

การวิเคราะห์และเตือนภัยแล้งโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Drought Analysis and Warning based on Geographic Information System

อรรษา วิสกุล

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ปทุมธานี 12121

สุรพันธ์ ลันตียนนท์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นความพยายามที่จะพัฒนาแบบจำลองที่สามารถใช้ทำนายภัยแล้งได้ โดยใช้ปริมาณน้ำฝนเป็นตัวบ่งชี้สภาวะภัยแล้ง และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การกระจายเชิงพื้นที่ของภัยแล้ง ลุ่มน้ำยมได้ถูกคัดเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาเนื่องจากประสบภัยแล้งอยู่เสมอ ปริมาณฝนสะสมราย 6 เดือนตั้งแต่มกราคมถึงมิถุนายนจากสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 38 สถานีระหว่างปี พ.ศ. 2495 ถึงปี พ.ศ. 2546 ได้ถูกนำมาวิเคราะห์การแจกแจงความถี่เพื่อใช้ในการคำนวณ Standardized Precipitation Index (SPI) เพื่อประเมินความรุนแรงของภัยแล้ง ข้อมูลสถานการณ์ภัยแล้งได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลการคำนวณ ซึ่งมีความถูกต้องเพียงร้อยละ 16 ในปี พ.ศ. 2545 แต่กลับเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 71 ในปี พ.ศ. 2546 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) ได้ถูกนำมาใช้ในการทำนายปริมาณฝนราย 6 เดือนของทั้ง 38 สถานี จากผลการพัฒนาแบบจำลองในการทำนายปริมาณฝนพบว่าการทำนายมีความแม่นยำเพียงร้อยละ 51 ถึงร้อยละ 78 ซึ่งเมื่อนำไปใช้ในการทำนายภัยแล้งทำให้ ความแม่นยำในการทำนายภัยแล้งลดลงเหลือเพียงร้อยละ 6 ในปี พ.ศ. 2545 และเหลือร้อยละ 19 ในปี พ.ศ. 2546

คำสำคัญ: การวิเคราะห์และเตือนภัยแล้ง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การแจกแจงความถี่
แบบจำลองในการทำนายปริมาณฝน

Abstract

The study aims to develop a drought forecast model by using seasonal rainfall as drought indicator and geographic information system as a tool for analysis of spatial distribution of drought. Yom river basin was selected as study area due to its frequent experience of drought. Seasonal rainfall from January to June of 38 rainfall stations during 1952 to 2003 was analyzed and fitted to the most fitted frequency distribution function. Standardized Precipitation Index (SPI) was adopted as drought indicator. Comparison between observed drought area and estimated drought calculated by SPI reveals that there was only 16% of accuracy of drought estimation in 2002, but accuracy increased to 71% in 2003. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) was used to develop seasonal rainfall forecast model which can provide accuracy of forecast only 51% to 78%. When this model was adopted to forecast drought, an accuracy of forecast reduced to 6% in 2002 and to 19% in 2003.

Keywords : drought warning system , Rainfall forecast model

1. คำนำ

ภัยแล้งเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ทำให้เกิดสภาวะการขาดแคลนน้ำ ซึ่งมีผลกระทบและก่อให้เกิดความสูญเสียต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะประเทศที่ประชากรมีอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก และเกษตรกรรมนั้นยังต้องพึ่งพาอาศัยฝนจากธรรมชาติ ภัยแล้งมีผลกระทบโดยตรงต่อการลดลงของผลผลิตทางการเกษตรทั้งหมด และยังมีผลต่อการสูญเสียงบประมาณของประเทศในการบรรเทาความความเดือดร้อนในพื้นที่ที่ประสบปัญหาภัยแล้ง

ภัยแล้งมีคำจำกัดความแตกต่างกันไป แต่โดยทั่วไปภัยแล้ง (Drought) จำแนกออก ได้เป็น 4 ลักษณะ(Wilhitz และ Glantz, 1985) คือ ภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา (Meteorological Drought) หมายถึง สภาวะที่ปริมาณของฝนในช่วงเวลาหนึ่ง ที่น้อยกว่าค่าปกติ ภัยแล้งเชิงอุทกวิทยา (Hydrological Drought) หมายถึง สภาวะที่ปริมาณน้ำผิวดินและปริมาณน้ำใต้ดินที่ลดลง ภัยแล้งเชิงการเกษตร (Agricultural Drought) หมายถึง สภาวะการขาดแคลนน้ำของพืช ภัยแล้งเชิงสังคมและเศรษฐกิจ (Socio-economic Drought) หมายถึง ความสูญเสียของผลผลิตอาหารและทรัพยากรอื่นๆ ที่เกิดจากสภาวะการขาดแคลนน้ำซึ่งมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจ

อย่างไรก็ตาม นิยามที่มีอยู่ก็ยังไม่สามารถทำให้เข้าใจถึงภัยแล้งได้อย่างชัดเจน เพราะภัยแล้งเกิดจากปัจจัยหลายอย่างประกอบกัน (McKee และ Edwards, 1997) แต่การศึกษาภัยแล้งที่ผ่านมาในอดีตเช่น Dracup (1980) ได้กล่าวว่าฝนเป็นตัวแปรที่ใช้ในการบ่งบอกภัยแล้ง Landsberg (1982) ได้กล่าวว่าการขาดแคลนฝนเป็นระยะเวลานานๆเป็นสาเหตุให้เกิดภัยแล้ง ส่วนMcKee และ Edwards (1997) ได้ระบุว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดภัยแล้งก็คือปริมาณฝน ดังนั้นฝนจึงเป็นตัวแปรสำคัญ และมีอิทธิพลต่อความแห้งแล้งชัดเจนกว่าตัวแปรอื่นๆ

สำหรับการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับภัยแล้งในประเทศไทยมักจะเป็นการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง เช่น ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2543) ได้จัดทำระบบสารสนเทศพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ด้วยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากร สำหรับพื้นที่ 19 จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ การวิเคราะห์การเสี่ยงภัยแล้งในการศึกษาดังกล่าวได้ใช้ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเป็นตัวแปรและใช้วิธี Decile range ในการจัดระดับความเสี่ยงของภัยแล้ง นอกจากนี้ยังพิจารณาตัวแปรอื่นๆประกอบในการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยแล้งอีกด้วยได้แก่ ระยะที่ห่างจากแหล่งน้ำ ลักษณะทางกายภาพจากภูมิสัณฐานกับสภาพการระบายน้ำของดิน แผนที่เสี่ยงภัยแล้งเชิงอุตุนิยมวิทยา เชิงอุทกวิทยา และ เชิงกายภาพตลอดจน แผนที่ภัยแล้งที่ได้จากการศึกษาดังกล่าว จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวางแผนพัฒนาภูมิ

อย่างไรก็ดีความผันแปรของธรรมชาติในแต่ละปีทำให้โอกาสของความเสี่ยงในการเกิดภัยแล้งในพื้นที่นั้นๆเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังจะเห็นได้ว่า ในแต่ละปีกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ของรัฐที่เกี่ยวข้อง ก็ได้พยายามให้ความช่วยเหลือราษฎรในการบรรเทาภัยแล้งเป็นประจำทุกปี จึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการพัฒนาแบบจำลองที่สามารถใช้ในการทำนายภัยแล้งได้อย่างถูกต้องแม่นยำทั้งในเชิงพื้นที่และระดับความรุนแรง ซึ่งหากสามารถพัฒนาได้ ก็จะเกิดประโยชน์ในการเตรียมการป้องกันและบรรเทาภัยแล้ง การศึกษานี้จึงเป็นความพยายามที่จะพัฒนาแบบจำลองที่พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่ก่อให้เกิดภัยแล้งในแต่ละปี และสามารถที่จะพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงนั้นได้ โดยในเบื้องต้นได้ศึกษาความสามารถในการใช้ปริมาณน้ำฝนเป็นตัวแปรที่ใช้ในการประเมินภัยแล้ง และใช้วิธีทางสถิติในการกำหนดระดับความรุนแรงของภัยแล้ง โดยใช้ Standardized Precipitation Index เป็นตัวกำหนดระดับความรุนแรงดังกล่าว

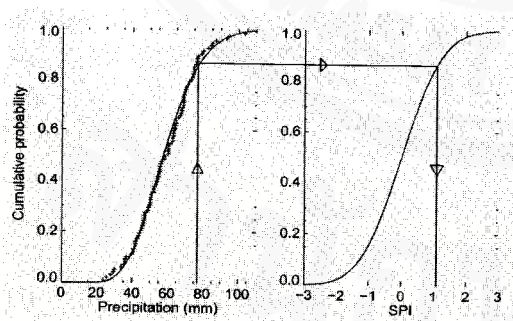
2. การวิเคราะห์ภัยแล้ง

2.1 เกณฑ์การกำหนดภัยแล้งด้วยวิธี

Standardized Precipitation Index

ภัยแล้งเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดจากปัจจัยหลายอย่าง ประกอบกัน (McKee และ Edwards, 1997) ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดภัยแล้งก็คือการขาดแคลนฝนซึ่งอาจเกิดจากการที่ฝนมีปริมาณน้อยกว่าปกติ หรือฝนไม่ตกเป็นเวลานานกว่าปกติ ในการศึกษาจึงเลือกใช้ฝนเป็นปัจจัยสำคัญ ในการกำหนดว่าเกิดภัยแล้งแล้วหรือไม่ โดยสมมติว่าหากพื้นที่ใดๆที่พิจารณา มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าค่าเฉลี่ยให้ถือว่าเกิดภัยแล้ง (Wilhitz และ Glantz, 1985)

ในการกำหนดระดับความแห้งแล้งในการศึกษานี้ ได้ใช้วิธี Standardized Precipitation Index (SPI) เนื่องจากเป็นวิธีทางสถิติที่ง่ายไม่ซับซ้อน จึงเป็นที่นิยมใช้ในการทำนายภัยแล้ง (Benjamin, 2002) ในการวิเคราะห์ภัยแล้ง โดยการใช้ SPI เริ่มจากการวิเคราะห์หาค่าตัวแปรที่ใช้ในการกำหนดภัยแล้งมีการกระจายในลักษณะใด กล่าวคือทฤษฎีการแจกแจงความถี่ใดที่สามารถใช้อธิบายตัวแปรดังกล่าวได้ดีที่สุด ซึ่งทฤษฎีการแจกแจงความถี่ดังกล่าวจะถูกนำมาแปลงให้อยู่ในรูปของการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีค่าความแปรปรวนเท่ากับ 1 ซึ่งสามารถนำไปใช้คำนวณเป็นค่า SPI ได้ ดังแสดงรูปที่ 1



รูปที่ 1 การแปลงความน่าจะเป็นที่เท่ากัน (Equiprobability)

จากการแจกแจงแบบเกมมาไปเป็นการแจกแจงแบบปกติ (Benjamin, 2002)

ในการคำนวณแปลงค่าความน่าจะเป็นสะสมให้ไปอยู่ในรูปของการแจกแจงปกติ สามารถทำได้ดังนี้ (Abramowitz และ Stegun, 1965)

เมื่อ $0 < F(x) \leq 0.5$

$$z = SPI = -\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right) \quad (1)$$

เมื่อ $0.5 < F(x) \leq 1.0$

$$z = SPI = +\left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right) \quad (2)$$

โดยที่

$F(x)$ คือ ความถี่สะสมของตัวแปร x

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(F(x))^2}\right)} \quad \text{เมื่อ } 0 < F(x) \leq 0.5 \quad (3)$$

$$t = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1.0 - F(x))^2}\right)} \quad \text{เมื่อ } 0.5 < F(x) \leq 1.0 \quad (4)$$

โดยที่ $c_0 = 2.515517$, $c_1 = 0.802853$, $c_2 = 0.010328$

$d_1 = 1.432788$, $d_2 = 0.189269$, $d_3 = 0.001308$

เมื่อค่า SPI ของตัวแปรที่สนใจคำนวณได้แล้ว จะถูกนำไปใช้กำหนดความรุนแรงของภัยแล้ง จากการศึกษาของ Agnew (1999) ซึ่งให้เห็นว่าระดับความรุนแรงของภัยแล้ง ควรแบ่งออกเป็น 3 ระดับ จึงจะมีความสอดคล้องกับลักษณะการกระจายของตัวแปร ซึ่งโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 7 ระดับ (ตารางที่ 1) โดยมีระดับที่สูงกว่าเกณฑ์ปกติ 3 ระดับ และมีระดับที่ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติอยู่ 3 ระดับ ซึ่งนำไปใช้ในการบ่งชี้ความรุนแรงของภัยแล้งกล่าวคือค่อนข้างแห้ง แห้ง และแห้งจัด (ตารางที่ 1) อย่างไรก็ตาม การศึกษาดังกล่าวยังไม่มีการวิเคราะห์ที่ทำให้สามารถสรุปได้ว่าเกณฑ์การกำหนดความรุนแรงของภัยแล้งดังกล่าวมีความเหมาะสมกับพื้นที่ศึกษา (ประเทศตุรกี) หรือไม่และเพียงใด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงพิจารณาสถานการณ์ภัยแล้งเพียงแห้งหรือไม่แห้งเท่านั้น โดยหาค่าของ SPI สูงกว่าเกณฑ์ปกติถือว่าไม่แห้ง และหาค่าของ SPI ต่ำกว่าเกณฑ์ปกติให้ถือว่าเกิดสถานการณ์ภัยแล้ง

ตารางที่ 1 เกณฑ์การบ่งชี้สถานะฝนและภัยแล้ง โดยใช้ค่าSPI

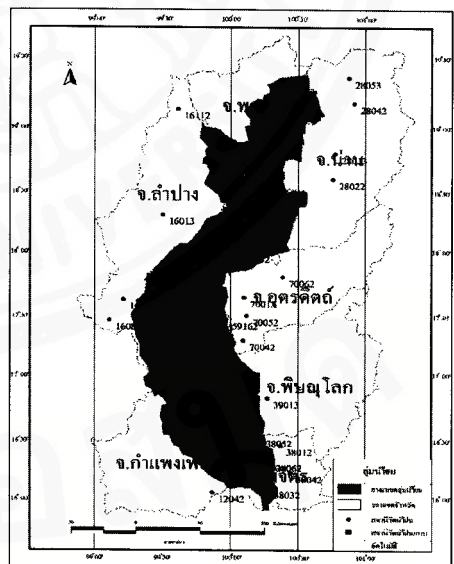
SPI	เกณฑ์การบ่งชี้สถานะฝน
≥ 1.50	ฝนตกดีมาก
1.00 ถึง 1.49	ฝนตกดี
0.50 ถึง 0.99	ฝนตกค่อนข้างดี
0.49 ถึง -0.49	ฝนตกปกติ
-0.50 ถึง -0.99	ค่อนข้างแล้ง
-1.00 ถึง -1.49	แล้ง
$-1.50 \leq$	แล้งจัด

2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ภัยแล้ง

ในการศึกษานี้ได้เลือกใช้ปริมาณน้ำฝนรายฤดูกาลเป็นปัจจัยสำคัญในการบ่งชี้ภัยแล้ง จากการศึกษาลักษณะการกระจายของฝน ตามฤดูกาลในพื้นที่ลุ่มน้ำยมพบว่าฤดูแล้งจะเริ่มจากเดือนพฤศจิกายนไปจนถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป โดยหลักการแล้วปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ควรจะเป็นฝนสะสมรายเดือนในช่วงดังกล่าว หากแต่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสถานการณ์ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ศึกษา มีข้อจำกัดทำให้ ไม่สามารถใช้ช่วงเวลาดังกล่าวในการพิจารณาได้ กล่าวคือข้อมูลสถานการณ์ภัยแล้งที่จะนำมาใช้เปรียบเทียบกับ ผลการวิเคราะห์ทางทฤษฎีเป็นข้อมูลที่ได้จากกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ซึ่งโดยปกติตั้งแต่ปีพ.ศ.2538 ถึงปีพ.ศ.2544 มีการรายงานกันเพียงปีละ 1 ครั้ง โดยไม่ได้กำหนดว่าเกิดขึ้นในเดือนใด และต่อมาในปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2546 การรายงานมีความละเอียดมากขึ้นโดยได้รายงานเป็นปีละ 2 ครั้ง คือ ครึ่งปีแรก (ม.ค.-มิ.ย.) และ ครึ่งปีหลัง (ก.ค.-ธ.ค.) ด้วยข้อจำกัดดังกล่าวและเพื่อให้การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ภัยแล้งกับสถานการณ์ การเกิดภัยแล้งจริงอยู่ในช่วงเดียวกัน จึงจำเป็นต้องใช้ปริมาณฝนสะสมตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนเป็นตัวแปรที่ใช้ในการศึกษานี้

นอกจากนี้ในการรายงานภัยแล้ง มักจะรายงานในลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้น เช่น จำนวนประชากรในหมู่บ้านที่ได้รับความเดือดร้อน พื้นที่เกษตรกรรมที่เสียหาย จำนวนปศุสัตว์ที่ได้รับความเสียหาย และจำนวนเงินงบประมาณที่ใช้ไปในการให้ความช่วยเหลือราษฎรในพื้นที่ที่ประสบภัยแล้ง ในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดในการแบ่งระดับความรุนแรงของภัยแล้งว่าเสียหายระดับใด จึงจัดว่าเป็นความเสียหายรุนแรงที่เรียกว่าแล้งจัด และระดับใดเรียกว่า แล้งปานกลาง ระดับใดเรียกว่าค่อนข้างแล้ง ในการศึกษาครั้งนี้จึงพิจารณาว่าหากมีรายงานภัยแล้งเกิดขึ้นในพื้นที่ใดให้ถือว่าเกิดภัยแล้ง และพิจารณาเพียงว่าเกิดภัยแล้งหรือไม่เกิดภัยแล้งเท่านั้น

ข้อมูลฝนรายเดือนของสถานีวัดน้ำฝน 38 สถานีในลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำใกล้เคียง (รูปที่2) ได้ถูกเก็บรวบรวมมาเพื่อใช้ในการศึกษา โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 ถึงปี พ.ศ. 2546 ข้อมูลภัยแล้งเก็บรวบรวมได้จาก กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ได้เลือกใช้สำหรับประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง เฉพาะปีที่มีข้อมูลละเอียดที่สุด คือ ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 เท่านั้น



รูปที่ 2 ตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา

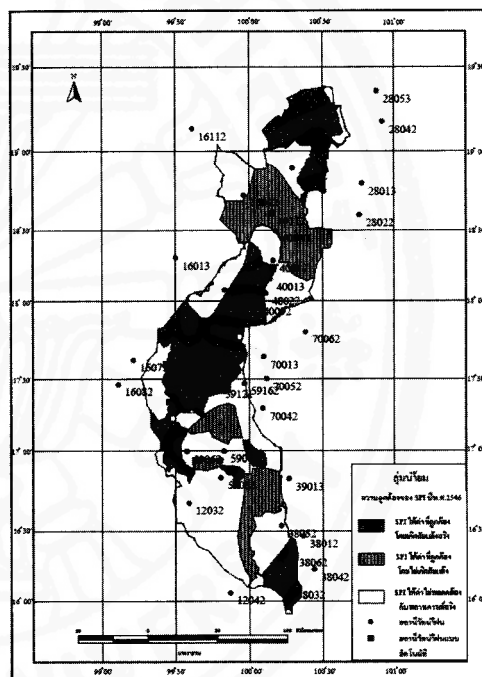
2.3 ความแม่นยำในการประเมินภัยแล้ง

ข้อมูลปริมาณฝนสะสมราย 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนของสถานีวัดน้ำฝน 38 แห่ง ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมที่สุด โดยได้ทดลองใช้ทฤษฎีแจกแจงความถี่ 7 แบบ ในการวิเคราะห์ คือทฤษฎีแจกแจงความถี่แบบปกติ แบบ Log Normal แบบWeibull แบบGumbel แบบPearson Type 3 แบบLog Pearson Type 3 และ แบบGamma และได้ใช้การทดสอบความเหมาะสมแบบ Kormokorov-Smornov ในการตรวจสอบว่าทฤษฎีใดสามารถใช้อธิบายลักษณะการแจกแจงความถี่ของข้อมูลได้ดีที่สุด โดยได้เลือกใช้ทดสอบที่ระดับความมีนัยสำคัญที่ 0.10 หรือมีระดับความเชื่อมั่น 90 เปอร์เซนต์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ข้อมูลส่วนใหญ่เข้ากันได้ดีกับทฤษฎีแจกแจงความถี่แบบปกติ แบบWeibull แบบ Gumbel และแบบGamma ดังแสดงในตารางที่ 2

จากผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 2 นี้ให้เห็นว่า
ทฤษฎีแจกแจงความถี่แบบ Gumbel สามารถใช้อธิบาย
ลักษณะการแจกแจงความถี่ของข้อมูลได้มากที่สุด คือ 10
สถานี จาก 38 สถานี ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้ทฤษฎี
ดังกล่าวในการคำนวณในลำดับต่อไป

ในการตรวจสอบความแม่นยำของการใช้ SPI ของ
 ฝนราย 6 เดือนในการประเมินภัยแล้ง ได้ใช้ปริมาณฝนราย
 6 เดือนของทุกสถานีในปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2546 มา
 คำนวณหาค่า SPI และเปรียบเทียบกับรายงานสถานการณ์
 ภัยแล้งที่เกิดขึ้นจริง โดยการใชระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
 ในการคำนวณหาความถูกต้องในเชิงพื้นที่ โดยเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่เกิดภัยแล้งจริงกับพื้นที่ที่คำนวณได้จาก SPI ว่า
 เกิดภัยแล้ง ซึ่งได้จากการคำนวณการกระจายเชิงพื้นที่ของ
 ค่า SPI ที่ได้มาจากแต่ละสถานีวัดน้ำฝนโดยใช้วิธี Spline
 สำหรับพื้นที่ที่เกิดภัยแล้งจริงนั้น ได้จากข้อมูลการรายงาน
 สถานการณ์ภัยแล้งของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณ
 ภัย ซึ่งรายงานเป็นรายอำเภอในปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ.
 2546 ผลการเปรียบเทียบชี้ให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2545 ความ
 แม่นยำในการประเมิน มีเพียงร้อยละ 16 แต่กลับสูงขึ้น

เป็นร้อยละ 71 ในปี พ.ศ. 2546 ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งพิจารณาความถูกต้องของการคำนวณเป็น 2 กรณี คือ คำนวณค่า SPI ได้ถูกต้องว่าเกิดภัยแล้งจริง และคำนวณค่า SPI ได้ถูกต้องว่าไม่เกิดสถานการณ์ภัยแล้ง ส่วนความผิดพลาดของการคำนวณเกิดจาก การที่ SPI ที่คำนวณได้บ่งชี้ว่าเกิดภัยแล้งแต่สถานการณ์จริงกลับไม่เกิดภัยแล้งหรือในทางกลับกันหาก SPI ที่คำนวณได้บ่งชี้ว่าไม่เกิดภัยแล้งแต่สถานการณ์จริงเกิดภัยแล้ง



รูปที่ 3 ความถูกต้องของผลการคำนวณ SPI กับ
สถานการณ์ภัยแล้งในปี พ.ศ. 2546

จากผลการประเมินดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่ายังคงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการประเมิน โดยควรลองพิจารณาช่วงเวลาของฝนสะสมราย 6 เดือนใหม่ให้สอดคล้องกับฤดูกาลจริงตามธรรมชาติกล่าวคือ ควรใช้ฝนสะสมตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายนในการวิเคราะห์ ซึ่งขณะนี้คณะผู้วิจัยกำลังดำเนินการวิจัยซึ่งจะได้นำเสนอในลำดับถัดไป

นอกจากนี้ในสภาพความเป็นจริงของการเกิดภัยแล้ง มิได้เกิดจากฝนเพียงอย่างเดียวยังมีปัจจัยอื่นอีก ซึ่งควรนำมาพิจารณาด้วย เช่น แหล่งน้ำที่มีอยู่ในพื้นที่ ปริมาณกักเก็บและการกระจายตัวของแหล่งน้ำ ปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติ ปริมาณน้ำใต้ดิน เป็นต้น

ประการสุดท้ายที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ข้อเท็จจริงภาคสนามซึ่งเก็บรวบรวมมาได้ ยังมีความละเอียด ไม่เพียงพอทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา ทำให้ไม่สามารถใช้เปรียบเทียบได้อย่างมั่นใจ อย่างไรก็ตาม ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยก็ได้พยายามเก็บรวบรวมข้อมูลให้ละเอียดมากขึ้น โดยละเอียดจากระดับลงเป็นระดับอำเภอ และละเอียดจากปีละ 1 ครั้งเป็นปีละ 2 ครั้ง เป็นต้น หาก รัฐบาลให้การสนับสนุนและให้ความสำคัญกับหน่วยงานของรัฐในเรื่องของการเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านี้ให้มากขึ้น การพัฒนาแบบจำลองก็จะสามารถทำได้ดีขึ้น ความมั่นใจในผลการคำนวณจะมีความขึ้น ซึ่งจะยังประโยชน์ในการพยากรณ์และเตือนภัย รวมถึงการบรรเทาให้แก่พี่น้องประชาชนได้มากขึ้นด้วย

3. การทำนายภัยแล้ง

ในการศึกษาเพื่อทำนายภัยแล้งที่จะเกิดขึ้น ได้ทำการพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายฝนโดยใช้แบบจำลองประเภทอนุกรมเวลาที่เรียกว่า Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) โดยใช้ทำนายปริมาณฝนสะสมราย 6 เดือน (มกราคม ถึง มิถุนายน) แล้วจึงคำนวณค่า SPI จากปริมาณฝนที่ทำนายได้ดังกล่าว เพื่อนำเอาค่า SPI ที่คำนวณได้นี้ มาใช้เป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกว่า จะเกิดภัยแล้งขึ้นหรือไม่ มีการกระจายเชิงพื้นที่อย่างไร และมีความรุนแรงเพียงใด ซึ่ง ARIMA Model มีสมการดังนี้

$$\hat{R}_{t+1} = \alpha + \frac{\theta(B)}{\phi(B)} \varepsilon_t \quad (5)$$

เมื่อ t คือ indexes time

$\hat{R}_{t+1}$ คือ response series R_t หรือ ผลต่าง

(difference) ของ response series

α คือ mean term

B คือ backshift operator ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$BR_t = R_{t-1}$$

$\phi(B)$ คือ autoregressive operator ซึ่งสามารถแสดงในรูปแบบของ back shift operator ได้ดังนี้

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p \quad (6)$$

$\theta(B)$ คือ moving-average operator สามารถแสดงในรูปแบบของ back shift operator ได้ดังนี้

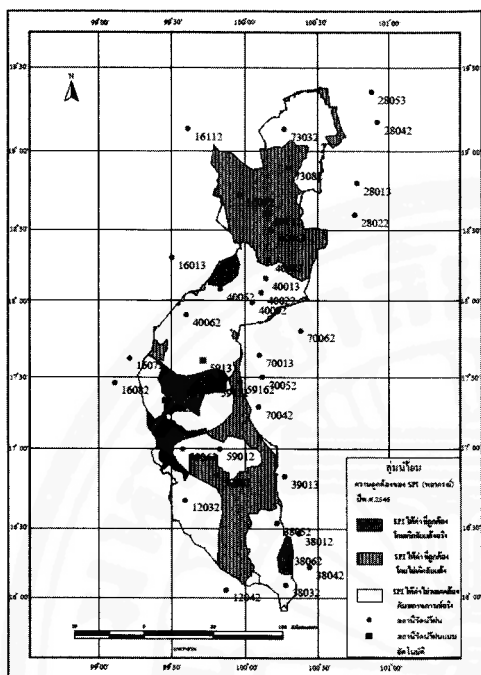
$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q \quad (7)$$

ε_t คือ independent disturbance หรืออาจจะเรียกว่า random error

ปริมาณฝนสะสมราย 6 เดือน (มกราคม ถึง มิถุนายน) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495 ถึงปี พ.ศ. 2544 ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาว่า ARIMA แบบใดที่เหมาะสมกับข้อมูลมากที่สุด ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่ามีได้หลากหลายรูปแบบ โดยมีความผิดพลาดในการคำนวณตั้งแต่ 22% ถึง 49% ดังแสดงในตารางที่ 3

เมื่อนำเอาแบบจำลองดังกล่าวมาใช้ในการพยากรณ์ฝนปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2546 พบว่ามีความผิดพลาดในการทำนายเฉลี่ยเป็น 27% และ 21% ตามลำดับ

เมื่อนำเอาแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายฝนมาใช้กับสถานีต่างๆ แล้วได้นำเอาฝนดังกล่าวไปคำนวณหาค่า SPI ซึ่งถือว่าเป็นการทำนายภัยแล้งในปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2546 ซึ่งพบว่าเมื่อนำเอาผลการทำนายสถานการณ์ภัยแล้งไปเปรียบเทียบกับสถานการณ์จริง ความถูกต้องของการทำนายลดลงเหลือเพียง 6% ในปี พ.ศ. 2545 และเหลือเพียง 19% ในปี พ.ศ. 2546 ดังแสดงในรูปที่ 4 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายังคงต้องมีการพัฒนาทั้งแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายฝน รวมทั้งแบบจำลองที่ใช้ในการประเมินสถานการณ์ภัยแล้งอีกด้วย



รูปที่ 4 ความถูกต้องของการพยากรณ์ภัยแล้งโดยการทำนายฝนและใช้ SPI ในการประเมินสถานการณ์ภัยแล้งในปี พ.ศ. 2546

4. สรุปและการศึกษาในขั้นต่อไป

การศึกษาวิจัยนี้เป็นความพยายามในการพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ภัยแล้ง จากผลการศึกษาในเบื้องต้นนี้ชี้ให้เห็นว่า ยังคงต้องมีการพัฒนาแบบจำลองต่อไปเพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริง ซึ่งประเด็นในการศึกษาในลำดับต่อไปเป็นการใช้ตัวแปรทางอุทกวิทยาอื่นๆ มาใช้ในการพิจารณาภาวะภัยแล้งร่วมกับปริมาณฝน และปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ เช่น แหล่งน้ำที่มีในพื้นที่ ปริมาณเก็บกัก เป็นต้น นอกจากนี้ยังต้องทดลองใช้ตัวชี้วัดแบบอื่นๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับตัวชี้วัดใดสามารถบ่งบอกสถานะความแห้งแล้งได้เหมาะสมที่สุดในขณะเดียวกันก็ต้องพยายามปรับปรุงและพัฒนาแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ตัวแปรต่างๆ เหล่านั้นให้แม่นยำยิ่งขึ้นด้วย โดยการใช้เทคนิคการคำนวณในรูปแบบอื่นเช่น

Artificial Neural Network Model คณะผู้วิจัยได้กำลังดำเนินการวิจัยในประเด็นเหล่านี้ ซึ่งจะได้นำเสนอในลำดับต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทานและกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเป็นอย่างดี จึงทำให้สามารถทำการวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปได้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, โครงการพัฒนาระบบสารสนเทศพื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง, สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. ขอนแก่น, 2543.
- [2] Abramowitz, M., and I.A. , Stegun (edso), Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables, Dover Publications, Inc., New York, 1046pp, 1965.
- [3] Agnew, T.C., Using the SPI to Identify Drought, Drought Network News, Volume 12 No. 1, Winter 1999 – Spring 2000.
- [4] Benjamin L.H., The long-range predictability of European drought, Thesis of Doctor degree, University of London, England, 2002.
- [5] McKee, T.B. and D.C. Edwards, Characteristics of 20th century drought in the United State at multiple time scale , Atmospheric Science , Paper No.634, Department of Atmospheric Science, Colorado State University Fort Collins, 151pp, 1997.

ตารางที่ 2 ทฤษฎีแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมกับการแจกแจงความถี่ของปริมาณฝนสะสมราย 6 เดือน
ของสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำแม่ป๋ายม

Station NO	Normal	Normal Devi	LN	LN Devi	Weibull	Weibull Devi	Gumbel	Gumbel Devi	P3	P3 Devi	LP3	LP3 Devi	Gamma	Gamma Devi	K-S Test Devi _{max} =
12032	/	0.0808	/	0.0539	/	0.0781	/	0.0490	/	0.0573	/	0.1183	/	0.0492	0.1708
12042	/	0.1010	/	0.0673	/	0.0806	/	0.0519	O	N.A.	/	0.0769	/	0.0472	0.1780
16013	/	0.1069	/	0.0759	/	0.1054	/	0.0689	O	N.A.	O	N.A.	/	0.0891	0.1692
16072	/	0.0939	/	0.0403	/	0.0949	/	0.0453	O	N.A.	/	0.0405	/	0.0551	0.1708
16082	/	0.0644	/	0.1310	/	0.0646	/	0.1184	/	0.0611	O	0.2234	/	0.1069	0.1819
16092	/	0.1272	O	0.2861	/	0.1234	/	0.0767	/	0.0923	O	0.1718	/	0.0956	0.1692
16112	/	0.0631	/	0.0638	/	0.0464	/	0.0653	/	0.0537	/	0.0758	/	0.0632	0.1799
16220	/	0.0955	/	0.1364	/	0.0931	/	0.1194	/	0.0859	/	0.1659	/	0.1134	0.2490
28013	/	0.0540	/	0.0962	/	0.0528	/	0.0963	/	0.0612	/	0.1242	/	0.0814	0.1692
28022	/	0.0986	/	0.1629	/	0.0829	/	0.1625	/	0.1202	O	0.2755	/	0.1437	0.1725
28042	/	0.0585	/	0.0895	/	0.0655	/	0.0667	O	N.A.	/	0.1339	/	0.0708	0.1692
28053	/	0.0366	O	0.4473	/	0.0437	/	0.0919	/	0.0366	/	0.1154	/	0.0547	0.1692
38012	/	0.0480	/	0.0928	/	0.0516	/	0.0957	/	0.0568	/	0.1208	/	0.0771	0.1692
38032	/	0.0439	/	0.0939	/	0.0379	/	0.0810	O	N.A.	/	0.1585	/	0.0672	0.1725
38042	/	0.0798	/	0.1258	/	0.0648	/	0.1486	/	0.1164	O	0.2097	/	0.1138	0.1799
38052	/	0.1041	/	0.0644	/	0.0985	/	0.0596	/	0.0664	/	0.0650	/	0.0606	0.1799
38062	/	0.1519	O	0.3113	/	0.1264	/	0.1421	O	N.A.	/	0.1816	/	0.1365	0.2490
39013	/	0.0612	/	0.0814	/	0.0687	/	0.0559	/	0.0572	/	0.1082	/	0.0688	0.1692
40013	/	0.0934	/	0.0582	/	0.0948	/	0.0533	O	N.A.	/	0.0608	/	0.0709	0.1692
40022	/	0.0380	/	0.0922	/	0.0378	/	0.0701	/	0.0289	/	0.1636	/	0.0597	0.1692
40043	/	0.1010	/	0.0679	/	0.1009	/	0.0864	/	0.0927	/	0.1072	/	0.0611	0.1725
40052	/	0.0699	/	0.1373	/	0.0611	/	0.0579	/	0.0618	/	0.1272	/	0.0661	0.1692
40062	/	0.1311	/	0.0763	/	0.1162	/	0.0668	O	N.A.	/	0.1415	/	0.0828	0.1799
40082	/	0.0784	/	0.0649	/	0.0713	/	0.0647	/	0.0673	/	0.1300	/	0.0569	0.1860
40092	/	0.0558	/	0.0542	/	0.0732	/	0.0700	/	0.0503	/	0.0586	/	0.0474	0.2006
40111	/	0.1078	/	0.1551	/	0.0902	/	0.1780	/	0.1172	/	0.1912	/	0.1426	0.2285
59012	/	0.1056	/	0.1091	/	0.0784	/	0.0721	/	0.0677	/	0.1686	/	0.0700	0.1708
59062	/	0.1191	/	0.1486	/	0.1082	/	0.0504	O	N.A.	/	0.0383	/	0.0694	0.2006
59082	/	0.0811	/	0.1265	/	0.0675	/	0.1242	/	0.0614	/	0.1929	/	0.1052	0.2033
59121	/	0.0473	/	0.1182	/	0.0585	/	0.0928	/	0.0541	/	0.1762	/	0.0905	0.1780
59131	/	0.1081	/	0.1860	/	0.1123	/	0.0542	O	N.A.	O	N.A.	/	0.0734	0.2006
59162	/	0.1289	/	0.1087	/	0.0773	/	0.0832	/	0.1014	/	0.1400	/	0.0880	0.2348
70013	/	0.0797	/	0.0307	/	0.0778	/	0.0295	/	0.0443	/	0.0284	/	0.0487	0.1692
70042	/	0.1139	/	0.0493	/	0.1016	/	0.0596	/	0.0923	/	0.0704	/	0.0743	0.1743
70052	/	0.0494	/	0.1039	/	0.0548	/	0.1086	/	0.0544	/	0.1563	/	0.0837	0.1692
70062	/	0.1135	/	0.1139	/	0.0989	/	0.0937	O	N.A.	/	0.1377	/	0.0883	0.1692
73032	/	0.0649	/	0.0553	/	0.0738	/	0.0510	O	N.A.	/	0.0584	/	0.0513	0.1743
73082	/	0.0574	/	0.0694	/	0.0697	/	0.0652	/	0.0514	/	0.0858	/	0.0669	0.2440

หมายเหตุ / หมายถึงการแจกแจงความถี่ที่ได้จากการสังเกตเข้ากับการแจกแจงความถี่ คาดหมาย ได้ดี

O หมายถึงการแจกแจงความถี่ที่ได้จากการสังเกตเข้ากับการแจกแจงความถี่ คาดหมายได้ไม่ดี

N.A. หมายถึง ไม่สามารถใช้งานได้

ตารางที่ 3 แบบจำลอง ARIMA ที่ใช้ในการพยากรณ์ฝนสะสมราย 6 เดือน(มกราคมถึงมิถุนายน)
ของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำยมและบริเวณใกล้เคียง

ชื่อสถานี	รหัสสถานี	แบบจำลองที่เหมาะสม	ค่าความผิดพลาด(%)
จังหวัดกำแพงเพชร			
อำเภอพรานกระต่าย	12032	ARIMA(4,0,1)	36.86
อำเภอขาณุวรลักษบุรี	12042	ARIMA(1,1,1)	37.60
จังหวัดลำปาง			
อำเภอเมืองลำปาง	16013	ARIMA(4,0,1)	28.29
อำเภอเถิน	16072	ARIMA(4,0,1)	32.94
อำเภอแม่พริก	16082	ARIMA(1,1,1)	26.77
อำเภอเถิน	16092	ARIMA(4,0,1)	33.58
อำเภอวังเหนือ	16112	ARIMA(4,0,1)	48.43
สถานี Y.26 อำเภอเถิน	16220	ARIMA(8,1,1)	47.05
จังหวัดน่าน			
อำเภอเมืองน่าน	28013	ARIMA(6,0,1)	38.10
อำเภอสา	28022	ARIMA(7,0,2)	27.60
อำเภอปัว	28042	ARIMA(10,0,1)	36.69
อำเภอทุ่งช้าง	28053	ARIMA(9,0,1)	23.47
พิจิตร			
อำเภอเมืองพิจิตร	38012	ARIMA(2,1,1)	26.31
อำเภอโพทะเล	38032	ARIMA(1,1,1)	30.77
อำเภอตะพานหิน	38042	ARIMA(7,1,1)	30.24
อำเภอสามง่าม	38052	ARIMA(1,0,2)	40.20
อำเภอโพธิ์ประทับช้าง	38062	ARIMA(3,1,1)	48.33
จังหวัดพิษณุโลก			
อำเภอเมืองพิษณุโลก	39013	ARIMA(7,0,1)	28.30
จังหวัดแพร่			
อำเภอเมือง	40013	ARIMA(4,0,1)	27.72
อำเภอสูงเม่น	40022	ARIMA(3,0,2)	42.45
อำเภอสอง	40043	ARIMA(1,0,2)	35.84
อำเภอลอง	40052	ARIMA(1,0,2)	40.05
อำเภอวังชิ้น	40062	ARIMA(1,0,1)	38.04
หน่วยป้องกันป่าที่ 15 อำเภอสอง	40082	ARIMA(4,0,2)	48.64
อำเภอเด่นชัย	40092	ARIMA(4,1,1)	24.13
สถานี Y.20 อำเภอสอง	40111	ARIMA(1,1,1)	22.96

ตารางที่ 3 แบบจำลอง ARIMA ที่ใช้ในการพยากรณ์ฝนสะสมราย 6 เดือน(มกราคมถึงมิถุนายน)
ของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำยมและบริเวณใกล้เคียง (ต่อ)

ชื่อสถานี	รหัส สถานี	แบบจำลองที่เหมาะสม	ค่าความผิดพลาด(%)
จังหวัดสุโขทัย			
อำเภอเมือง	59012	ARIMA(2,1,1)	48.98
อำเภอบ้านด่านลานหอย	59062	ARIMA(4,1,1)	30.15
อำเภอกีรีมาศ	59082	ARIMA(6,0,1)	39.93
สถานี Y.6 อำเภอสรีสัชนาลัย	59121	ARIMA(7,1,1)	37.08
สถานี Y.14 อำเภอสรีสัชนาลัย	59131	ARIMA(5,0,2)	30.66
อำเภอสรีนคร	59162	ARIMA(5,0,2)	21.71
จังหวัดอุดรดิตถ์			
อำเภอเมืองอุดรดิตถ์	70013	ARIMA(1,0,1)	27.19
อำเภอพิชัย	70042	ARIMA(4,0,1)	35.33
อำเภอตรอน	70052	ARIMA(2,1,1)	35.72
อำเภอท่าปลา	70062	ARIMA(1,0,1)	40.63
จังหวัดพะเยา			
อำเภอปง	73032	ARIMA(7,0,2)	23.70
อำเภอเชียงม่วน	73082	ARIMA(1,0,1)	36.98
ค่าเฉลี่ย			34.39