จำนวน ๔ ระดับ ค่าความเร็วลมที่ระดับต่างๆ จำนวน ๔ ระดับ และค่า Wind Shear ที่ระดับความสูง ๖ กิโลเมตร.....

การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ รวม ๑๘ ตัวแปร จากข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบนในช่วงฤดูร้อน ของพื้นที่ภาคเหนือ ระหว่างเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม ๒๕๕๕ ที่มีความสมบูรณ์ จำนวน ๔๓ วัน ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ จำนวน ๑๘ ตัวแปร แสดงรายละเอียดตามตารางที่ ๙.๑.๑.....

ตารางที่ ๙.๑.๑ แสดงตัวแปรที่สำคัญที่ได้จากการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ ของเดือนเมษายน ๒๕๕๕ (๒๐ วัน) และเดือนพฤษภาคม ๒๕๕๕ (๒๓ วัน) โดยเป็นเหตุการณ์วันที่เกิดพายุลูกเห็บ (๗ วัน) เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยตัวแปรคุณลักษณะของวันที่ไม่มีเหตุการณ์ลูกเห็บ (๓๖ วัน).....

ตัวแปรที่สำคัญที่ได้จากการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ	วันที่ไม่เกิดพายุลูกเห็บ	วันที่เกิดพายุลูกเห็บ				วันที่ไม่เกิดพายุลูกเห็บ	วันที่เกิดพายุลูกเห็บ		
	ค่าเฉลี่ยในเดือนเมษายน 2555	20-เม.ย. 55	24-เม.ย.- 55	27-เม.ย. 55	28-เม.ย. 55	ค่าเฉลี่ยในเดือนพฤษภาคม 2555	2-พ.ค. 55	3-พ.ค. 55	4-พ.ค. 55
Precipitation Water SFC-850 (cm)	0.5	0.5	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Lifted Index (°C)	-2.1	-3.2	-2.1	-3.0	-3.4	-0.8	-1.5	-2.1	-2.3
Showalter Index	-0.9	-2.7	-1.5	-2.8	-2.8	-0.3	-1.0	-1.2	-1.8
Total of Totals Index	45.5	47.6	45.1	46.6	47.5	42.8	44.1	44.8	45.7
K Index	29.3	32.8	31.2	32.5	25.0	33.4	32.5	33.2	29.8
CAPE (J/kg)	3924.8	5028.0	3930.0	5526.0	4786.0	1225.7	2918.0	4108.0	3827.0
CIN (J/Kg)	-889.7	-873.0	-992.0	-677.0	-745.0	-697.2	-462.0	-501.0	-651.0
SWEAT Index	219.2	209.6	246.6	248.0	246.6	231.8	242.0	211.4	211.2
Freezing level (m)	4941	5118	5042	5058	4942	5168	4906	4835	5145
RH SFC-5 kft	73.1	75.0	84.0	89.0	86.0	88.4	84.0	78.0	80.0
RH 5 - 10 kft	52.7	60.0	57.0	68.0	61.0	75.8	72.0	63.0	62.0
RH 10 - 15 kft	39.9	49.0	45.0	56.0	52.0	68.6	58.0	62.0	52.0
RH 20 - 25 kft	21.6	11.0	20.0	42.0	63.0	61.0	60.0	41.0	56.0
Wind Speed SFC-5 kft (m/s)	6.1	6.2	5.1	5.1	4.1	4.8	5.1	7.2	5.1
Wind Speed 5 - 10 kft (m/s)	4.4	3.6	5.1	2.6	2.6	4.1	4.6	3.1	1.5
Wind Speed 10 - 15 kft (m/s)	5.15	3.6	7.2	4.1	7.7	3.6	6.7	3.1	2.1
Wind Speed 20 - 25 kft (m/s)	13.0	11.3	12.9	10.3	14.4	4.2	7.2	4.1	4.1
Wind shear SFC-6 km (m/s)	6.0	4.1	7.2	5.1	7.7	3.8	6.7	5.6	1.5

การคัดเลือกตัวแปรที่สำคัญที่ได้จากการตรวจอากาศชั้นบนด้วยวิทยุหยั่งอากาศ จะพิจารณาค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในวันที่ไม่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ พบว่า ค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่ตรงตามเงื่อนไขในทุกเหตุการณ์ที่เกิดพายุลูกเห็บ จำนวน ๓ ตัวแปร ได้แก่ (๑) ค่าดัชนีเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศระดับต่ำ (LI) (๒) ค่าดัชนีเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศระดับกลาง (SI) (๓) ค่าพลังงานในการยกตัวของมวลอากาศ (CAPE) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการพยากรณ์การเกิดพายุที่ผ่านมาของประเทศสหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ และสเปน (Ceperuelo et al., ๒๐๐๖; Geoenemeijer et al., ๒๐๐๗; Robert, ๒๐๐๘; และ Sanchez et al., ๒๐๐๘) ตัวอย่าง Skew-T diagram ของวันที่ไม่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ วันที่ ๒๖ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕ และวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ วันที่ ๒๗ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕ แสดงได้ดังรูปที่ ๙.๑.๑



รูปที่ ๙.๑.๑ แสดงตัวอย่าง Skew-T diagram ของวันที่ไม่เกิดพายุลูกเห็บ (๒๖ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕ เวลา ๐๐UTC) และวันที่เกิดพายุลูกเห็บ (๒๗ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕ เวลา ๐๐UTC) (ขวา)

๙.๒ การศึกษาเปรียบเทียบคุณลักษณะของพายุลูกเห็บกับลักษณะของพายุฝน/กลุ่มฝน โดยใช้ค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Radar Reflectivity)

การศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลพายุฝนโดยใช้คุณสมบัติการสะท้อนกลับของเรดาร์ฝน หลวงอมก๋อย อำเภอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีรัศมีการตรวจวัดห้วงผลของเรดาร์ ๒๔๐ กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือ ๑๓ จังหวัด ในเขตภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน ลำพูน ลำปาง แพร่ สุโขทัย เชียงใหม่ ตาก กำแพงเพชร และบางส่วนของจังหวัดอุดรธานี เชียงราย พะเยา น่าน และพิษณุโลก ในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายน ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ จากชุดเหตุการณ์ที่คัดเลือกเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ จำนวน ๗ วัน แบ่งเป็น เหตุการณ์ที่เกิดพายุฝน/กลุ่มฝน จำนวน ๑,๑๒๙ เหตุการณ์ และเหตุการณ์ที่เกิดพายุลูกเห็บ จำนวน ๑๒ เหตุการณ์

การศึกษานี้ ได้ทำการวิเคราะห์คุณลักษณะของพายุลูกเห็บกับลักษณะของพายุฝนที่สำคัญรวม ๗ ตัวแปร จากค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ ได้แก่ (๑) ช่วงอายุ (๒) ความเร็วการเคลื่อนที่ (๓) ค่าการสะท้อนกลับ (๔) พื้นที่ (๕) ปริมาตร (๖) มวล และ (๗) ความสูงยอดเมฆ ข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติของคุณลักษณะของพายุลูกเห็บกับลักษณะของพายุฝนที่สำคัญ จำนวน ๗ ตัวแปร แสดงรายละเอียดตามตารางที่ ๙.๒.๑

ตารางที่ ๙.๒.๑. แสดงคุณลักษณะของพายุลูกเทียบกับคุณลักษณะของพายุฝน โดยใช้ค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (Radar Reflectivity) ในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย

คุณลักษณะของพายุ	เหตุการณ์ที่เกิดพายุฝน/กลุ่มฝน * (1,129 เหตุการณ์)						เหตุการณ์ที่เกิดพายุลูกเห็บ (12 เหตุการณ์)					
	Mean	Min	Q1	Median	Q3	Max	Mean	Min	Q1	Median	Q3	Max
ช่วงอายุ Mean Duration (hrs)	0.71±0.55	0.30	0.31	0.51	0.84	2.76	2.86±1.25	1.20	1.83	2.80	3.60	5.50
ความเร็วการเคลื่อนที่ Mean Speed (km/hr)	8.70±7.86	0.09	2.17	6.40	14.24	32.85	17.45±8.93	1.51	12.95	17.12	23.23	29.82
ค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์เฉลี่ย Mean ZH (dBZ)	40.34±5.29	31.60	36.41	39.55	44.06	50.78	40.79±1.33	38.22	40.30	40.65	41.46	42.93
ค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์สูงสุด Maximum ZH (dBZ)	52.82±9.50	34.36	45.79	51.93	59.95	75.86	64.33±2.28	60.50	62.88	64.50	65.63	68.00
พื้นที่เฉลี่ย Mean Area (km ²)	26.13±29.86	5.60	10.63	15.80	26.87	221.33	180.76±44.62	116.64	152.77	170.42	221.00	258.26
ปริมาตร Mean Volume (km ³)	87.70±123.98	15.58	24.56	43.67	94.47	945.72	762.62±193.18	530.07	602.63	758.83	880.83	1162.31
มวล Mean mass (kTon)	61.40±100.80	5.36	19.08	32.36	53.43	744.43	798.32±251.80	446.58	574.25	783.77	895.37	1287.25
ความสูงยอดเมฆ Maximum storm-top height (km)	5.33±2.04	2.09	3.70	4.88	6.83	9.27	8.56±1.03	6.38	7.88	9.00	9.38	9.98

* เหตุการณ์ที่เกิดพายุฝน/กลุ่มฝนทั้งหมดที่เกิดขึ้นของวันเดียวกันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ

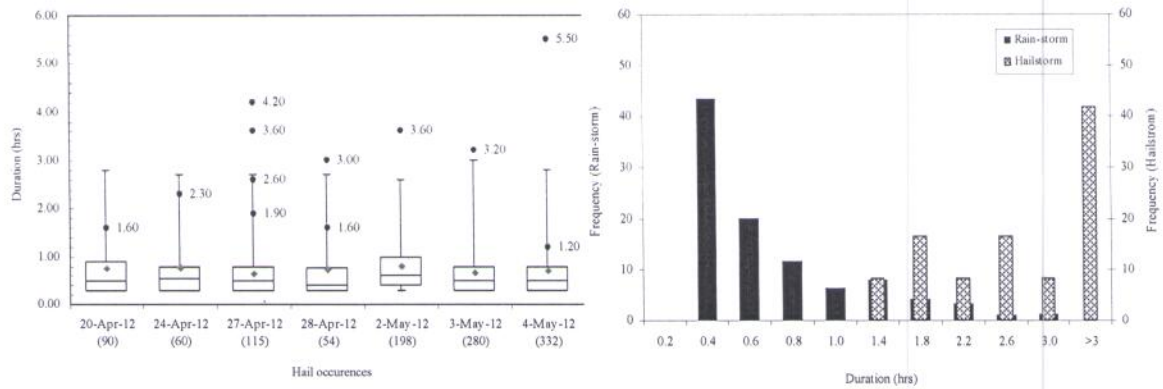
๙.๒.๑. ช่วงอายุของพายุฝนและพายุลูกเห็บ

ทำการศึกษาช่วงอายุของเหตุการณ์พายุฝน โดยการติดตามพายุฝนและพายุลูกเห็บเมื่อเริ่มพบค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ (First echoes) ในครั้งแรกที่ระดับความเข้ม ๓๐ dBZ และติดตามไปจนกว่าพายุฝนหรือพายุลูกเห็บจะสลายตัวไป พบว่า

(๑) เหตุการณ์พายุฝน ช่วงอายุของพายุฝนเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ ๔๒ นาที และมีลักษณะการกระจายตัวของช่วงอายุส่วนมาก อยู่ระหว่าง ๒๔ - ๕๘ นาที

(๒) เหตุการณ์พายุลูกเห็บ ช่วงอายุของพายุลูกเห็บ อยู่ที่ประมาณ ๑๗๐ นาที และมีลักษณะการกระจายตัวของช่วงอายุส่วนมาก มากกว่า ๘๔ นาที

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ช่วงอายุเฉลี่ยของเหตุการณ์พายุลูกเห็บมีความยาวนานกว่าช่วงอายุของพายุฝนปกติ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะทางกายภาพของพายุลูกเห็บที่มีลักษณะเป็นแบบ Multi-convective cells จึงทำให้มีช่วงอายุที่มากกว่าพายุฝนหรือกลุ่มฝนโดยทั่วไป รายละเอียดลักษณะการกระจายตัวของช่วงอายุในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ เปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุฝน แสดงได้ดังรูปที่ ๙.๒.๑



รูปที่ ๙.๒.๑ แสดง (ซ้าย) Box and whisker plot ของช่วงอายุในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ: จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดพายุฝน (แสดงค่าในวงเล็บ), ค่าเฉลี่ยช่วงอายุของเหตุการณ์พายุฝน (จุดสีเทา), ช่วงอายุของเหตุการณ์พายุลูกเห็บ (จุดสีดำ) และ (ขวา) แสดงลักษณะการกระจายตัวและความถี่ของช่วงอายุของเหตุการณ์พายุฝนเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุลูกเห็บ ในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม ๒๕๕๕ จำนวน ๗ วัน บริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

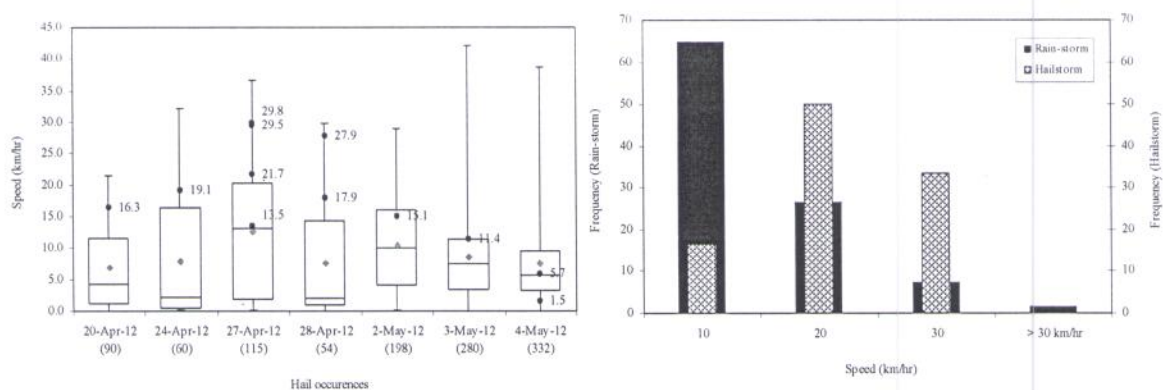
๙.๑.๒ ความเร็วการเคลื่อนที่ของพายุฝนและพายุลูกเห็บ

การศึกษาความเร็วการเคลื่อนที่ของพายุฝนและพายุลูกเห็บ โดยพิจารณาจากเวกเตอร์ลัพธ์ในการเคลื่อนที่ของจุด Centroid พายุฝนหรือพายุลูกเห็บ ที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา พบว่า

(๑) เหตุการณ์พายุฝน ความเร็วการเคลื่อนที่ของพายุฝน เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ ๘.๗ km/hr และมีลักษณะการกระจายตัวส่วนมาก ที่ระดับความเร็ว ระหว่าง ๑๐ - ๒๐ km/hr

(๒) เหตุการณ์พายุลูกเห็บ ความเร็วการเคลื่อนที่ของพายุลูกเห็บ เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ ๑๗.๕ km/hr และมีลักษณะการกระจายตัวส่วนมาก ที่ระดับความเร็ว ระหว่าง ๑๐ - ๓๐ km/hr

ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ความเร็วการเคลื่อนที่ของเหตุการณ์พายุลูกเห็บมีค่าสูงกว่าความเร็วการเคลื่อนที่ของเหตุการณ์พายุฝนปกติอย่างเห็นได้ชัด รายละเอียดลักษณะการกระจายตัวของความเร็วการเคลื่อนที่ในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุฝน แสดงได้ดังรูปที่ ๙.๒.๒



รูปที่ ๙.๒.๒ แสดง (ซ้าย) Box and whisker plot ของความเร็วการเคลื่อนที่ในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ: จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดพายุฝน (แสดงค่าในวงเล็บ), ค่าเฉลี่ยความเร็วการเคลื่อนที่ของเหตุการณ์พายุฝน (จุดสีเทา), ความเร็วการเคลื่อนที่ของเหตุการณ์พายุลูกเห็บ (จุดสีดำ) และ (ขวา) แสดงลักษณะการกระจายตัวและความถี่ของความเร็วการเคลื่อนที่ของเหตุการณ์พายุฝนเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุลูกเห็บ ในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม ๒๕๕๕ จำนวน ๗ วัน บริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

๙.๑.๓ ค่าการสะท้อนกลับของพายุฝนและพายุลูกเห็บ

การศึกษาค่าการสะท้อนกลับเฉลี่ย/สูงสุดของพายุฝนและพายุลูกเห็บ ที่ระดับความเข้ม First echoes ตั้งแต่ ๓๐ dBZ ขึ้นไป พบว่า

(๑) เหตุการณ์พายุฝน

- ค่าการสะท้อนกลับสูงสุดของพายุฝนเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ ๕๒ dBZ และมีลักษณะการกระจายตัวของค่าการสะท้อนกลับสูงสุดของพายุฝน ระหว่าง ๓๔ - ๗๕ dBZ

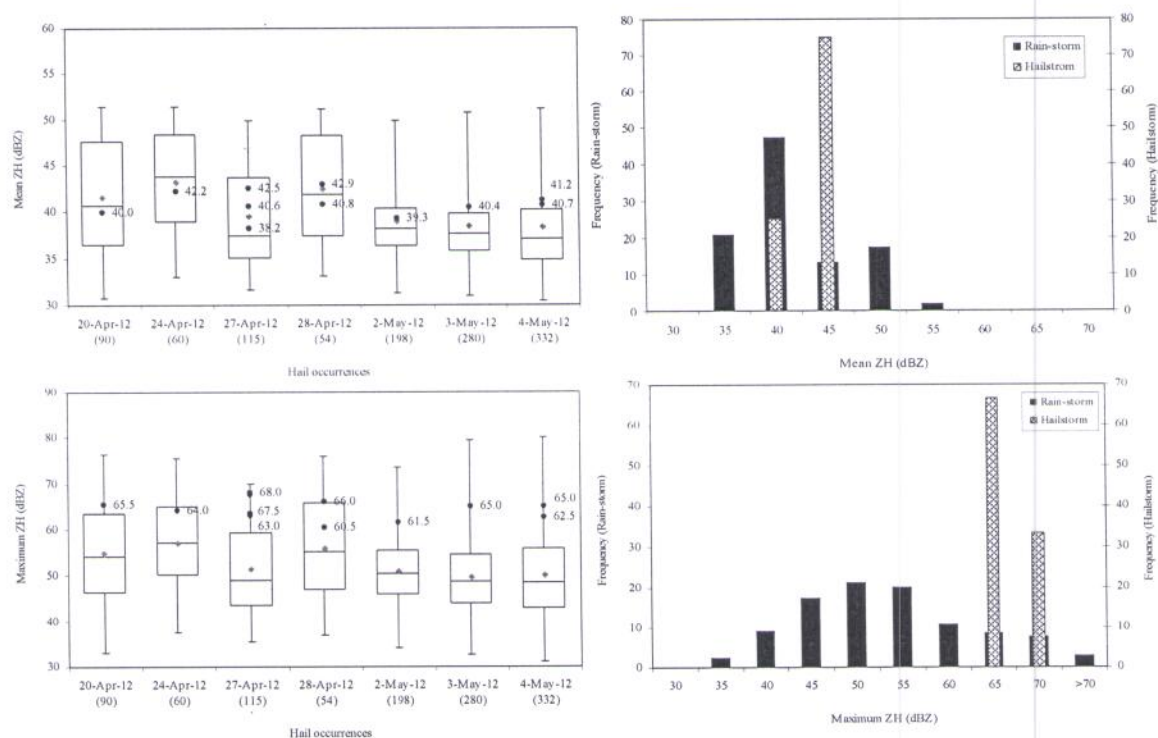
- ค่าการสะท้อนกลับเฉลี่ยของพายุฝนเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ ๔๐ dBZ และมีลักษณะการกระจายตัวของค่าการสะท้อนกลับเฉลี่ยของพายุฝน ระหว่าง ๓๑ - ๕๐ dBZ

(๒) เหตุการณ์พายุลูกเห็บ

- ค่าการสะท้อนกลับสูงสุดของพายุลูกเห็บเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ ๖๔ dBZ และมีลักษณะการกระจายตัวของค่าการสะท้อนกลับสูงสุดของพายุฝน ระหว่าง ๖๐ - ๖๘ dBZ

- ค่าการสะท้อนกลับเฉลี่ยของพายุลูกเห็บเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ ๔๐ dBZ และมีลักษณะการกระจายตัวของค่าการสะท้อนกลับเฉลี่ยของพายุฝน ระหว่าง ๓๔ - ๔๒ dBZ

ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ค่าการสะท้อนกลับสูงสุดของเหตุการณ์พายุลูกเห็บมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของพายุฝนปกติในทุกเหตุการณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นศักยภาพและปริมาณเมื่อน้ำในก้อนเมฆของการเกิดพายุลูกเห็บ ส่วนการพิจารณาค่าการสะท้อนกลับเฉลี่ยในเหตุการณ์พายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุฝน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ รายละเอียดลักษณะการกระจายตัวค่าการสะท้อนกลับในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุฝน แสดงได้ดังรูปที่ ๙.๒.๓



รูปที่ ๙.๒.๓ แสดง (ซ้าย) Box and whisker plot ของค่าการสะท้อนกลับในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ; จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดพายุฝน (แสดงค่าในวงเล็บ), ค่าเฉลี่ยการสะท้อนกลับของเหตุการณ์พายุฝน (จุดสีเทา), ค่าการสะท้อนกลับของเหตุการณ์พายุลูกเห็บ (จุดสีดำ) และ (ขวา) แสดงลักษณะการกระจายตัวและความถี่ของค่าการสะท้อนกลับของเหตุการณ์พายุฝนเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุลูกเห็บ ในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายน - พฤษภาคม ๒๕๕๕ จำนวน ๗ วัน บริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

๙.๑.๔ พื้นที่ ปริมาตร และมวลของพายุฝนและพายุลูกเห็บ

การศึกษาพื้นที่ ปริมาตร และมวลของพายุฝนและพายุลูกเห็บ จากข้อมูลเชิงปริมาตร (Volume scan data) พบว่า

(๑) เหตุการณ์พายุฝน

- พื้นที่พายุฝนเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ 26 km^2 และมีลักษณะการกระจายตัวของพื้นที่พายุฝนส่วนมาก อยู่ระหว่าง $20 - 60 \text{ km}^2$

- ปริมาตรของพายุฝน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 87 km^3 มีลักษณะการกระจายตัวของปริมาตรพายุฝนส่วนมาก อยู่ระหว่าง $50 - 150 \text{ km}^3$

- ค่ามวลของพายุฝน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 61 ktons (กิโลตัน) มีลักษณะการกระจายตัวของมวลพายุฝนส่วนมาก อยู่ระหว่าง $50 - 100 \text{ ktons}$

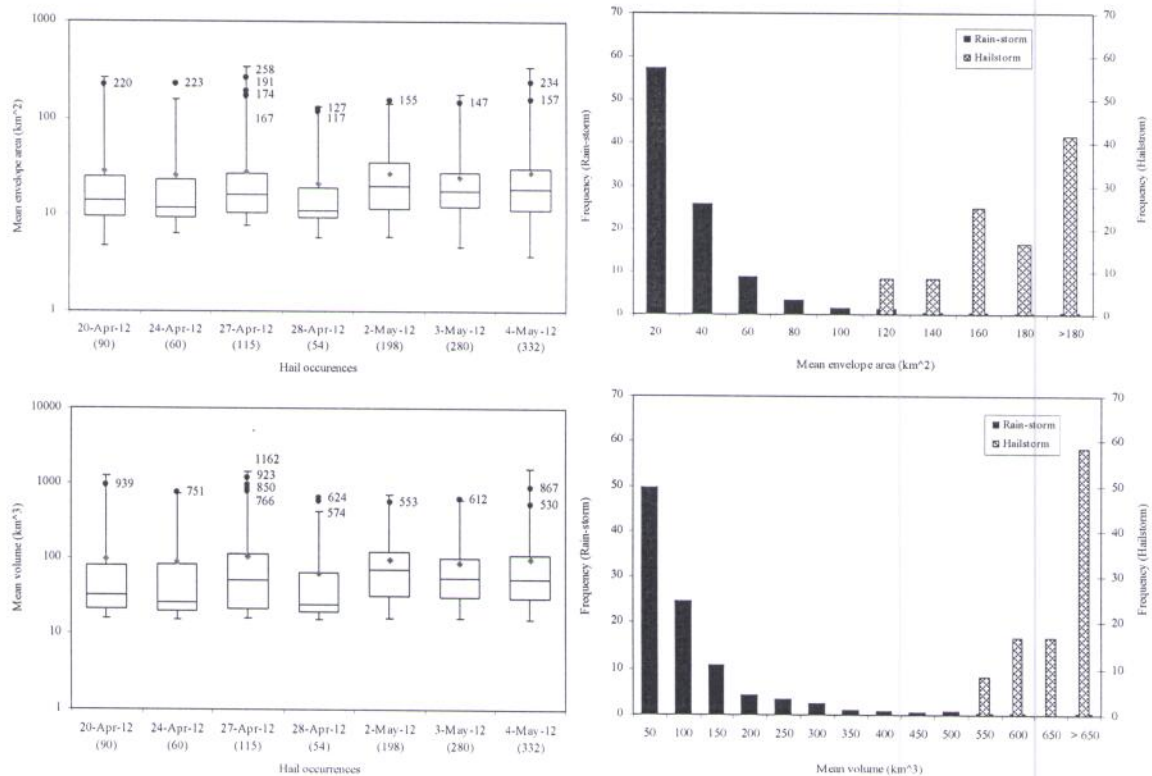
(๒) เหตุการณ์พายุลูกเห็บ

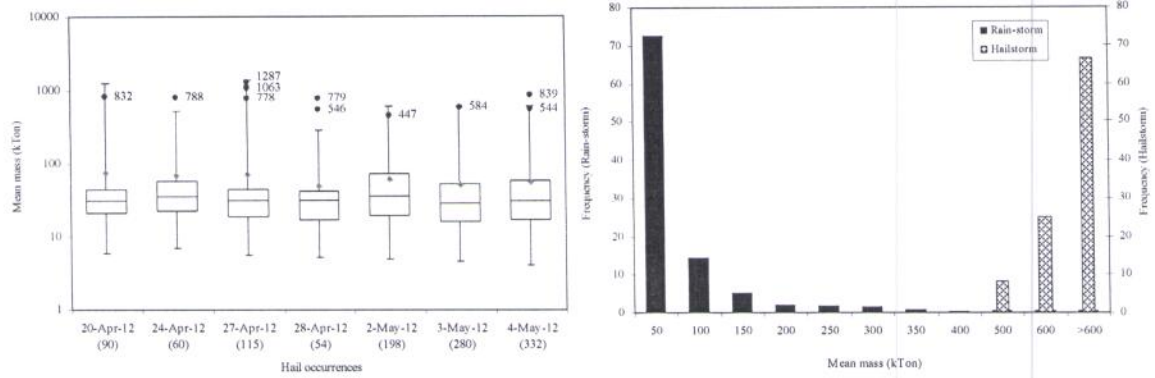
- พื้นที่พายุลูกเห็บเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ 180 km^2 และมีลักษณะการกระจายตัวของพื้นที่พายุลูกเห็บส่วนมาก ตั้งแต่ 160 km^2

- ปริมาตรของพายุลูกเห็บ มีค่าเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ 762 km^3 มีลักษณะการกระจายตัวของปริมาตรพายุลูกเห็บส่วนมาก ตั้งแต่ 600 km^3

- ค่ามวลของพายุลูกเห็บ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 758 ktons (กิโลตัน) มีลักษณะการกระจายตัวของมวลพายุลูกเห็บส่วนมาก ตั้งแต่ 600 ktons

ผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า พื้นที่ ปริมาตร และมวลของเหตุการณ์พายุลูกเห็บมีค่ามากกว่าพายุฝนปกติในช่วงฤดูร้อนอย่างเห็นได้ชัดในทุกๆ เหตุการณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของคุณลักษณะพายุลูกเห็บทั้งในเชิงขนาดและปริมาณได้เป็นอย่างดี รายละเอียดลักษณะการกระจายตัวเชิงพื้นที่ ปริมาตร และมวลพายุในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุฝน แสดงได้ดังรูปที่ ๙.๒.๔





รูปที่ ๙.๒.๔ แสดง (ซ้าย) Box and whisker plot ของพื้นที่ ปริมาตร และมวลของพายุฝนในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ (บนลงล่าง ตามลำดับ): จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดพายุฝน (แสดงค่าในวงเล็บ), ค่าเฉลี่ยพื้นที่ ปริมาตร และมวลของเหตุการณ์พายุฝน (จุดสีเทา), พื้นที่ ปริมาตร และมวลของเหตุการณ์พายุลูกเห็บ (จุดสีดำ) และ (ขวา) แสดงลักษณะการกระจายตัวและความถี่ของพื้นที่ ปริมาตรและมวลของพายุของเหตุการณ์พายุฝนเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุลูกเห็บ ในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเมษายน – พฤษภาคม ๒๕๕๕ จำนวน ๗ วัน บริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

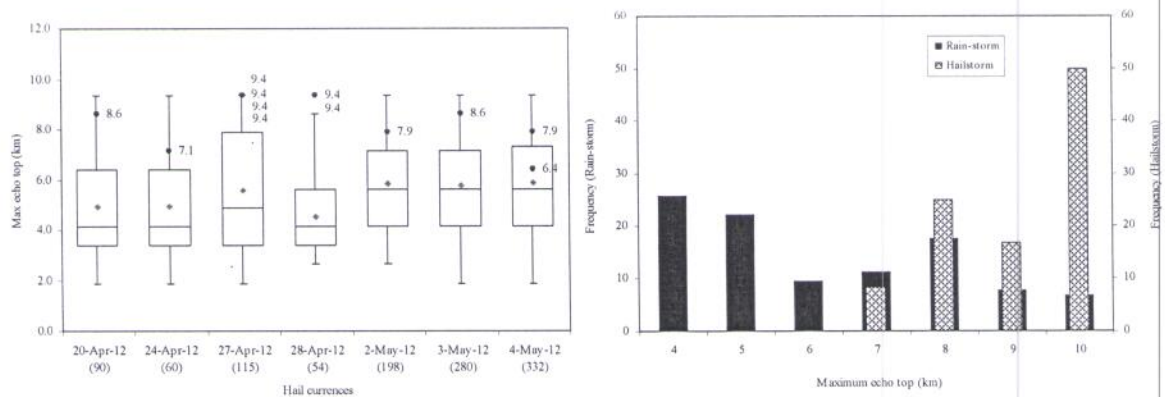
๙.๑.๕ ความสูงของพายุฝนและพายุลูกเห็บ

การศึกษาความสูงยอดเมฆของพายุฝนและพายุลูกเห็บ โดยกำหนด Minimum threshold ของค่าการสะท้อนกลับของเรดาร์ที่ระดับมากกว่าหรือเท่ากับ ๓๐ dBZ พบว่า

(๑) เหตุการณ์พายุฝน ความสูงยอดเมฆเฉลี่ย อยู่ที่ประมาณ ๕.๓ กิโลเมตร และมีลักษณะการกระจายตัวส่วนมาก อยู่ในระดับความสูง ระหว่าง ๔ - ๕ กิโลเมตร

(๒) เหตุการณ์พายุลูกเห็บ ความสูงยอดเมฆอยู่ที่ประมาณ ๘.๖ กิโลเมตร และมีลักษณะการกระจายตัวส่วนมาก อยู่ในระดับความสูง ระหว่าง ๗ - ๑๐ กิโลเมตร

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยของความสูงยอดเมฆของเหตุการณ์พายุลูกเห็บมีค่าสูงกว่าความสูงยอดเมฆในเหตุการณ์พายุฝนปกติในช่วงฤดูร้อน มากกว่า ๓ กิโลเมตร ซึ่งสามารถอนุมานได้ว่าการก่อตัวของเมฆในการเกิดพายุลูกเห็บจะต้องพลังงานอย่างมากในการยกตัวของเมฆน้ำในก้อนเมฆทางตั้งสอดคล้องกับวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บซึ่งจะพบว่าค่า CAPE ซึ่งเป็นพลังงานในการยกตัวของมวลอากาศทางแนวตั้ง มีค่าสูงมากตามไปด้วย (รายละเอียด หัวข้อที่ ๙.๑) รายละเอียดลักษณะการกระจายตัวค่าความสูงยอดเมฆในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุฝน แสดงได้ดังรูปที่ ๙.๒.๕



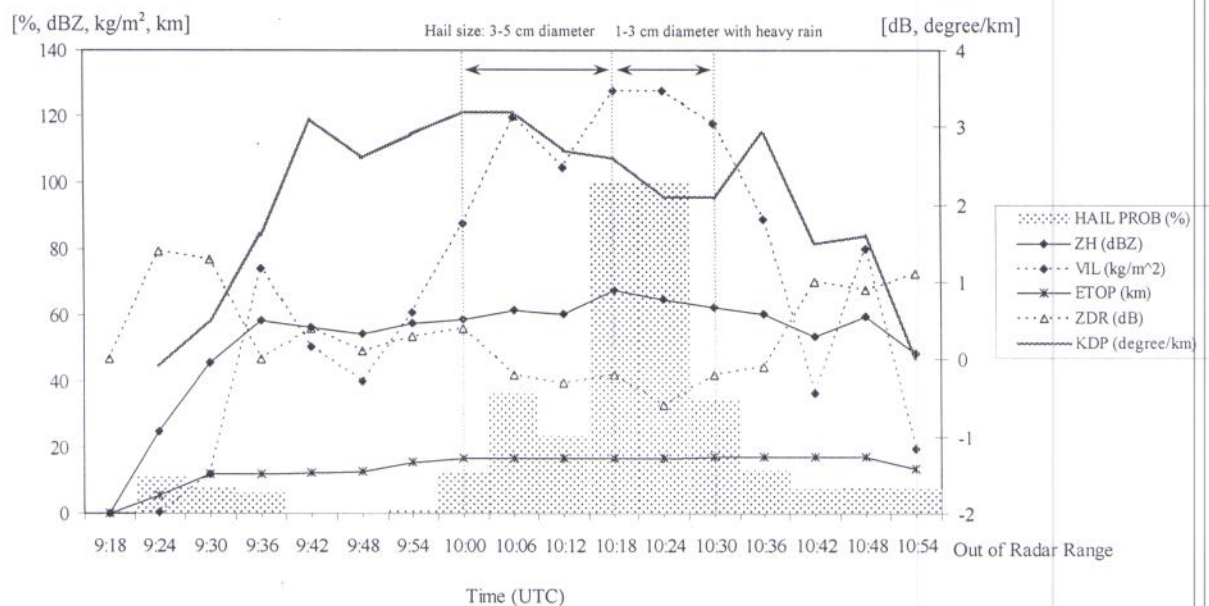
รูปที่ ๙.๒.๕ แสดง (ซ้าย) Box and whisker plot ของความสูงพายุฝนในวันที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ: จำนวนเหตุการณ์ที่เกิดพายุฝน (แสดงค่าในวงเล็บ), ค่าเฉลี่ยความสูงยอดเมฆของเหตุการณ์พายุฝน (จุดสีเทา), ความสูงยอดเมฆของเหตุการณ์พายุลูกเห็บ (จุดสีดำ) และ (ขวา) แสดงลักษณะการกระจายตัวและความถี่ของ

ความสูงพายุฝนของเหตุการณ์พายุฝนเปรียบเทียบกับเหตุการณ์พายุลูกเห็บ ในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือน
เมษายน - พฤษภาคม ๒๕๕๕ จำนวน ๗ วัน บริเวณพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย

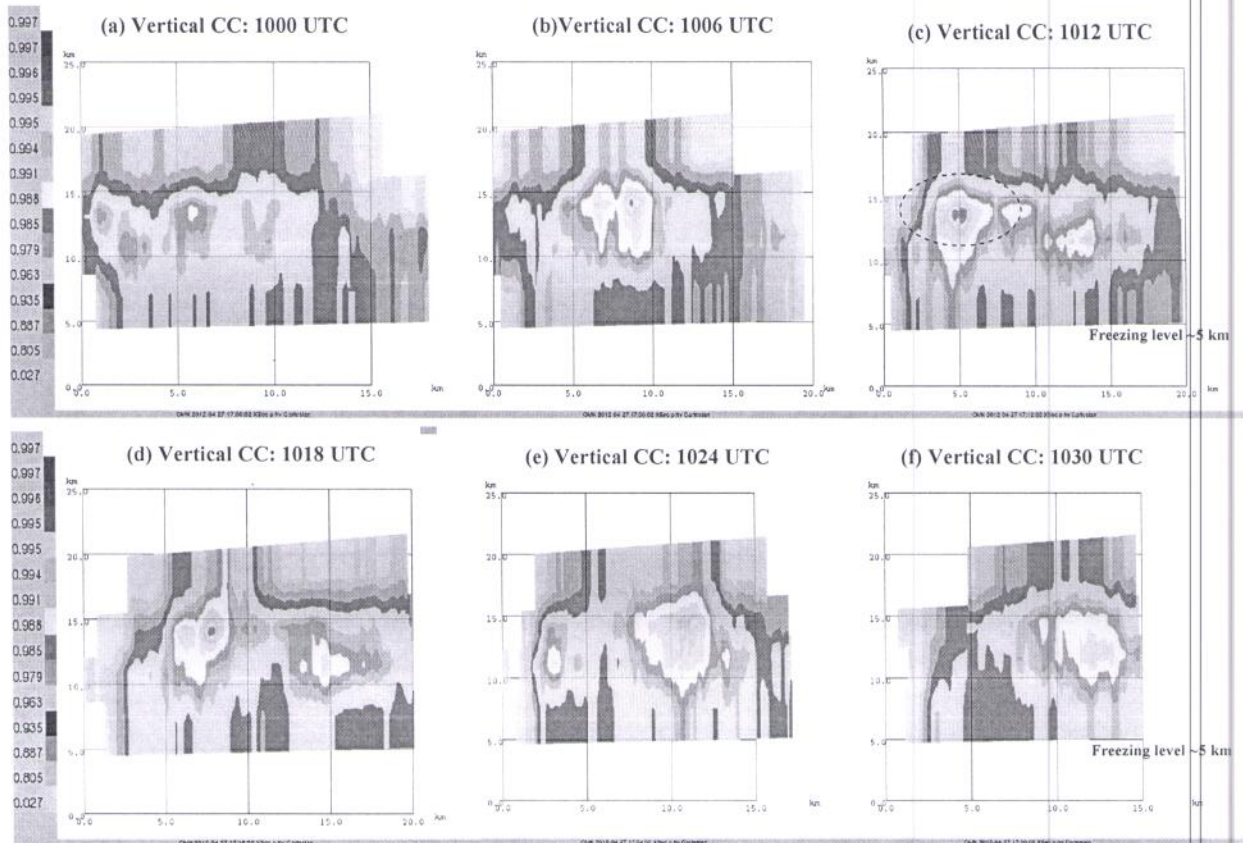
๙.๓. กรณีศึกษาการวิเคราะห์ตัวแปรการตรวจวัดด้วยเรดาร์แบบโพลาไรเซชันคู่ (Dual Polarization)
กับ เหตุการณ์เกิดพายุลูกเห็บในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อน

การศึกษาตัวแปรการตรวจวัดด้วยเรดาร์แบบโพลาไรเซชันคู่ (Dual Polarization) ความถี่ S
Band ของสถานีเรดาร์ฝนหลวง อำเภอมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ กับเหตุการณ์วันที่เกิดพายุลูกเห็บในพื้นที่
ภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อน กรณีศึกษา ณ อำเภอยางมา่น จังหวัดพะเยา วันที่ ๒๗ เมษายน
พ.ศ. ๒๕๕๕ เวลา ๑๐:๐๘ UTC อยู่ภายในรัศมีการตรวจวัด ๒๐๐ กิโลเมตร เพื่อวิเคราะห์หาตัวแปรจาก
ตรวจวัดด้วยเรดาร์แบบโพลาไรเซชันคู่ที่สามารถบ่งชี้และพยากรณ์ลักษณะของการเกิดพายุลูกเห็บในพื้นที่
ภาคเหนือ โดยการศึกษาได้คัดเลือกตัวแปรจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคุณลักษณะของพายุ
ลูกเห็บโดยใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดด้วยเรดาร์ตรวจอากาศแบบโพลาไรเซชันคู่ จำนวน ๖ ตัวแปร (Johns et
al., ๑๙๙๒; Witt et al., ๑๙๙๘) ได้แก่ (๑) ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดลูกเห็บ (Hail Prob) (๒) ค่าปริมาตร
น้ำทางแนวตั้ง (VIL) (๓) ค่าการสะท้อนกลับของกลุ่มฝนในแนวระดับ (ZH) (๔) ค่าผลต่างการสะท้อนกลับของ
กลุ่มฝนในแนวระนาบกับแนวตั้ง (ZDR) (๕) ความสูงยอดเมฆ (๖) ค่า Correlation Coefficient (CC) และ (๗)
ค่า Specific Differential Phase (KDP)

การวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรต่างๆ เชิงเวลา ตั้งแต่ระยะที่เมฆเริ่มก่อตัว เริ่มมีลูกเห็บตก (ขนาด
ที่แตกต่างกัน) จนพายุลูกเห็บสลายตัวไป แสดงได้ดังรูปที่ ๙.๓.๑ และรูปที่ ๙.๓.๒



รูปที่ ๙.๓.๑ แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรจากการตรวจวัดด้วยเรดาร์แบบโพลาไรเซชันคู่ตามเวลา
ตั้งแต่เมฆเริ่มก่อตัว เข้าสู่ระยะการพัฒนาตัวจนเกิดลูกเห็บขนาดต่างๆ และเริ่มสลายตัว จำนวน ๗ ตัวแปร
ได้แก่ (๑) ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดลูกเห็บ (Hail Prob) (๒) ค่าปริมาตรน้ำทางแนวตั้ง (VIL) (๓) ค่าการ
สะท้อนกลับของกลุ่มฝนในแนวระดับ (ZH) (๔) ค่าผลต่างการสะท้อนกลับของกลุ่มฝนในแนวระนาบกับแนวตั้ง
(ZDR) (๕) ความสูงยอดเมฆ (๖) ค่า Specific Differential Phase (KDP) ของเหตุการณ์พายุลูกเห็บ อำเภอยางมา่น
จังหวัดพะเยา วันที่ ๒๗ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕



รูปที่ ๓.๑ แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร CC ตามช่วงเวลาจากภาพตัดขวางของเมฆที่เกิดพายุลูกเห็บทางแนวตั้ง รูป (a) – (f) ค่า CC แสดงค่าสูงสุด ณ ระดับความสูงเหนือระดับจุดเยือกแข็ง เวลา ๑๐๑๒ UTC ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มียูกเห็บตกถึงพื้นของเหตุการณ์พายุลูกเห็บ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา วันที่ ๒๗ เมษายน พ.ศ. ๒๕๕๕

(๑) ค่าปริมาณน้ำทางแนวตั้ง (VIL) มีค่ามากกว่า 120 kg/m^3 ขณะที่เมฆพัฒนาตัวจนเริ่มมียูกเห็บตก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพายุลูกเห็บ Edwards et al., (๑๙๙๘) โดยใช้เรดาร์ตรวจอากาศแบบ WSR-๘๘D ประเทศสหรัฐอเมริกา และค่าความน่าจะเป็นในการเกิดลูกเห็บ (Hail Prob) สามารถแสดงค่า ๑๐๐% ขณะที่เกิดเหตุการณ์พายุลูกเห็บ

(๒) ขณะที่เริ่มมียูกเห็บตก ค่าการสะท้อนกลับของกลุ่มฝนในแนวระดับ (ZH) มีค่ามากกว่า 60 dBZ ความสูงยอดเมฆ (Threshold ที่ 8 dBZ) มากกว่า ๑๗ กิโลเมตร และค่าผลต่างการสะท้อนกลับของกลุ่มฝนในแนวระนาบกับแนวตั้ง (ZDR) มีค่าระหว่าง -0.6 ถึง 0.5 dB (Houze, ๑๙๙๐; Aydin et al., ๑๙๙๐; Bringi et al., ๑๙๘๘; Bringi et al., ๑๙๘๖; Illingworth et al., ๑๙๘๖)

(๓) ขณะที่เริ่มมียูกเห็บตก ค่า Correlation Coefficient (CC) มีค่าระหว่าง 0.9๘๘ ถึง 0.9๙๖ ที่ระดับความสูงเหนือระดับจุดเยือกแข็ง (ประมาณ ๑๐ กิโลเมตร) และค่า Specific Differential Phase (KDP) ซึ่งโดยปกติใช้สำหรับการตรวจวัดพื้นที่ฝนตกหนัก มีค่าระหว่าง 2.1 ถึง 3.2 deg/km (Angela et al., ๒๐๐๕; Smyth et al., ๑๙๙๙)

๑๐. สรุปผลการการศึกษา

๑๐.๑ จากการศึกษาพบว่า ตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์สภาพอากาศของการเกิดพายุลูกเห็บ ประกอบด้วย ค่าเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศระดับต่ำ (LI), ค่าเสถียรภาพของชั้นบรรยากาศระดับกลาง (SI) และค่าพลังงานในการยกตัวของอากาศ (CAPE) จากการเปรียบเทียบข้อมูลของเหตุการณ์ที่เกิดพายุลูกเห็บเปรียบเทียบกับวันที่เกิดพายุฝนหรือพายุฝนฟ้าคะนองโดยทั่วไปในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนเดือนเมษายน และพฤษภาคม ๒๕๕๕ ในพื้นที่ภาคเหนือ พบว่า ค่า LI, SI และ CAPE ในวันที่เกิดพายุลูกเห็บมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของวันที่เกิดพายุฝนปกติในทุกเหตุการณ์ โดยค่า LI และ SI มีค่าอยู่ระหว่าง -๑ ถึง -๔ และค่า CAPE มีค่ามากกว่า ๒,๕๐๐ J/kg ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาตัวของกลุ่มเมฆที่มีศักยภาพในการเกิดพายุลูกเห็บ เกิดจากความไม่เสถียรภาพของชั้นบรรยากาศในระดับต่างๆ และพลังงานในการยกตัวหรือกระแส Updraft เพื่อเร่งกระบวนการในการที่เมฆเจริญเติบโตในแนวตั้งและเหนี่ยวนำให้เกิดลูกเห็บได้

๑๐.๒ การศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบคุณลักษณะของพายุลูกเห็บกับลักษณะของพายุฝน/กลุ่มฝนโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเรดาร์ โดยการใช้ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับ (Radar reflectivity) ในการจำแนกพายุฝนและทำการนำเสนอข้อมูลคุณสมบัติของพายุฝนที่สำคัญ ระหว่างเมษายนและพฤษภาคม ๒๕๕๕ จำนวน ๗ วันในช่วงฤดูร้อนบริเวณภาคเหนือประเทศไทย แบ่งเป็น เหตุการณ์การเกิดพายุฝน ๑,๑๒๙ เหตุการณ์ และการเกิดพายุลูกเห็บ จำนวน ๑๒ เหตุการณ์ โดยอาศัยการประมวลผลและการคัดเลือกข้อมูลพายุฝนด้วยโปรแกรม Thunderstorm Identification and Tracking Analysis and Nowcasting (TITAN) ในช่วงฤดูร้อน จำนวน ๗ ตัวแปร ประกอบด้วยช่วงอายุ ปริมาตร มวล ขนาด ค่าการสะท้อนเฉลี่ย/สูงสุด และความเร็วในการเคลื่อนที่ จากการวิเคราะห์ความผันแปรและการแจกแจงความถี่ของคุณลักษณะของเหตุการณ์พายุลูกเห็บและพายุฝนในแต่ละตัวแปรแสดงให้เห็นถึงขอบเขตและแนวโน้มของพฤติกรรมของพายุลูกเห็บ พบว่า ช่วงอายุของเหตุการณ์ที่เกิดพายุลูกเห็บมีช่วงอายุที่ยาวนานกว่า มีค่าการสะท้อนสูงสุด ความเร็วการเคลื่อนที่ ขนาด (พื้นที่และความสูง) มวลและปริมาตรของพายุมากกว่าเมื่อเทียบกับคุณลักษณะของเหตุการณ์พายุฝน/กลุ่มฝนที่เกิดขึ้นโดยทั่วไปในช่วงฤดูร้อนของพื้นที่ภาคเหนือ

๑๐.๓ กรณีศึกษาการวิเคราะห์ค่าตัวแปรที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเรดาร์แบบโพลาไรเซชันคู่ (Dual Polarization) กับเหตุการณ์เกิดพายุลูกเห็บในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อน ของเหตุการณ์การเกิดพายุลูกเห็บ ณ อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา เมื่อวันที่ ๒๗ เมษายน ๒๕๕๕ จากการศึกษาค่าตัวแปรต่างๆ พบว่า ตัวแปรสำคัญที่บ่งชี้ลักษณะของการเกิดพายุลูกเห็บ ได้แก่ ค่าความน่าจะเป็นในการเกิดลูกเห็บ (Hail Prob) มีค่า ๑๐๐% ค่าปริมาตรน้ำทางแนวตั้ง (VIL) มีค่ามากกว่า ๑๐๐ kg/m^๒, ค่าการสะท้อนกลับของกลุ่มฝนในแนวระดับ (ZH) มีค่ามากกว่า ๖๐ dBZ, ค่าผลต่างการสะท้อนกลับของกลุ่มฝนในแนวระนาบกับแนวตั้ง (ZDR) มีค่าเข้าใกล้ศูนย์, ความสูงยอดเมฆมากกว่า ๑๗ กิโลเมตร ค่า Correlation Coefficient (CC) มีค่าอยู่ระหว่าง ๐.๙๘๘ ถึง ๐.๙๙๖ และค่า Specific Differential Phase (KDP) อยู่ระหว่าง ๒.๑ ถึง ๓.๒ deg/km

๑๑. ข้อเสนอแนะ

๑๑.๑ ระบบเรดาร์ตรวจอากาศที่ใช้งานควรมีการบำรุงรักษาระบบอย่างเป็นระบบ เปิดใช้งานอย่างต่อเนื่อง ๒๔ ชั่วโมง และมีความเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน และกำหนดจัดติดตั้งระบบเรดาร์ตรวจอากาศให้มีพื้นที่การตรวจวัดครอบคลุมพื้นที่เสี่ยงการเกิดพายุลูกเห็บ ทั้งในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อให้สามารถศึกษาลักษณะและโครงสร้างของพายุลูกเห็บ ตรวจวัดและติดตามพายุลูกเห็บได้อย่างต่อเนื่อง รวมทั้ง การพัฒนาระบบเรดาร์ปัจจุบันให้เป็นแบบโพลาไรเซชันคู่ (Dual Polarization) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจวัดลูกเห็บ และการบูรณาการข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศร่วมกับกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อใช้ในการเฝ้าระวัง ติดตาม และการเตือนภัยการเกิดพายุลูกเห็บในพื้นที่เสี่ยงได้

..... ๑๑.๒ กรมฝนหลวงและการบินเกษตรควรกำหนดแนวทางการวิจัยและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ และเข้าใจคุณสมบัติและพฤติกรรมของพายุฝน และการเกิดพายุลูกเห็บแข็งพื้นที่ รวมทั้งการพัฒนาระบบการพยากรณ์และการเฝ้าระวังการเกิดพายุลูกเห็บแข็งพื้นที่ในพื้นที่เสี่ยงต่างๆ เช่น ในพื้นที่ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งการพยากรณ์ระยะสั้น (Short Range Forecast) ระยะสั้นมาก (Very Short Range Forecast) และระยะปัจจุบัน (Nowcasting) ให้สามารถคาดการณ์โอกาสของการเกิดพายุลูกเห็บ เพิ่มประสิทธิภาพการดัดแปรสภาพอากาศเพื่อยับยั้งลูกเห็บได้ตรงเป้าหมาย และทันต่อการเกิดพายุลูกเห็บซึ่งมีการพัฒนาตัวอย่างรวดเร็ว

..... ๑๑.๓ ปัญหาที่สำคัญของการพัฒนาองค์ความรู้ด้านพฤติกรรมของพายุฝนและการเกิดพายุลูกเห็บแข็งพื้นที่ มีสาเหตุสำคัญมาจากการขาดการออกแบบระบบฐานข้อมูล และการจัดเก็บข้อมูลและลักษณะสำคัญของเหตุการณ์ภัยพิบัติในพื้นที่อย่างต่อเนื่องและเป็นระบบ โอกาสการเกิดพายุลูกเห็บในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อย และมีการกระจายตัวในหลายพื้นที่ ดังนั้น การพัฒนาเครือข่ายอาสาสมัครฝนหลวงในพื้นที่ เพื่อช่วยในการเก็บหรือบันทึกข้อมูลการเกิดลูกเห็บ (หรือข้อมูลภัยพิบัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง) จะเป็นการบริหารและจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เป็นระบบมากขึ้น และสามารถเพิ่มจำนวนข้อมูลของเหตุการณ์ภัยพิบัติเชิงพื้นที่ได้มากยิ่งขึ้น เป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญสำหรับนักวิจัย และนักวิทยาศาสตร์ในการพัฒนางานวิจัยในพื้นที่ได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

๑๒. ประโยชน์ที่ได้รับ

..... ๑๒.๑ กรมฝนหลวงและการบินเกษตรมีข้อกำหนดและแนวทางการปฏิบัติสำหรับการพยากรณ์การเกิดพายุลูกเห็บเพื่อการวางแผนตัดสินใจในการกิจการปฏิบัติการฝนหลวงเพื่อยับยั้งลูกเห็บประจำวันในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทยในช่วงฤดูร้อน โดยแบ่งการพยากรณ์การเกิดพายุลูกเห็บประจำวัน ออกเป็น ๒ ระดับ ได้แก่ การพยากรณ์ศักยภาพของการเกิดลูกเห็บประจำวันจากข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบนและการพยากรณ์ศักยภาพและคุณสมบัติของกลุ่มเมฆทางแนวตั้งในระยะปัจจุบัน (Nowcasting) จากข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศแบบโพราไรเซชันคู่

..... ๑๒.๒ ข้อมูลการตรวจวัดด้วยเรดาร์ตรวจอากาศ และข้อมูลการตรวจอากาศชั้นบน สามารถนำมาสร้างองค์ความรู้ด้านเมฆฟิสิกส์ และพฤติกรรมที่สำคัญของการเกิดพายุลูกเห็บของภาคเหนือประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานเชิงพื้นที่ที่สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพในการกิจการบรรเทาภัยพิบัติจากการเกิดลูกเห็บของกรมฝนหลวงและการบินเกษตรได้

..... ๑๒.๓ ขยายกรอบแนวคิดการดำเนินการ เพื่อเข้าใจถึงคุณลักษณะ คุณสมบัติ และพฤติกรรมของพายุลูกเห็บ ของพื้นที่ภาคเหนือให้มากยิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถใช้เป็นต้นแบบในการดำเนินการในพื้นที่อื่นๆ ในแต่ละภูมิภาคของประเทศได้ต่อไป

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....

(นายภักดี จันทรเกษ)

ผู้เสนอผลงาน

๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

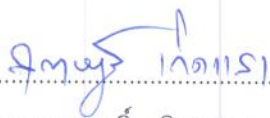
ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของผู้เสนอข้างต้นถูกต้องตรงกับความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....

(นายฉันทิ เดชโยธิน)

ผู้ร่วมดำเนินการ

๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

ลงชื่อ.....

(นายสุกฤษฎ์ เกิดแสง)

ผู้ร่วมดำเนินการ

๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

ลงชื่อ.....

(นางสาวอริศรา นาคบุรี)

ผู้ร่วมดำเนินการ

๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

ลงชื่อ.....

(นายเกษม มังคะลา)

ผู้ร่วมดำเนินการ

๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

ได้ตรวจสอบแล้วขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นถูกต้องตรงกันกับความเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....

()

ตำแหน่ง.....

/ /

(ผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมดูแลการดำเนินการ)

ลงชื่อ.....

(นายปณิธิ เสมอวงษ์)

ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการฝนหลวง

๒๒ ส.ค. ๒๕๖๐

แบบพิจารณาคุณสมบัติของบุคคล

ตอนที่ ๑ ข้อมูลส่วนบุคคล

๑. ชื่อ (ผู้ขอรับการประเมิน)	นายภักดี จันทรเกษ		
๒. ตำแหน่ง (ปัจจุบัน)	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ		
ตำแหน่งเลขที่	๑๔๓		
กลุ่ม	วิชาการปฏิบัติการฝนหลวง		
กอง	ปฏิบัติการฝนหลวง		
กรม	ฝนหลวงและการบินเกษตร		
ดำรงตำแหน่งนี้เมื่อ	๒๐ มิถุนายน ๒๕๕๗		
อัตราเงินเดือนปัจจุบัน	๓๔,๗๖๐ บาท		
อัตราเงินเดือนในปีงบประมาณที่แล้ว	๓๕,๖๐๐ บาท		
๓. ขอประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง	นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ		
ตำแหน่งเลขที่	๕		
กลุ่ม	-		
กอง	-		
กรม	ฝนหลวงและการบินเกษตร		
๔. ประวัติส่วนตัว (จาก ก.พ. ๗)			
เกิดเมื่อวันที่	๑ เดือน กันยายน พ.ศ. ๒๕๑๘		
อายุราชการ	๑๘ ปี - เดือน		
๕. ประวัติการศึกษา			
คุณวุฒิและวิชาเอก	ปีที่สำเร็จการศึกษา	สถาบัน	
(ปริญญา / ประกาศนียบัตร)			
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	๒๕๔๑	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	
(วิศวกรรมไฟฟ้า)			
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	๒๕๕๐	สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหาร	
(สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม)		ลาดกระบัง	
๖. ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ (ถ้ามี) (ชื่อ-ใบอนุญาต ใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมเลข			
ทะเบียน กฟส.๙๕๒๕)			
วันออกใบอนุญาต	๒๙ ตุลาคม ๒๕๕๖	วันหมดอายุ	
		๒๘ ตุลาคม ๒๕๖๑	
๗. ประวัติการรับราชการ (จากเริ่มรับราชการจนถึงปัจจุบัน แสดงเฉพาะที่ได้รับแต่งตั้งให้ ดำรงตำแหน่งในระดับสูง			
ขึ้นแต่ละระดับ และการเปลี่ยนแปลงในการดำรงตำแหน่งในสายงานต่างๆ)			
วันเดือนปี	ตำแหน่ง	อัตราเงินเดือน	สังกัด
๒ ส.ค. ๒๕๔๒	นักวิทยาศาสตร์ ๓	๖,๓๖๐	สฟษ
๒ ส.ค. ๒๕๔๔	นักวิทยาศาสตร์ ๔	๗,๓๘๐	สฟษ
๑ ต.ค. ๒๕๔๖	นักวิทยาศาสตร์ ๕	๘,๐๔๐	สฟษ
๑๑ ก.ย. ๒๕๔๙	นักวิทยาศาสตร์ ๖ว	๑๓,๐๘๐	สฟษ
๙ ธ.ค. ๒๕๕๑	นักวิทยาศาสตร์ ๗ว	๑๖,๗๒๐	สฟษ
๑๑ ธ.ค. ๒๕๕๑	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	๑๖,๗๒๐	สฟษ
๒๓ ก.ย. ๒๕๕๖	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	๒๕,๗๖๐	กรมฝนหลวงฯ
๒๐ มิ.ย. ๒๕๕๗	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	๓๔,๗๖๐	กรมฝนหลวงฯ

ตอนที่ ๑ ข้อมูลส่วนบุคคล (ต่อ)

๘. ประวัติการฝึกอบรมหรือดูงาน

ปี	ระยะเวลา	หลักสูตร	สถาบัน
๒๕๔๗	๑๘-๒๑ มี.ค. ๒๕๔๗	โครงการฝึกอบรมสูตร นักปฏิบัติการฝนหลวง	ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน
๒๕๔๗	๒๐-๒๑ มี.ค. ๒๕๔๗	การปฏิบัติการฝนหลวงภัยแล้ง	ศูนย์ฝนหลวงหัวหิน
๒๕๔๗	๗-๑๘ มี.ย. ๒๕๔๗	DTEC Preparation Course	Bits (Thailand).
๒๕๔๗	๑๓-๑๙ ก.ค. ๒๕๔๘	การปฏิบัติการทางเทคนิค การทำฝนหลวง	สผช.
๒๕๔๘	๑๕-๒๖ ส.ค. ๒๕๔๗	วิธีการสร้างและดูแลเว็บไซต์ด้วย โปรแกรม Dreamweaver MX๒๐๐๔	Bits (Thailand).
๒๕๔๘	๑๔-๑๖ พ.ย. ๒๕๔๘	ยุทธศาสตร์การพัฒนาฝนหลวง ตามแนวพระบรมราโชบายและ และเทคนิคกรรมวิธีพระราชทาน	สถาบันเกษตรราธิการ
๒๕๔๘	๒-๘ ส.ค. ๒๕๔๙	อบรมนักวิทยาศาสตร์	สผช.
๒๕๕๐	๒๓-๓๐ มี.ค. ๒๕๔๙	การบริหารความเสี่ยง (Risk Management)	กระทรวงการต่างประเทศ
๒๕๕๐	๑๓ พ.ย. ๒๕๔๙ ถึง ๑๓ มี.ค. ๒๕๕๐	Enterprise Java for Professional Developer (นักพัฒนาโปรแกรม มืออาชีพด้วยจาวา ชุดวิชา JAVA Web Pro ๑๓๒ ชั่วโมง	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
๒๕๕๑	๑๕ ก.ย. ๒๕๕๑ ถึง ๒๙ ต.ค. ๒๕๕๑	International Training Course on Satellite and Radar	WMO Regional Training Center (RTC) Nanjing
๒๕๕๓	๑-๑๒ ก.พ. ๒๕๕๓	Preparation for the TICA Examination (Group๒)	สถาบันเกษตรราธิการและ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
๒๕๕๓	๓๐ พ.ย. ๒๕๕๓ ถึง ๑๓ ธ.ค. ๒๕๕๓	การใช้งาน การบำรุงรักษา ระบบเรดาร์ (EEC Dual) Polarization) และระบบซอฟต์แวร์ TITAN/CIDD	Marwin Technologies Co., Ltd.
๒๕๕๕	๑๑-๓๐ ต.ค. ๒๕๕๕	การใช้งาน การบำรุงรักษา ระบบเรดาร์ (Gematronik) Rainbow และระบบซอฟต์แวร์ TITAN/CIDD	Genomach Co., Ltd.
๒๕๕๕	๒๐-๒๔ พ.ย. ๒๕๕๕	Mobile Radar Model DWSR-๓๕๐๑C (EEC)	Marwin Technologies Co., Ltd.
๒๕๕๕	๑๔ ก.พ. ๒๕๕๕ ถึง ๗ มี.ค. ๒๕๕๕	การใช้งาน การบำรุงรักษา Cloud Physics and Instrumentation	SPEC Incorporated Boulder CO, USA

ตอนที่ ๑ ข้อมูลส่วนบุคคล (ต่อ)

๒๕๕๔	๒-๔ มี.ค. ๒๕๕๔	PCASP and CCN	Droplet Measurement Technologies
			Boulder CO, USA.
๒๕๕๔	๑-๑๖ ก.ย. ๒๕๕๔	Cloud Physics and Instrumentation: Review	SPEC Incorporated
		And Installation in Thailand	
๒๕๕๖	๒-๖ ธ.ค. ๒๕๕๕	การใช้งาน การบำรุงรักษา ระบบ Microwave Profiler	Scientific Research Co., Ltd.
๒๕๕๗	๒๑ เม.ย. ๒๕๕๗ ถึง ๓๐ พ.ค. ๒๕๕๗	Intensive English Language Course (ILC)	สถาบันต่างประเทศ
			เทวระวงศ์วิศวกรรม
			กระทรวงต่างประเทศ
๒๕๕๙	๑๐-๑๓ พ.ค. ๒๕๕๙	Training Workshop on Application of Radar Observation Data for Numerical Weather Prediction	กรมอุตุนิยมวิทยา
๒๕๕๙	๓๐ พ.ค. - ๓ มิ.ย. ๒๕๕๙	Training Workshop on Data Assimilation for Precipitation Nowcasting	กรมอุตุนิยมวิทยา
๒๕๕๙	๑๒-๑๖ ส.ค. ๒๕๕๙	ระบบพัฒนาศูนย์ปฏิบัติการตรวจสภาพอากาศ	Scientific Research Co., Ltd.
๒๕๕๙	๑๒-๑๔ ก.ย. ๒๕๕๙	ระบบประเมินปริมาณน้ำฝน และพยากรณ์ฝนล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)

๙. ประสบการณ์ในการปฏิบัติงาน (เคยปฏิบัติงานเกี่ยวกับอะไรบ้างที่นอกเหนือ จาก ข้อ ๗ เช่น เป็นหัวหน้าโครงการ หัวหน้างาน กรรมการ อนุกรรมการ วิทยากร อาจารย์พิเศษ เป็นต้น)

๑. วิทยากรหลักสูตรอบรมหลักสูตรอุตุนิยมวิทยาขั้นสูง รุ่นที่ ๑๖ ประจำปีการศึกษา ๒๕๕๔ ระหว่างวันที่ ๑๑ มีนาคม - ๒๙ เมษายน ๒๕๕๔ ในชุดหัวข้อวิชา Cloud and precipitation; weather modification (Royal rainmaking): เรื่องเรดาร์ตรวจอากาศสำหรับการปฏิบัติการฝนหลวง
๒. วิทยากรโครงการประชุมสัมมนา การวิเคราะห์สถานการณ์เพื่อเตรียมความพร้อมและการช่วยเหลือผู้ประสบภัย พิบัติ สำนักงานป้องกันภัยและบรรเทาสาธารณภัย จังหวัดนครสวรรค์
๓. หัวหน้าวิจัยโครงการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ภาคกลาง (Radar Rainfall Estimation over the Central of Thailand) ปีงบประมาณ ๒๕๕๖

ตอนที่ ๑ ข้อมูลส่วนบุคคล (ต่อ)

๔. หัวหน้าวิจัยโครงการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ในภาคตะวันออก (Radar Rainfall Estimation over the Eastern Thailand) ปีงบประมาณ ๒๕๕๗

๕. หัวหน้าวิจัยโครงการประเมินปริมาณน้ำฝนด้วยเรดาร์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ (Radar Rainfall Estimation over the North-Eastern and Southern Thailand) ปีงบประมาณ ๒๕๕๘-๒๕๖๐

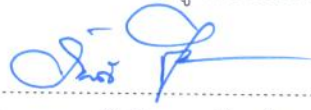
๖. หัวหน้าโครงการวิจัยเชิงปฏิบัติการ: กรณีศึกษาการทำฝนเทียมในพื้นที่ภาคเหนือโดยใช้สารดูดความชื้นแคลเซียมคลอไรด์ปีงบประมาณ ๒๕๕๙

๗. การประชุม Project Steering Committee โครงการการดัดแปรสภาพอากาศโดยเทคโนโลยีฝนหลวงวันที่ ๒๕-๒๙ พฤศจิกายน ๒๕๕๙ ณ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

๘. ที่ปรึกษาโครงการพัฒนาระบบปริมาณน้ำฝนและพยากรณ์ฝนล่วงหน้าโดยใช้ข้อมูลเรดาร์ตรวจอากาศ ปีงบประมาณ ๒๕๕๙ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน) กรุงเทพมหานคร

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลที่แจ้งไว้ในแบบฟอร์มนี้ถูกต้องและเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ)



(ผู้ขอรับการประเมิน)

(นายภักดี จันทร์เกษ)

(วันที่) ๒๒ / สิงหาคม / ๒๕๖๐

ตอนที่ ๒ การตรวจสอบคุณสมบัติของบุคคล(สำหรับหน่วยงานการเจ้าหน้าที่)

๑. คุณสมบัติการศึกษา

- (☒) ตรงตามคุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง
() ไม่ตรงแต่ก.พ. ยกเว้นตามมาตรา ๕๖

๒. ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ (ถ้ากำหนดไว้)

- () ตรงตามที่กำหนด (ใบอนุญาต)
() ไม่ตรงตามที่กำหนด
(☒) เป็นตำแหน่งที่ไม่ได้กำหนดเรื่องใบอนุญาตประกอบวิชาชีพไว้

๓. ระยะเวลาการดำรงตำแหน่ง

- (☒) ครบตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง
() ไม่ครบแต่จะครบกำหนดในวันที่

๔. ระยะเวลาขั้นต่ำในการดำรงตำแหน่ง หรือเคยดำรงตำแหน่งในสายงานที่จะแต่งตั้ง (ให้รวมถึงการดำรงตำแหน่งในสายงานอื่นที่เกี่ยวข้อง หรือเคยปฏิบัติงานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือเกี่ยวคู่ด้วย)

- (☒) ตรงตามที่ก.พ. กำหนด
() ไม่ตรง
() ส่งให้คณะกรรมการประเมินผลงานเป็นผู้พิจารณา

สรุปผลการตรวจสอบคุณสมบัติของบุคคล

- (☒) อยู่ในหลักเกณฑ์ที่จะดำเนินการต่อไปได้
() อยู่ในหลักเกณฑ์ที่จะดำเนินการต่อไปได้แต่ต้องให้คณะกรรมการประเมินผลงานเป็นผู้พิจารณาในเรื่องระยะเวลาขั้นต่ำในการดำรงตำแหน่ง
() ไม่อยู่ในหลักเกณฑ์ (ระบุเหตุผล)

(ลงชื่อ) (ผู้ตรวจสอบ)

(นางธนวรรณ ไชยพานิชย์)

ตำแหน่งผู้อำนวยการกลุ่มบริหารทรัพยากรบุคคล

วันที่ / ๓๐ ส.ค. ๒๕๖๐ /

แบบประเมินคุณลักษณะของบุคคล

ชื่อผู้ขอประเมิน.....นายภักดี จันทรเกษ.....ตำแหน่ง.....นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ.....
 ตำแหน่งเลขที่.....๑๔๓.....สังกัด.....กลุ่มวิชาการปฏิบัติการฝนหลวง กองปฏิบัติการฝนหลวง.....

ตอนที่ ๑ รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้รับ
๑. ความรับผิดชอบพิจารณาจากพฤติกรรม เช่น - เอาใจใส่ในการทำงานที่ได้รับมอบหมายและหรืองานที่เกี่ยวข้องอย่างมีประสิทธิภาพ - ยอมรับผลงานของตนเองทั้งในด้านความสำเร็จและความผิดพลาด - พัฒนาและปรับปรุงงานในหน้าที่ให้ดียิ่งขึ้นและหรือแก้ไขปัญหหรือข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เช่น งานใดที่สำเร็จและได้รับผลดีแล้วก็พยายามปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นไปอีกเรื่อยๆ หรืองานใดที่พบว่ามีปัญหาหรือข้อผิดพลาดก็พยายามแก้ไขไม่ละเลยหรือปล่อยทิ้งไว้จนเกิดปัญหาเช่นนั้นซ้ำๆ อีก	๒๐	๒๐
๒. ความคิดริเริ่มพิจารณาจากพฤติกรรม เช่น - คิดค้นระบบ แนวทาง วิธีดำเนินการใหม่ๆ เพื่อประสิทธิผลของงาน - แสดงความคิดเห็นให้ข้อเสนอแนะอย่างสมเหตุสมผลและสามารถปฏิบัติได้ - แสวงหาความรู้ใหม่ๆ เพิ่มเติมอยู่เสมอโดยเฉพาะในสายวิชา/งานของตน - ตรวจสอบ ปรับปรุง แก้ไข หรือดัดแปลงวิธีทำงานให้มีประสิทธิภาพและก้าวหน้าอยู่ตลอดเวลา - สนใจในงานที่ยุ่งยากซับซ้อน - มีความไวต่อสถานการณ์หรือความฉับไวในการรับรู้สิ่งเร้าภายนอก	๒๐	๒๐
๓. การแก้ไขปัญหาและการตัดสินใจพิจารณาจากพฤติกรรม เช่น - วิเคราะห์หาสาเหตุก่อนเสมอเมื่อประสบปัญหาใดๆ - วิเคราะห์หาแนวทางแก้ปัญหาโดยมีทางเลือกปฏิบัติได้หลายวิธี - เลือกทางปฏิบัติในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสม - ใช้ข้อมูลประกอบในการตัดสินใจและแก้ปัญหา (ไม่ใช้ความรู้สึกของตนเอง)	๑๐	๗

ตอนที่ ๑ รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้รับ
๔. ความประพฤติดิจิพิจารณาจากพฤติกรรม เช่น - รักษาวินัย - ให้ความร่วมมือกับเพื่อนร่วมงาน - ปฏิบัติงานอยู่ในกรอบของข้อบังคับว่าด้วยจรรยาบรรณ ของข้าราชการพลเรือน	๑๐	๓
๕. ความสามารถในการสื่อความหมายพิจารณาจากพฤติกรรม เช่น - สื่อสารกับบุคคลต่างๆ เช่น ผู้บังคับบัญชา เพื่อนร่วมงาน ผู้รับบริการและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ดี โดยเข้าใจถูกต้องตรงกัน - ถ่ายทอดและเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการให้ผู้อื่นเข้าใจได้ อย่างชัดเจนโดยใช้ภาษาอย่างถูกต้องเหมาะสม	๑๐	๓
๖. การพัฒนาตนเองพิจารณาจากพฤติกรรม เช่น - ติดตาม ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ หรือสิ่งที่เป็นความก้าวหน้า ทางวิชาการ/วิชาชีพอยู่เสมอ - สนใจและปรับตัวเองให้ก้าวหน้าวิทยาการใหม่ๆ ตลอดเวลา - นำความรู้และวิทยาการใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ	๑๐	๑๐
๗. วิสัยทัศน์ พิจารณาจากพฤติกรรมเช่น - คาดการณ์หรือพยากรณ์สถานการณ์ข้างหน้าอย่างมีหลักการ และเหตุผล - กำหนดกลยุทธ์และวางแผนดำเนินการเพื่อรองรับสิ่งที่คาดว่าจะ เกิดขึ้น ทั้งด้านที่เป็นผลโดยตรงหรือผลกระทบทางอ้อม	๑๕	๑๕
๘. คุณลักษณะอื่นๆ - ประสิทธิภาพการทำงาน - รับผิดชอบ - มีทักษะการสื่อสารที่ดี โดยผู้บังคับ มีผล	๕	๕
รวม	๑๐๐	๓๕

หมายเหตุ ผู้บังคับบัญชาสามารถกำหนดคุณลักษณะทั้งหมดข้างต้นเพื่อใช้ในการประเมินหรือจะกำหนดบางคุณลักษณะ หรือ
 จะเพิ่มเติมคุณลักษณะใดๆ นอกเหนือจากที่กำหนดข้างต้นได้ และให้กำหนดคะแนนเต็มของแต่ละคุณลักษณะได้
 ด้วย

ตอนที่ ๒ สรุปความเห็นในการประเมิน

ความเห็นของผู้ประเมิน

- (☒) ผ่านการประเมิน (ได้คะแนนรวมไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๖๐)
 () ไม่ผ่านการประเมิน (ได้คะแนนรวมไม่ถึงร้อยละ ๖๐)
 (ระบุเหตุผล)

(ลงชื่อผู้ประเมิน)



(นายปณิธิ เสมอวงษ์)

(ตำแหน่ง) ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการฝนหลวง

(วันที่) ๒๒ ส.ค. ๒๕๖๐

ความเห็นของผู้บังคับบัญชาเหนือขึ้นไป ๑ ระดับ

- () เห็นด้วยกับการประเมินข้างต้น
 () มีความเห็นแตกต่างจากการประเมินข้างต้น ในแต่ละรายการ ดังนี้

(ลงชื่อผู้ประเมิน)



(นายชัยรัตน์ เกื้ออรุณ)

(ตำแหน่ง) รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน

อธิบดีกรมฝนหลวงและการบินเกษตร

(วันที่) ๒๓/ส.ค. ๒๕๖๐

หมายเหตุ กรณีที่ผู้บังคับบัญชาทั้ง ๒ ระดับ เห็นควรให้ผ่านการประเมิน ให้เสนอผลงานเพื่อขอรับการประเมินได้

ตอนที่ ๒ สรุปความเห็นในการประเมิน(ต่อ)

ความเห็นของผู้มีอำนาจตามมาตร ๕๒ (กรณีที่ความเห็นของผู้บังคับบัญชาทั้ง ๒ ระดับแตกต่างกัน)

() ผ่านการประเมิน (ระบุเหตุผล)

.....

.....

.....

() ไม่ผ่านการประเมิน (ระบุเหตุผล)

.....

.....

.....

(ลงชื่อผู้ประเมิน)

(.....)

(ตำแหน่ง)

(วันที่)/...../.....

แบบแสดงรายละเอียดการเสนอผลงาน

ชื่อ นายักดิ์ จันทรเกษ

ขอประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ

ด้าน เทคโนโลยีฝนหลวง

ตอนที่ ๑ หน้าที่ความรับผิดชอบ

๑. หน้าที่ความรับผิดชอบปัจจุบัน

- ๑. ศึกษา ติดตาม วิเคราะห์ คาดหมายสถานการณ์สภาพอากาศ สถานการณ์การเพาะปลูก สถานการณ์น้ำฝน น้ำท่า น้ำเก็บกัก สถานการณ์ภัยธรรมชาติ ทั้งระยะสั้นและระยะยาว เพื่อจัดทำแผนปฏิบัติการฝนหลวงประจำปีและแผนบูรณาการกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในภาพรวมทั้งประเทศ
- ๒. ประสานงานการปฏิบัติการฝนหลวงกับหน่วยงานองค์กรเกษตรกร ผู้รับบริการหรือภาคส่วนอื่นที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนการป้องกันและแก้ไขปัญหาขาดแคลนน้ำและภัยธรรมชาติต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
- ๓. เป็นศูนย์กลางปฏิบัติการฝนหลวงช่วยเหลือประชาชนในภาพรวมของประเทศเพื่อสนับสนุนงานด้านนโยบายและการบริหารงานของกรมและกระทรวง
- ๔. ปฏิบัติงานร่วมกันหรือสนับสนุนการปฏิบัติงานของหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องหรือที่ได้รับมอบหมาย

๒. หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งที่จะแต่งตั้ง (ตามที่ ก.พ. กำหนด) (ถ้าตำแหน่งที่จะแต่งตั้งเป็นตำแหน่งเดียวกับตำแหน่งที่ดำรงอยู่ในปัจจุบัน ให้ระบุ “เช่นเดียวกับข้อ ๑”)

- ๑. ศึกษา วิเคราะห์ วิจัยทางวิทยาศาสตร์บรรยากาศ เมฆและฝน เพื่อให้เข้าใจถึงปรากฏการณ์ธรรมชาติและพฤติกรรมของเมฆฝนภายใต้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางภูมิอากาศและภูมิประเทศของประเทศไทยที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งในเชิงเวลาและสถานที่ เพื่อเป็นองค์ความรู้พื้นฐานการเพิ่มศักยภาพของการดำเนินกิจกรรมการปฏิบัติการฝนหลวง
- ๒. พัฒนาระบบวิธีการทำฝนหลวงให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและความต้องการของประชาชนในแต่ละภูมิภาค ตลอดจนป้องกันและแก้ไขปัญหาภัยแล้งและการขาดแคลนทรัพยากรน้ำของประเทศ
- ๓. ร่วมในการพัฒนาระบบข้อมูลวิทยาศาสตร์บรรยากาศ เมฆและฝนของประเทศ รวมทั้งข้อมูลการปฏิบัติการฝนหลวงและข้อมูลวิชาการที่เกี่ยวข้อง
- ๔. ให้คำปรึกษาและเสนอแนะต่อกรม ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดนโยบายเป้าหมายในกิจกรรมการปฏิบัติการฝนหลวง รวมถึงงานวิชาการที่เกี่ยวข้อง
- ๕. ให้คำปรึกษา แนะนำ ถ่ายทอดองค์ความรู้ในการพัฒนาแนวทางหลักการวิธีปฏิบัติในการดำเนินกิจกรรมด้านการปฏิบัติการฝนหลวงให้แก่นักวิทยาศาสตร์ของกรมและหน่วยงานภายนอกทั้งในและต่างประเทศ เพื่อให้เกิดการทำงานเชิงบูรณาการและการต่อยอดในการพัฒนากิจกรรมการทำฝนของไทย
- ๖. ประสานและให้ความร่วมมือกับหน่วยงานและองค์กรต่างๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเผยแพร่และเจรจาความร่วมมือทางวิชาการด้านการปฏิบัติการฝนหลวง
- ๗. ปฏิบัติงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

ตอนที่ ๒ ผลการปฏิบัติงานและหรือผลสำเร็จของงาน							
ลำดับ ที่	ผลการปฏิบัติงาน/ ผลสำเร็จของงาน (ปี พ.ศ. ที่ดำเนินการ)	สรุปผลการปฏิบัติงาน		กรณีที่เป็นผลงานร่วมกันหลายคน			การเผยแพร่ ผลงานระดับ เชี่ยวชาญ
		ขั้นตอน ในการดำเนินการ	ลักษณะที่แสดงถึง ความยุ่งยากของงาน	จำนวน ผู้ร่วม ดำเนินการ	สัดส่วนหรือ ลักษณะงาน ของผลงานที่ ตนปฏิบัติ	ระบุรายละเอียดของ ผลงานเฉพาะส่วนที่ ตนปฏิบัติ	
๑.	การประเมินปริมาณ น้ำฝนด้วยเรดาร์ภาค ตะวันออก (พ.ศ. ๒๕๕๗ - ๒๕๕๘)	๘.๑ ศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การประเมินปริมาณน้ำฝนจาก เรดาร์ตรวจอากาศจาก วารสารวิชาการตีพิมพ์ทั้งใน และต่างประเทศ ๘.๒ รวบรวมข้อมูลค่าการ สะท้อนกลับของเรดาร์ (Z) ที่ ตรวจวัดได้จากสถานีเรดาร์ฝน หลวงลัดทิพย์ในบันทึกข้อมูลมีความ สมบูรณ์และมีฝนตกกระหว่าง มีนาคม ๒๕๕๖ ถึงสิงหาคมพ.ศ. ๒๕๕๗ ในรูปแบบ Volume files (Gematronik volume file format) ๘.๓ การแปลงข้อมูลเรดาร์ Volume files ด้วยโปรแกรม TITAN เป็นรูปแบบ Meteorological Data Volume (MDV) บนระบบกัก แบบดาต้าเซียม ๘.๔ พัฒนาโปรแกรมในการอ่าน ข้อมูลค่าการสะท้อนกลับของ เรดาร์ (Z) จากข้อมูลการ ตรวจวัดเชิงปริมาตรแบบ MDV files เทียบกับจุดติดตั้งสถานีวัด	๑. ศึกษาข้อมูล การวาง รูปแบบ และการสร้าง กรอบการวิจัย การศึกษา การประเมินปริมาณน้ำฝน ด้วยเรดาร์ให้มีความเป็น สากล และการให้บริการ ยอมรับจากหน่วยงาน ภายนอก ๒. การอ่านและการแปลง ข้อมูล Volume file format เรดาร์ และข้อมูล ปริมาณน้ำฝนจำนวนมาก ๓. การตรวจสอบความ ถูกต้องของข้อมูล และการ การคัดเลือกเหตุการณ์ฝน ๔. การวิเคราะห์ และ สังเคราะห์ข้อมูลปริมาณ มาก ๕. การเขียนบทความวิจัย ฉบับภาษาอังกฤษเพื่อ นำเสนอขอตีพิมพ์วารสาร	๒	ร้อยละ ๙๐ ตนปฏิบัติ	๑. กำหนดกรอบการ ศึกษาวิจัย กรอบแนวคิด การวิจัย และวิธีการ ศึกษา ๒. ทบทวนแนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่ เกี่ยวข้อง ๓. การรวบรวมข้อมูล และการอ่านข้อมูล เบื้องต้น และตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อมูล ๔. การวิเคราะห์ข้อมูล และตรวจสอบความ ถูกต้องข้อมูล ๕. การสังเคราะห์ข้อมูล และเขียนรายงาน ๖. การเขียนบทความ การวิจัยฉบับ ภาษาอังกฤษเพื่อ นำเสนอขอตีพิมพ์ วารสารวิชาการ	ตีพิมพ์ในวารสาร International Journal of Applied Sciences and Innovation Volume 2016 No.1, หน้า 58-70 ปีที่เผยแพร่ พ.ศ. 2559

[illegible]

[illegible]

	เดือนเมษายน ถึงพฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๕๕ ในรูปแบบ Volume files (Universal volume file format; UF files) ๘.๔ การแปลงข้อมูลเรดาร์ Volume files ด้วยโปรแกรม TITAN เป็นรูปแบบ Meteorological Data Volume (MDV) บนระบบพิกัดแบบค่าที่เขียน ๘.๕ ทำการแปลงข้อมูล MDV เป็น TITANStorm/Track files เพื่อใช้ในการศึกษาคุณสมบัติของพายุฝนและพายุลูกเห็บ ๘.๖ การประมวลผลค่าดัชนี เสถียรภาพของอากาศมาตรฐาน และตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการเกิดพายุลูกเห็บ ๘.๗ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพายุฝนพายุลูกเห็บ ดัชนีเสถียรภาพและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา ๘.๘ การวิเคราะห์ข้อมูล คุณสมบัติและค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศได้ในเบื้องต้น ๘.๙ การคัดเลือกเหตุการณ์วันที่เกิดพายุลูกเห็บในวันที่มีข้อมูลเรดาร์ ค่าดัชนีเสถียรภาพและตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาจากการตรวจสอบอากาศชั้นบนที่มีความสมบูรณ์ ๘.๑๐ การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับค่าดัชนีเสถียรภาพของอากาศ (Stability Indices) ตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่สำคัญ ในวันที่เกิดพายุลูกเห็บในช่วงฤดูร้อน พื้นที่		มีหน่วยงานรับผิดชอบหลักในการบันทึก เหตุการณ์การเกิดพายุ ลูกเห็บ หรือจัดเก็บข้อมูล เหตุการณ์อย่างเป็นระบบ ๓. การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และการคัดลอกข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ๔. การเขียนบทความวิจัยฉบับภาษาอังกฤษเพื่อนำเสนอขอตีพิมพ์วารสารวิชาการ		การวิจัยฉบับภาษาอังกฤษเพื่อนำเสนอขอตีพิมพ์วารสารวิชาการ		
--	---	--	--	--	--	--	--

[illegible]

ตอนที่ ๓ การรับรองผลงาน

๑. คำรับรองของผู้ขอรับการประเมิน

ขอรับรองว่าผลงานดังกล่าวข้างต้นเป็นความจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) _____



(นายภักดี จันทรเกษ)

(ตำแหน่ง) นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

(วันที่) ...๒๒.../สิงหาคม / ๒๕๖๐

๒. คำรับรองของผู้ร่วมจัดทำผลงาน (กรณีเป็นผลงานร่วมกันหลายคน)

ขอรับรองว่าสัดส่วนหรือลักษณะงานในการดำเนินการของ) ที่เสนอไว้ข้างต้น ถูกต้องตรงตามความเป็นจริงทุกประการ

(ลงชื่อ) _____

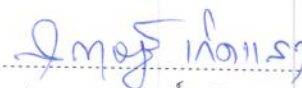


(นายฉันทิ เดชโยธิน)

(ตำแหน่ง) นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ

(วันที่) ...๒๒.../สิงหาคม / ๒๕๖๐

(ลงชื่อ) _____



(นายสุกฤษฎี เกิดแสง)

(ตำแหน่ง) นักอุตุนิยมชำนาญการพิเศษ

(วันที่) ...๒๒.../สิงหาคม / ๒๕๖๐

(ลงชื่อ) _____



(นางสาวอริศรา นาคบุรี)

(ตำแหน่ง) นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

(วันที่) ...๒๒.../สิงหาคม / ๒๕๖๐

(ลงชื่อ) _____



(นายเกษม มังคะลา)

(ตำแหน่ง) นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน

(วันที่) ...๒๒.../สิงหาคม / ๒๕๖๐

ตอนที่ ๓ การรับรองผลงาน

๓. คำรับรองของผู้บังคับบัญชา (ผู้บังคับบัญชาที่ควบคุมดูแลการปฏิบัติงาน)

ได้ตรวจสอบผลงานของ ที่เสนอให้ประเมินแล้ว เห็นว่าถูกต้องตรงตามความเป็นจริงทุกประการ
ความเห็นอื่น ๆ (ถ้ามี)

(ลงชื่อ) _____

(นายปณิธิ เสมอวงษ์)

(ตำแหน่ง) ผู้อำนวยการกองปฏิบัติการฝนหลวง

(วันที่) ๒๒ ส.ค. ๒๕๖๐

๔. คำรับรองของผู้บังคับบัญชาเหนือขึ้นไป (ผู้อำนวยการกองหรือเทียบเท่าขึ้นไป)

(ลงชื่อ) _____

(นายชัยรัตน์ เกื้ออรุณ)

(ตำแหน่ง) รองอธิบดี ปฏิบัติราชการแทน

(วันที่) อธิบดีกรมฝนหลวงและการบินเกษตร

๒๓/ส.ค. ๒๕๖๐

๕. คำรับรองของปลัดกระทรวง (กรณีขอประเมินระดับ ๙ ขึ้นไป)

(ลงชื่อ) _____

()

(ตำแหน่ง)

(วันที่) _____/_____/_____

หมายเหตุ : ๑) กรณีเป็นผลงานร่วมกันหลายคน ผู้ร่วมจัดทำผลงานทุกคนจะต้องลงชื่อในคำรับรอง และเมื่อได้ลงชื่อ
รับรองและส่งเพื่อประกอบการพิจารณาประเมินแล้ว จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขไม่ได้๒) หากพิสูจน์ได้ว่าผู้มีส่วนรวมรายใดได้ให้คำรับรองที่ไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง โดยมีเจตนาช่วยเหลือ
ผู้ขอประเมินผู้นั้น ผู้ขอประเมินอาจถูกลงโทษทางวินัยตามควรแก่กรณี