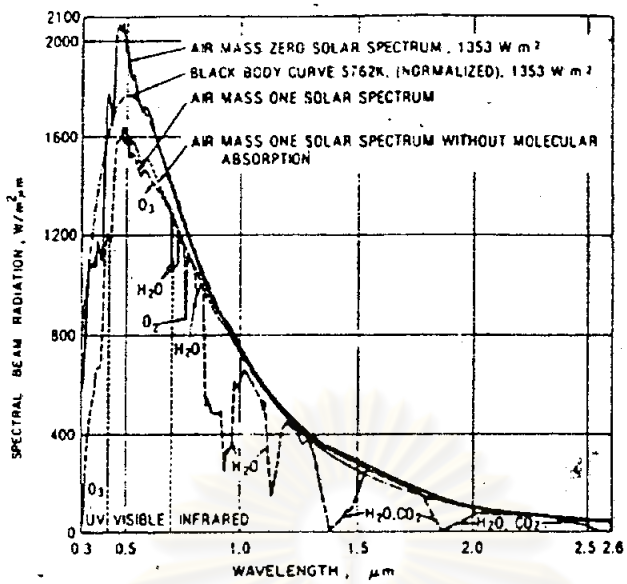
บทที่ 2

ทฤษฎีพื้นฐานการประเมินพลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพมหาศาล และเป็นแหล่งพลังงานที่มนุษย์ฝากความหวังไว้เมื่อต่อไปในอนาคตบรรดาน้ำมัน ถ่านหินจะหมดสิ้นไป พลังงานแสงอาทิตย์มาจากต้นกำเนิดแหล่งพลังงานซึ่งประมาณว่ามีอุณหภูมิสูงถึง 5,762 องศาเคลวิน และเมื่อตกกระทบบนระนาบตั้งฉากกับรังสีดวงอาทิตย์เหนือผิวบรรยากาศโลก จะมีความเข้มเท่ากับ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อแสงอาทิตย์ผ่านชั้นบรรยากาศของโลกก็จะเกิดการกระจาย (atmospheric scattering) และการดูด (atmospheric absorption) โดยโมเลกุลของอากาศ ฝุ่น ไอน้ำในบรรยากาศ ไอน้ำซึ่งรวมกันเป็นเมฆ ซึ่งเป็นผลให้ค่าการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ตกกระทบบนพื้นผิวโลกมีค่าน้อยกว่า 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร การกระจายจะมีผลให้ความเข้มของรังสีตรงจากพลังงานแสงอาทิตย์ลดลง สาเหตุของการเกิดการกระจายส่วนใหญ่แล้วจะเป็นเพราะโมเลกุลของอากาศ ไอน้ำ ฝุ่นและเมฆ เป็นส่วนใหญ่ ส่วนการดูดนั้นเป็นผลจากโอโซน ไอน้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ โดยที่โอโซนจะไวต่อการดูดรังสีอุลตราไวโอเล็ต ซึ่งอยู่ในช่วงคลื่นที่มีความยาวคลื่นระหว่าง 0-0.28 μm (ไมโครมิเตอร์) และไอน้ำจะไวต่อการดูดรังสีอินฟราเร็ดซึ่งอยู่ ในช่วงคลื่นที่มีความยาวคลื่นที่ 1.0 μm และ 1.8 μm ส่วนคาร์บอนไดออกไซด์จะมีผลต่อคลื่นที่มีความยาว 1.8 μm และมากกว่า 2.3 μm ดังแสดงในแผนภาพที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภาพที่ 1 แผนภาพการแจกแจงสเปคตรอลของพลังงานแสงอาทิตย์

การประมาณค่าการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์บนพื้นผิวโลกสามารถทำได้โดยการใช้สมการเอ็มไพริคอล (empirical equation) ซึ่งใช้ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ เช่น ค่าความยาวนานแสงแดด (จำนวนชั่วโมงที่มีแสงอาทิตย์) ปริมาณเมฆในท้องฟ้า ปริมาณของฝน อุณหภูมิบรรยากาศ ความชื้นสัมพันธ์ ความเร็วลม ความดันบรรยากาศ เป็นต้น

โดยทั่วไปสมการเอ็มไพริคอลดังกล่าวมาแล้ว สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทั่วไปได้ดังนี้

$$\bar{Y} = a + b_{ij}(\bar{X}_i)^j \qquad (2\text{-}1)$$

$i = 1,2,\ldots,n \quad ; j = 1,2,\ldots,m$

$\bar{Y}$ แทน ค่าไดเมนชั่นเลสของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันในหนึ่งเดือน

a, b_{ij} แทน ค่าคงที่ในสมการ

n แทน จำนวนตัวแปรในสมการ

m แทน จำนวนดีกรีของตัวแปรในสมการ

$\bar{X}_i$ แทน ค่าไดเมนชั่นเลสของตัวแปรที่ i เฉลี่ยต่อวันในหนึ่งเดือน

แต่การใช้สมการเอ็มไพริคอลทั่วไปนี้จะมีผลทำให้สิ้นเปลืองเวลาการคำนวนและการรวบรวมข้อมูลอย่างมหาศาลและไม่สะดวกต่อการใช้งาน การลดจำนวนตัวแปรในสมการและการลดจำนวนดีกรีของตัวแปรในสมการจะทำให้สะดวกต่อการใช้งาน เช่น สมการถดถอยแบบ Angstrom (อังสโตรม) ใช้ข้อมูลค่าความยาวนานแสงแดด (ชั่วโมง) โดยมีรูปสมการดังนี้

$$\bar{H}/\bar{H}_c = a + b\bar{s}/\bar{S} \qquad (2\text{-}2)$$

เมื่อ $\bar{H}$ แทน ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันในหนึ่งเดือน

$\bar{H}_c$ แทน ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันในเวลาท้องฟ้าแจ่มใสในหนึ่งเดือน

a, b แทน ตัวคงที่เอ็มไพริคอล

$\bar{s}$ แทน ค่าความยาวนานแสงแดดเฉลี่ยต่อวันในหนึ่งเดือน

$\bar{S}$ แทน ค่าความยาวนานแสงแดดมากที่สุดที่เป็นไปได้เฉลี่ยต่อวันในหนึ่งเดือน

เนื่องจากสมการดังกล่าวนี้จำเป็นต้องใช้ค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส การประมาณค่าจะขึ้นอยู่กับคำจำกัดความของ "วันที่มีท้องฟ้าแจ่มใส" ซึ่งอาจจะไม่เหมือนกัน ดังนั้นจึงมีผู้หันมานิยมใช้เทอม H_m มากกว่าโดยที่ H_m คือค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์นอกบรรยากาศของโลก (Extraterrestrial Radiation) บนผิวราบ โดยมีรูปสมการดังนี้

$$\bar{H}/\bar{H}_m = a + b\bar{s}/\bar{S} \qquad (2\text{-}3)$$

สมการเอ็มไพริคอลซึ่งใช้ตัวแปรอิสระอื่นก็สามารถนำมาใช้ในลักษณะเช่นเดียวกัน เช่น

$$\bar{H}/\bar{H}_m = a + bC \qquad (2\text{-}4)$$

เมื่อ C แทน ดัชนีสภาวะเมฆครึ้ม (cloudiness index)

หรือการใช้สมการเอ็มไพริคอลในรูปของตัวแปรอิสระหลายตัวแต่มีดีกรีเป็นหนึ่ง เช่น

$$\bar{H}/\bar{H}_m = a + b\bar{s}/\bar{S} + cC + \ldots\ldots\ldots \qquad (2\text{-}5)$$

สมการที่ (2-2), (2-3) และ (2-4) มีผู้ใช้กันแพร่หลายแล้ว และได้มีผู้วิจัยทดลอง

ใช้สมการที่ (2-5) เพื่อให้มีผลการประมาณค่าที่ถูกต้องมากขึ้น ผลจากการวิจัย (3) พบว่า สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยการใช้ตัวแปรค่าความยาวนานแสงแดดจะดีที่สุด และถ้าทำให้สมการอยู่ในรูปสมการไดเมนชั่นเลสแล้วจะมีผลให้ค่าประมาณการแผ่รังสีมีความถูกต้องมากขึ้น

ดังนั้น ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้สมการเอ็มไพริคอล (2-1) โดยเลือกใช้ตัวแปรคือค่าความยาวนานแสงแดดแต่เพียงตัวเดียวและให้สมการอยู่ในรูปไดเมนชั่นเลสเพื่อเพิ่มความถูกต้องของค่าประมาณที่ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย