

แบบจำลองสำหรับประมาณค่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์จากอุณหภูมิอากาศแวดล้อมสำหรับประเทศไทย

Models for The estimation of Global Solar Radiation from Ambient Air Temperature for Thailand

เสริม จันทร์ฉาย^{1*}, และเพ็ญพร นิ่มนวล²

Serm Janjai^{1*}, Phenphorn Nimnuan²

Received : 15 October 2012 ; Accepted : 10 December 2012

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับประมาณค่ารังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือน ($\bar{H}$) จากค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศแวดล้อมสูงสุดและต่ำสุดรายวันเฉลี่ยต่อเดือน (ΔT) ในการพัฒนาแบบจำลองดังกล่าวจะเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลรังสีรวมรายวันและค่าสูงสุดและต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศแวดล้อมรายวันจากสถานีอุตุนิยมวิทยาจำนวน 28 แห่งในประเทศไทย จากนั้นจะทำการคำนวณค่ารายวันเฉลี่ยต่อเดือนของรังสีรวมรายวัน ($\bar{H}$) และค่ารายวันเฉลี่ยต่อเดือนของความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศรายวันสูงสุดและต่ำสุด (ΔT) พร้อมทั้งคำนวณค่ารายวันเฉลี่ยต่อเดือนของรังสีดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศโลก ($\bar{H}_0$) ในลำดับถัดไปผู้วิจัยจะเขียนกราฟระหว่าง $\bar{H}/\bar{H}_0$ กับ ΔT ผลที่ได้พบว่ากราฟของสถานีส่วนใหญ่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบของ $\bar{H}/\bar{H}_0$ กับ ΔT และมีสถานีจำนวนเล็กน้อยที่ไม่เห็นความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยได้สร้างสมการของแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{H}/\bar{H}_0$ กับ ΔT ของสถานีที่เห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองอย่างเป็นระบบ ในการทดสอบสมรรถนะของแบบจำลอง ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองของแต่ละสถานีไปคำนวณ $\bar{H}$ โดยใช้ค่า ΔT จากข้อมูลปี ค.ศ.2010 ที่สถานีนั้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีได้ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ผลที่ได้พบว่าค่า $\bar{H}$ ซึ่งคำนวณได้จากแบบจำลองและค่าจากการวัดส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกัน

คำสำคัญ: รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิอากาศแวดล้อม ประเทศไทย

Abstract

In this work, models for estimating monthly average global radiation ($\bar{H}$) from the monthly average of the difference between the daily maximum and daily minimum ambient air temperatures were developed. The development of the model was started with the collection of global solar radiation data (H), maximum air temperature data (T_{max}) and minimum air temperature data (T_{min}) from 28 meteorological stations in Thailand. Then, the values of monthly average of daily global radiation ($\bar{H}$) and the values of the monthly average of the difference between the daily maximum and daily minimum air temperatures (ΔT) were calculated. The values of monthly average daily extraterrestrial radiation ($\bar{H}_0$) were also computed. In the next step, the values of $\bar{H}/\bar{H}_0$ were plotted against those of ΔT . Graphs of $\bar{H}/\bar{H}_0$ vs ΔT from most stations demonstrated systematic relation between these two parameters. Only the data from a few stations showed non-systematic relation between $\bar{H}/\bar{H}_0$ and ΔT . Empirical models relating $\bar{H}/\bar{H}_0$ to ΔT were formulated for the stations with the systematic relation. To investigate the performance of the model

¹ รองศาสตราจารย์ ²นักศึกษานิพนธ์เอก, ห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอมะนัง จังหวัดนครปฐม 73000

* Corresponding Author; Serm Janjai, Department of Physics, Faculty of Science, Silpakorn University, Muang, Nakhon Pathom, 73000, Thailand. Email: serm@su.ac.th, โทรศัพท์: 034-270761, โทรสาร: 034-271189

of each station, the model was used to calculate $\overline{H}$ from the data of ΔT from the year 2010 at that station. These data were not involved in the model formulation. It was found that the values of $\overline{H}$ calculated from the model and those obtained from the measurements were in good agreement.

Keywords: global solar radiation, ambient air temperature, Thailand

บทนำ

ค่าความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์เป็นข้อมูลสำคัญสำหรับงานวิจัยพัฒนาและประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยทั่วไปข้อมูลดังกล่าวจะได้จากการติดตั้งเครื่องมือวัดรังสีรวมของดวงอาทิตย์และทำการวัดต่อเนื่องกันหลายปี เนื่องจากเครื่องมือวัดรังสีดวงอาทิตย์มีราคาค่อนข้างแพง และการซ่อมบำรุงดูแลรักษาเครื่องมือเป็นเวลายาวนานต้องเสียค่าใช้จ่ายมาก ทำให้จำนวนสถานีวัดรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศต่างๆ มีจำนวนจำกัดและไม่ครอบคลุมพื้นที่ของประเทศ จากปัญหาดังกล่าว นักวิจัยในประเทศต่างๆ จึงได้พยายามพัฒนาแบบจำลองสำหรับคำนวณค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จากตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับรังสีดวงอาทิตย์และมีการวัดตามสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วไป โดยตัวแปรหนึ่งที่สามารถนำมาใช้หาความเข้มรังสีของดวงอาทิตย์คือ อุณหภูมิอากาศแวดล้อม^{2,3} ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงจะขึ้นกับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวโลก เนื่องจากอุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีความสัมพันธ์กับรังสีรวมและค่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อมมีการบันทึกตามสถานีอุตุนิยมวิทยาทั่วไป ดังนั้นนักวิจัยในประเทศต่างๆ จึงได้ทำการพัฒนาแบบจำลองสำหรับประมาณค่าความเข้มรวมจากค่าอุณหภูมิอากาศแวดล้อม^{2,3} อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีดวงอาทิตย์กับอุณหภูมิอากาศแวดล้อมจะขึ้นกับภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมค่อนข้างสูง แบบจำลองของแต่ละประเทศจะต้องสร้างจากข้อมูลของประเทศนั้น สำหรับกรณีประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้จัดตั้งเครือข่ายสถานีวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ขึ้นใหม่โดยข้อมูลที่ได้จากเครือข่ายดังกล่าวยังไม่มีนำมาใช้พัฒนาแบบจำลองในลักษณะดังกล่าว ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึง

เสนอที่จะพัฒนาแบบจำลองสำหรับประมาณค่ารังสีรวมจากอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลจากเครือข่ายสถานีวัดรังสีอาทิตย์ของประเทศไทยของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานที่จัดตั้งขึ้นใหม่

การวัดและข้อมูล

ในการพัฒนาแบบจำลองสำหรับประมาณค่าความเข้มรังสีรวมจากอุณหภูมิอากาศแวดล้อมสำหรับประเทศไทย จำเป็นต้องใช้ข้อมูลความเข้มรังสีรวมและอุณหภูมิอากาศแวดล้อมซึ่งวัดที่สถานีเดียวกันในบริเวณต่างๆ ของประเทศ โดยข้อมูลอุณหภูมิอากาศแวดล้อมจะใช้ข้อมูลอุณหภูมิอากาศสูงสุดและต่ำสุด เนื่องจากผู้วิจัยได้ร่วมกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานทำการจัดตั้งเครือข่ายสถานีวัดความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ขึ้นใหม่ โดยสถานีส่วนใหญ่จะอยู่ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาซึ่งทำการวัดรังสีรวมด้วยไพราโนมิเตอร์ (pyranometer) ยี่ห้อ Kipp&Zonen (model CM11) และบันทึกข้อมูลศักย์ไฟฟ้าจากไพราโนมิเตอร์ด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล (data logger) ของ Yokogawa โดยทำการรับสัญญาณทุกๆ 1 วินาที และนำมาเฉลี่ยในช่วงเวลา 10 นาที จากนั้นจะบันทึกค่าเฉลี่ยลงในหน่วยความจำของเครื่องบันทึกข้อมูล เจ้าหน้าที่สถานีวัดจะส่งข้อมูลดังกล่าวมายังห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เดือนละ 1 ครั้ง ที่ห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยจะทำการแปลงค่าศักย์ไฟฟ้าให้เป็นค่าความเข้มรังสีรวมในหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) โดยการหารด้วยค่า sensitivity ของไพราโนมิเตอร์จากนั้นทำการอินทิเกรตค่าดังกล่าวตลอดทั้งวัน ซึ่งจะได้ค่าความเข้มรังสีรวมรายวันในหน่วย MJ/m^2 เพื่อนำมาใช้ในการพัฒนาแบบจำลอง

Table 1 Positions of solar monitoring stations and data periods used for this study

Stations	Position		Period of data for model formulation	Period of data for model validation
	Latitude	Longitude		
1. Lopburi	14.83	100.62	2002-2009	2010
2. Kanchanaburi (Thong Phaphum)	14.75	98.63	2002-2009	2010
3. Prachuabkhirikhun	11.83	99.83	2002-2009	2010
4. Tak	16.77	98.93	2006-2008	2010
5. Phetchaboon	16.43	101.15	2002-2009	2010
6. Khonkhan	16.19	102.83	2006-2009	2010
7. Nakhon Panom	17.42	104.78	2006-2009	2010
8. Surin	14.88	103.50	2006-2009	2010
9. Ubon Ratchathani (sub)	15.23	105.03	2009	2010
10. Nakhonratchasima	14.97	102.08	2002-2009	2010
11. Kanchanaburi	14.02	99.53	2005-2009	2010
12. Mae Sariang	18.17	97.93	2005-2009	2010
13. Phrae	18.16	100.17	2005-2009	2010
14. Loei	17.40	101.73	2006-2009	2010
15. Nakhon Sawan	15.80	100.17	2006-2009	2010
16. Ranong	9.98	98.62	2002-2009	2010
17. Koh Samui*	9.47	100.03	2002-2009	2010
18. Phuket	8.13	9.83	2002-2009	2010
19. Narathiwat*	6.42	101.82	2002-2009	2010
20. Chumphon	10.48	99.18	2005-2009	2010
21. Trang*	7.52	99.53	2005-2009	2010
22. Surat Thani (Punpin)	9.13	99.35	2006-2009	2010
23. Chonburi	13.37	100.98	2005-2009	2010
24. Trad	11.77	102.88	2006-2009	2010
25. Chiang Mai	18.78	98.98	2002-2009	2010
26. Ubon Ratchathani	15.25	104.87	2002-2009	2010
27. Songkhla	7.20	100.60	2002-2009	2010

เนื่องจากสถานที่ทำการวัดรังสีรวมตั้งอยู่ที่สถานีอุตุนิยมวิทยาซึ่งทำการวัดอุณหภูมิอากาศแวดล้อมต่ำสุดและสูงสุดเป็นประจำทุกวัน ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดที่วัดได้รายวันมาใช้ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลเป็น 2 ช่วง โดยช่วงที่ 1 ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองและช่วงที่ 2 สำหรับทดสอบแบบจำลอง สำหรับตำแหน่ง ช่วงเวลาของข้อมูลจะแสดงไว้ใน Table 1

การพัฒนาแบบจำลอง

โดยทั่วไปปัจจัยหลักที่ทำให้อุณหภูมิของอากาศแวดล้อมเปลี่ยนแปลงระหว่างค่าสูงสุด ($T_{\max}$) และค่าต่ำสุด ($T_{\min}$) ในแต่ละเดือน คือปริมาณรังสีอาทิตย์ (H) ที่ตกกระทบบนพื้นผิวโลกในวันนั้น ดังนั้นค่ารังสีอาทิตย์รายวันจึงมีความสัมพันธ์กับความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดของอากาศ (ΔT) ดังตัวอย่างกราฟของความสัมพันธ์ระหว่าง H/H_0 กับ ΔT จากข้อมูลของสถานีลพบุรี (ค.ศ. 2002-2009) ใน Figure 1

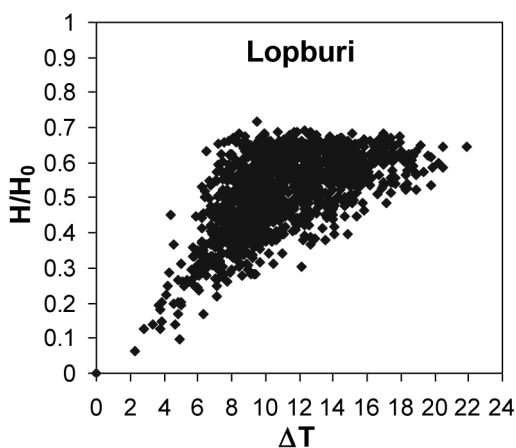
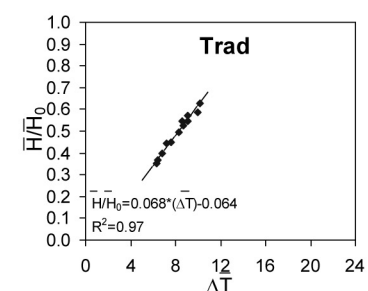
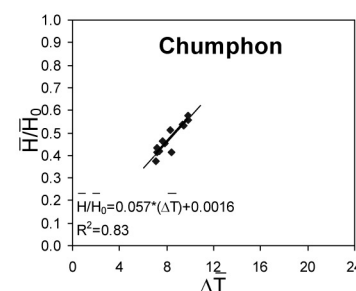
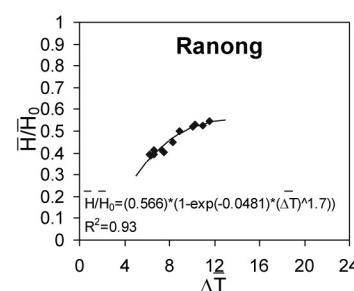
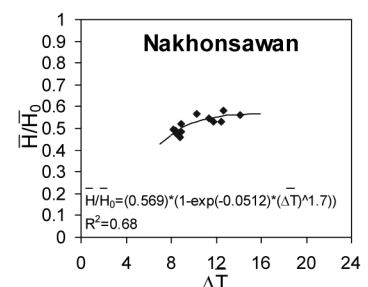
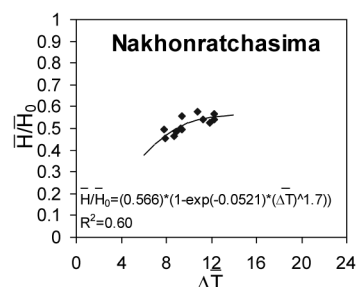
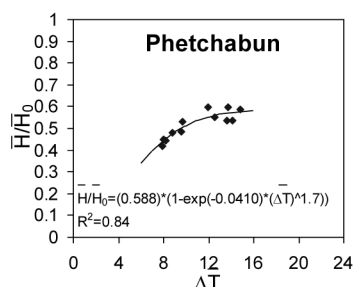
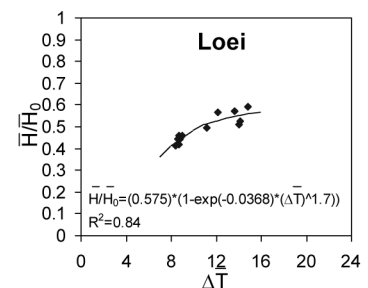
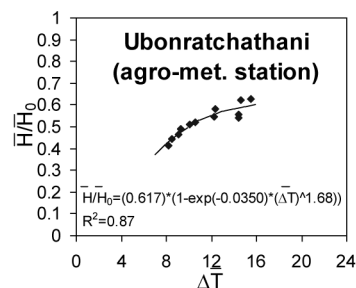
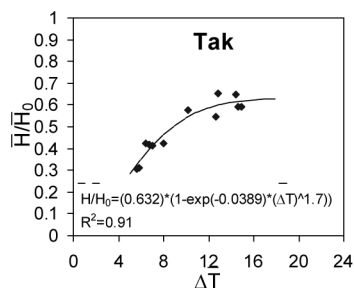
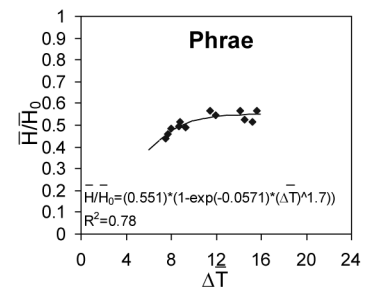
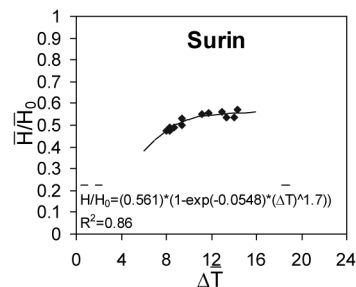
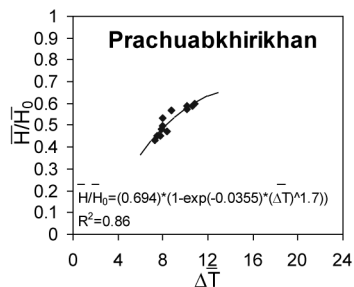
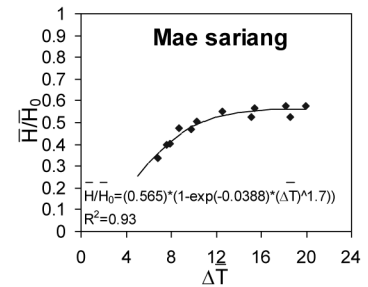
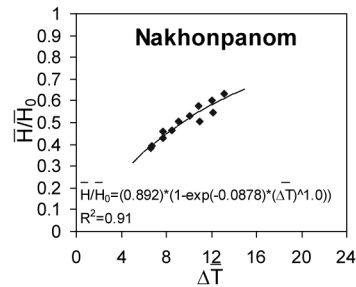
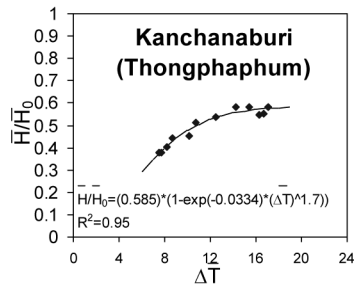
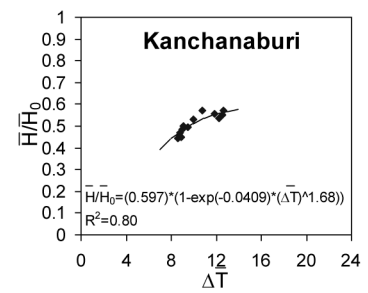
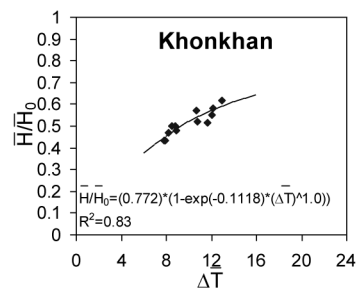
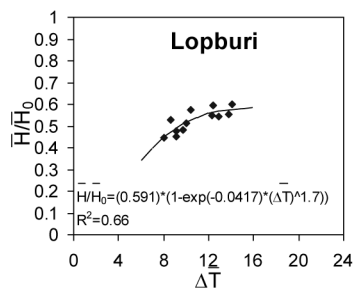


Figure 1 Scattered plot of ratio of daily global to daily extraterrestrial radiation (H/H_0) against the difference between the daily maximum and daily minimum ambient air temperatures (ΔT)

จากกราฟใน Figure 1 จะเห็นว่ากราฟมีจุดค่อนข้างกระจาย แต่ก็สังเกตเห็นแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่าง H/H_0 กับ ΔT สาเหตุที่กราฟกระจายเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ ΔT มิได้เกิดจาก H/H_0 อย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับปัจจัยอื่นๆ เช่น ความเร็วลม ปริมาณฝน และเมฆ เป็นต้น ดังนั้นการคำนวณค่า H/H_0 รายวัน จากค่า ΔT จึงมีความคลาดเคลื่อนมาก

ในงานวิจัยนี้ แทนที่จะพัฒนาแบบจำลองสำหรับคำนวณรังสีรวมรายวัน ผู้วิจัยเสนอที่จะสร้างแบบจำลองสำหรับคำนวณรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนระยะยาว โดยดำเนินการดังนี้

ในลำดับแรก ผู้วิจัยจะทำการคำนวณค่ารังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือน โดยเฉลี่ยข้อมูลเดือนเดียวกันตลอดช่วงเวลาของข้อมูลทั้งหมด ($\bar{H}$) ตัวอย่างเช่น ข้อมูลของสถานีลพบุรี เดือนมกราคม ผู้วิจัยจะนำข้อมูลเดือนมกราคม ค.ศ. 2002 ถึง 2009 มาหาค่าเฉลี่ย ได้เป็นรังสีรวมรายวันเฉลี่ยระยะยาวของเดือนมกราคม จากนั้นจะหารด้วยค่าเฉลี่ยของรังสีนอกบรรยากาศรายวัน ($\bar{H}_0$) ของเดือนมกราคม และดำเนินการเช่นนี้กับข้อมูลเดือนกุมภาพันธ์จนถึงเดือนธันวาคม ในทำนองเดียวกัน ผู้วิจัยจะทำการคำนวณค่าเฉลี่ยระยะยาวของผลต่างระหว่างอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด (ΔT) จากนั้นจะนำค่า $\bar{H}/\bar{H}_0$ มาเขียนกราฟกับค่า ΔT ผลที่ได้แสดงใน Figure 2 จากกราฟใน Figure 2 จะเห็นว่าลักษณะของกราฟแบ่งได้เป็น 3 แบบ ได้แก่ กราฟมีลักษณะเป็นเส้นโค้ง กราฟแบบเส้นตรง และกราฟที่ไม่เป็นระบบ กรณีกราฟแบบเส้นโค้ง สถานีส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ที่ไม่อยู่ใกล้ทะเล โดยจุดกราฟของแต่ละสถานีจะเรียงต่อเนื่องแนวเส้นโค้งอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถแทนได้ด้วยสมการตาม Table 2 สำหรับกราฟแบบเส้นตรง (สถานีตราด ชุมพร และชลบุรี) จะเป็นกราฟในสถานีในภาคตะวันออกและภาคใต้บางแห่ง ส่วนกราฟแบบไม่เป็นระบบจะเป็นของสถานีที่อยู่ใกล้ทะเล ลักษณะกราฟที่ต่างกัันนี้ มีสาเหตุมาจากลักษณะภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมของแต่ละสถานี ทั้งนี้เพราะรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนพื้นผิวโลกในบริเวณต่างๆ จะส่งผลต่ออุณหภูมิอากาศไม่เหมือนกัน



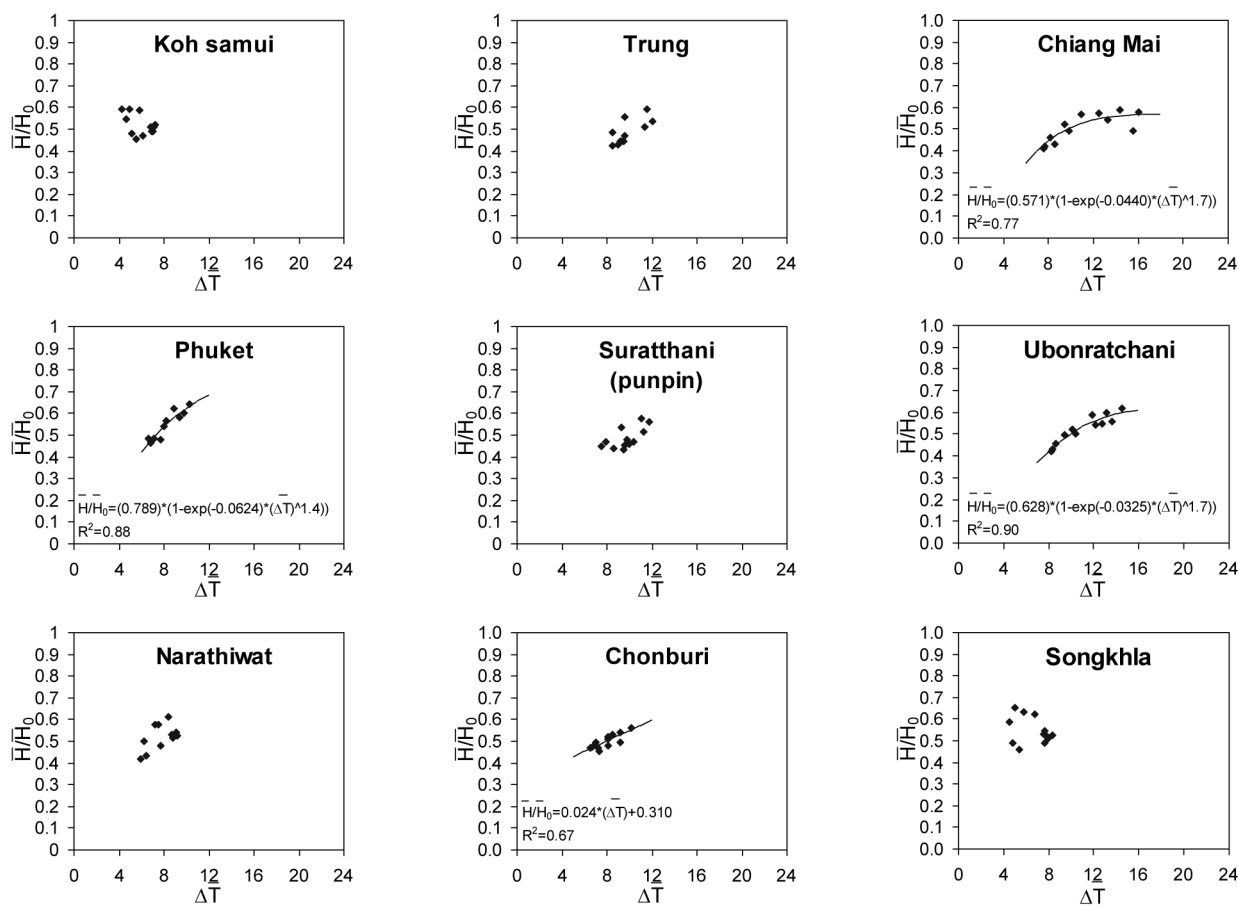


Figure 2 Correlation between the ratio of monthly average daily global to monthly average daily extraterrestrial radiation ($\bar{H}/\bar{H}_0$) and monthly average of the difference between the daily maximum and daily minimum ambient air temperatures (ΔT)

โดยสถานที่ที่อยู่ใกล้ทะเล (สถานที่เกาะสมุย ตรัง สุราษฎร์ธานี (พุนพิน) นราธิวาส และสงขลา) อิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ที่มีต่อน้ำทะเลจะทำให้อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดแตกต่างกันไม่มาก ทำให้สังเกตเห็นความสัมพันธ์ของ $\bar{H}$ กับ ΔT ไม่ชัดเจน นอกจากนี้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ

สูงสุดและต่ำสุดยังขึ้นกับกระแสลมและปริมาณฝนในบริเวณสถานที่ด้วย ทำให้ลักษณะของกราฟของแต่ละสถานที่แตกต่างกัน กรณีของสถานที่ส่วนใหญ่ใน ภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือจะสังเกตเห็นว่า ΔT แปรค่าในช่วงกว้างกว่าภาคอื่น ทั้งนี้เพราะอุณหภูมิ

Table 2 Correlation models between the ratio of monthly average daily global to monthly average daily extraterrestrial radiation ($\bar{H}/\bar{H}_0$) and monthly average of the difference between the daily maximum and daily minimum ambient air temperatures (ΔT) of each stations

Stations	Model	R ²
1.Lopburi	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.591(1 - \exp(-0.0418)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.66
2.Thong Phaphum	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.585(1 - \exp(-0.0334)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.95
3.Prachuabkhirikhan	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.694(1 - \exp(-0.0355)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.86
4.Tak	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.632(1 - \exp(-0.0389)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.91
5.Phetchaboon	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.588(1 - \exp(-0.0410)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.84
6.Khonkhan	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.772(1 - \exp(-0.1118)\Delta\bar{T}^{1.0})$	0.83
7.Nakhon Panom	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.892(1 - \exp(-0.0878)\Delta\bar{T}^{1.0})$	0.91
8.Surin	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.561(1 - \exp(-0.0548)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.86
9.Ubon Ratchathani(sub)	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.617(1 - \exp(-0.0350)\Delta\bar{T}^{1.68})$	0.87
10.Nakhonratchasima	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.566(1 - \exp(-0.0521)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.60
11.Kanchanaburi	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.597(1 - \exp(-0.0409)\Delta\bar{T}^{1.68})$	0.80
12.Mae Sariang	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.565(1 - \exp(-0.0388)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.93
13.Phae	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.551(1 - \exp(-0.0571)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.78
14.Loei	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.575(1 - \exp(-0.0368)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.84
15.Nakhon Sawan	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.569(1 - \exp(-0.0512)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.68
16.Ranong	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.566(1 - \exp(-0.0481)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.93
17.Phuket	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.789(1 - \exp(-0.0624)\Delta\bar{T}^{1.4})$	0.88
18.Chumphon	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.057\Delta\bar{T} + 0.0016$	0.83
19.Chonburi	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.024\Delta\bar{T} + 0.310$	0.67
20.Trad	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.068\Delta\bar{T} - 0.064$	0.97
21.Chiang Mai	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.571(1 - \exp(-0.0440)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.77
22.Ubon Ratchathani	$\frac{\bar{H}}{\bar{H}_0} = 0.628(1 - \exp(-0.0325)\Delta\bar{T}^{1.7})$	0.90

ในฤดูร้อนและฤดูหนาวแตกต่างกันมาก เนื่องจากลักษณะของกราฟที่แตกต่างกันนี้ เราจึงไม่สามารถหาสมการทั่วไปที่แทนความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{H}$ กับ ΔT ได้ ดังนั้นเราจึงต้องสร้างแบบจำลองของแต่ละสถานีแยกกัน และบางสถานี

ไม่สามารถสร้างแบบจำลองได้ กรณีสถานีที่ $\bar{H}$ กับ ΔT มีความสัมพันธ์เป็นระบบจะแสดงแบบจำลองที่ได้ใน Table 2

Table 3 Root mean square difference (RMSD) and mean bias difference (MBD) between solar radiation calculated from the model and the measurements

Stations	RMSD (%)	MBD (%)
1.Lopburi	5.4	1.1
2.Thong Phaphum	8.7	-7.5
3.Prachuabkhirikhan	6.5	-2.8
4.Tak	7.9	-2.4
5.Phetchaboon	6.6	1.8
6.Khonkhan	4.1	-0.9
7.Nakhon Panom	6.9	-1.5
8.Surin	4.1	2.5
9.Ubon Ratchathani(sub)	6.8	2.6
10.Nakhonratchasima	7.0	-2.4
11.Kanchanaburi	9.4	0.8
12.Mae Sariang	7.4	1.6
13.Phae	6.1	-2.5
14.Loei	8.4	-0.5
15.Nakhon Sawan	5.7	-1.0
16.Ranong	7.0	1.8
17.Phuket	5.8	3.7
18.Chumphon	11.7	-4.4
19.Chonburi	6.2	-0.7
20.Trad	10.0	-6.8
21.Chiang Mai	7.6	-3.5
22.Ubon Ratchathani	5.7	-0.8
Combined data	7.2	-0.9

หลังจากที่ได้แบบจำลองแล้ว ผู้วิจัยจะทำการทดสอบแบบจำลองสมรรถนะของแบบจำลอง โดยนำแบบจำลองที่ได้ไปคำนวณค่ารังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนที่สถานีต่างๆ โดยใช้ข้อมูล ค.ศ. 2010 (ดู Table 1) จากนั้นจะคำนวณความแตกต่างระหว่างค่ารังสีรวมที่ได้จากการวัดที่สถานีนั้นกับรังสีรวมที่คำนวณจากแบบจำลองในรูป root mean square difference (RMSD) และ mean bias difference (MBD) โดยเทียบกับค่าเฉลี่ยจากการวัด⁴ ผลที่ได้แสดงดัง Table 3

จาก Table 3 จะเห็นว่า RMSD มีค่าอยู่ระหว่าง 4.1%-11.7% และ MBD อยู่ระหว่าง -7.5%-3.7% และค่า

RMSD และ MBD ของข้อมูลรวมทั้ง 22 สถานีเท่ากับ 7.2% และ -0.9% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสามารถทำนายค่า $\bar{H}$ จากค่า ΔT ได้ค่อนข้างดี

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรังสีรวมรายวันเฉลี่ยต่อเดือนระยะยาว ($\bar{H}$) กับค่า ΔT พบว่ากราฟของความสัมพัทธ์ดังกล่าวขึ้นกับสถานีวัด โดยสถานีส่วนใหญ่ค่า $\bar{H}$ จะแปรตาม ΔT อย่างเป็นระบบ แต่บางสถานีค่า ΔT แปรค่าในช่วงสั้นๆ จะไม่พบความสัมพันธ์ของ $\bar{H}$ กับ ΔT อย่างเป็นระบบ กรณีของสถานีที่ $\bar{H}$ แปรอย่างเป็นระบบกับ ΔT ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{H}$ กับ ΔT จากการทดสอบสมรรถนะของแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองส่วนใหญ่ที่ได้สามารถทำนายค่า $\bar{H}$ ได้ใกล้เคียงกับค่าจากการวัดโดยความแตกต่างระหว่าง $\bar{H}$ จากการวัดและจากการคำนวณในรูป RMSD และ MBD ของข้อมูลทั้งหมดที่ทดสอบมีค่าเท่ากับ 7.2% และ -0.9% ตามลำดับ

แบบจำลองดังกล่าวจะมีประโยชน์ต่องานทางด้านพลังงานแสงอาทิตย์และงานด้านการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในบริเวณที่ไม่มีการวัดรังสีดวงอาทิตย์ โดยเราสามารถใช่แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นนี้ทำการคำนวณความเข้มรังสีดวงอาทิตย์จากข้อมูลอุณหภูมิอากาศแวดล้อมซึ่งมีการวัดอยู่ทั่วไป อย่างไรก็ตาม จะต้องเลือกใช้แบบจำลองที่เหมาะสม กล่าวคือ สภาพแวดล้อมของสถานีที่นำข้อมูลมาใช้สร้างแบบจำลองจะต้องคล้ายคลึงกับบริเวณที่จะนำแบบจำลองไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Paulescu M. Solar irradiation via air temperature in V. Badescu(Ed) Modelling Solar Radiation at the Earth's Surface. Berlin: Springer; 2008.
2. Thorton PE, Running SW. An improved algorithm for estimating incident daily solar radiation from measurements of temperature, humidity and precipitation. Agr Forest Meteorol 1999;93:211–228.
3. Bristow KL, Campbell LC. On the relationship between incoming solar radiation and daily maximum and minimum temperature. Agr Forest Meteorol 1984;31(2):159–166.
4. Iqbal M. An Introduction to Solar Radiation. New York: Academic Press; 1983.