Climatological studies for agricultural planning in the rainfed environment.

Apichad Anukulaumphai

Office of the Secretary to the Minister

Summary

Water is the main determinant of cropping intensity and high crop yield. In Thailand, only small percentage of cultivated land (about 10%) is under irrigation. -arge proportion is rainfed agriculture. To develop agriculture in the rainfed environment, it is firstly important to critically study and analyse rainfall data of the region, together with the knowledge of crop and climate relationships, crop water use, it is then possible, by mathematical modelling, to better determine growing season for a given crop for a given area. The approach will provide intelligent planning of agricultural production and will lower risk due to climatic uncertainty. It will also assist in interpreting crop variety and other agronomic experiments.

การใช้ข้อมูลดินฟ้าอากาศเพื่อการเกษตรน้ำฝน

รศ.ดร. อภิชาต อนุกูลอำไพ

สำนักเลขาธิการนายกรัฐมนตรี

เรื่องย่อ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญของการเกษตร พื้นที่เกษตรแห่งใดมีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์ตลอดปีก็จะสามารถทำการเพาะปลูกได้ตลอดปีและได้ผลผลิตสูง แต่โดยสภาพธรรมชาติแล้ว พื้นที่เพื่อการเกษตรมีมากกว่าแหล่งน้ำ ฉะนั้นการเกษตรกรรมจึงแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ การเกษตรกรรมในเขตชลประทาน และการเกษตรกรรมในเขตน้ำฝนหรือเกษตรน้ำฝน ในสภาพปัจจุบันพื้นที่เพาะปลูกของประเทศส่วนใหญ่อยู่ในเขตเกษตรน้ำฝน

เพื่อให้การเกษตรน้ำฝนได้ผล เราจำเป็นต้องศึกษาและรู้ปริมาณน้ำฝนที่ตกแต่ละปีและการแผ่กระจายของน้ำฝน โดยที่ฝนเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติ สิ่งยากที่เราจะควบคุมได้ ดังนั้นจึงต้องอาศัยเทคนิคทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผน เมื่อนำข้อมูลน้ำฝนและความต้องการน้ำของพืชแต่ละชนิดมาคำนวณโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้ว ก็จะสามารถกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะแก่การเพาะปลูกของพืชแต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่ได้ ซึ่งจากผลของการคำนวณนี้จะช่วยให้ลดอัตราการเสี่ยงของการปลูกพืชในเขตน้ำฝนได้ และยังเป็นแนวทางสำหรับการทำแปลงทดลองในสนามเพื่อวิจัยหาองค์ประกอบอื่น ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิต

การเกษตรน้ำฝนนั้นจะประสบผลสำเร็จหรือไม่ ย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณและการแผ่กระจายของน้ำฝนที่ได้รับ แต่โดยที่ฝนตกไม่สม่ำเสมอตลอดปี และในปริมาณที่ไม่เท่ากันในแต่ละปี ซ้ำการแผ่กระจายของฝนก็ไม่แน่นอน ดังนั้นแม้ว่าเกษตรกรจะมีประสบการณ์จากการเพาะปลูกด้วยตนเองและจากที่ถ่ายทอดจากบรรพบุรุษก็ตาม ในบางปีผลผลิตก็เสียหายเนื่องจากฝนแล้งหรือน้ำท่วม ดังนั้นการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลทางภูมิอากาศจึงเป็นเรื่องจำเป็น เพื่อจะได้แนะนำเกษตรกรถึง

ระยะเวลาที่เหมาะแก่การปลูกพืชแต่ละชนิดอย่างไรก็ตาม ใคร่ขอทำความเข้าใจไว้ว่า การวิเคราะห์ในเชิงสถิตินั้นเป็นเพียงการแสดงแนวโน้มหรือความน่าจะเป็นเท่านั้น มิใช่เป็นกฎเกณฑ์ที่แน่ชัด

การใช้ข้อมูลทางภูมิอากาศหรือน้ำฝนเพื่อการเกษตรน้ำฝนนั้น อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกใช้สำหรับการวางแผนหรือนโยบาย และขั้นสองเป็นการกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสมกับการปลูกพืช ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและการใช้ข้อมูลไม่เหมือนกัน ดังจะได้กล่าวโดยย่อพร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบต่อไป

<u>การวางแผนของเกษตรน้ำฝน</u> ดังได้กล่าวแล้วว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงของการเพาะปลูกนั้น เป็นตัวชี้สำคัญในการชี้ว่าการเกษตรจะได้ผลหรือไม่ ดังนั้นถ้าเป็นการวางแผนการเกษตรแล้ว ผู้วางแผนย่อมต้องการให้แผนนั้นมีโอกาสประสพผลสำเร็จค่อนข้างมาก การวิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องทำในทำนองที่ค่อนข้างจะ conservative กล่าวคือแทนที่จะอาศัยค่าน้ำฝนเฉลี่ย เราอาจจะต้องใช้ค่าน้ำฝนต่ำสุด และโดยที่ดินมีความสามารถอุ้มน้ำเพื่อการเจริญของพืชได้เป็นเวลานานไม่เท่ากัน ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของพืช ชนิดของดิน และอัตราการระเหยบวกการคายน้ำของพืช หรือการใช้น้ำของพืชนั่นเอง ค่าการใช้น้ำของพืชนั้นเราสามารถจะใช้ค่าเฉลี่ยได้ ทั้งนี้เพราะการผันแปรของค่าการใช้น้ำในแต่ละปีไม่มากนัก แต่เพื่อให้แน่ใจเราจะใช้ค่าสูงสุด ข้อมูลน้ำฝนและอัตราการระเหยของน้ำ (ซึ่งสามารถจะแปลงเป็นอัตราการใช้น้ำของพืชได้) เป็นข้อมูลที่หาได้ค่อนข้างง่าย และมีอยู่หลายสถานี

แนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวางแผนก็คือ ต้องหาปริมาณน้ำฝนต่ำสุดที่คาดว่าจะได้ในช่วงเวลาต่าง ๆ กัน เพื่อให้เหมาะกับพืชแต่ละชนิด และในขณะเดียวกันก็หาอัตราการระเหยสูงสุดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงนั้นด้วย วิธีการดังกล่าวได้ทำไว้แล้วในหนังสือ "Rainfall and Evaporation Analysis of Thailand" ซึ่งมีตัวอย่างประกอบของจังหวัดอุดรธานี ดังปรากฏในตารางที่ 1 ในตารางนั้นแสดงถึงปริมาณน้ำฝนต่ำสุดที่จะได้ในช่วง 10 วัน 15 วัน และหนึ่งเดือนที่ค่าความน่าจะเป็นต่าง ๆ กัน และถ้าเรานำเอาอัตราการระเหยของแต่ละเดือน

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำฝนต่ำสุดที่คาดว่าจะได้ในช่วงเวลาต่าง ๆ

A. Ten Days, Fifteen Days and Monthly Precipitation Data in mm of A. Muang, Udon Thani Province (68013) Based on Record Length of 26 Years.

Month	10 Days Precipitation					15 Days Precipitation					Monthly Precipitation				
	Probability Smaller than					Probability Smaller than					Probability Smaller than				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
Jan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.3	0.7	1.1	1.7	2.4
Feb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7	1.1	2.5	4.3	6.8	9.4
Mar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	1.2	2.0	3.5	5.7	10.1	15.2	20.3	26.6
Apr	0.2	0.5	0.9	1.4	2.0	1.1	2.4	4.0	6.1	8.2	24.2	35.6	45.8	56.0	67.3
May	4.4	6.9	9.3	11.8	15.3	18.2	24.3	29.8	35.4	40.9	94.6	114.6	134.8	156.5	176.6
Jun	3.3	6.1	8.5	11.3	14.6	13.2	20.9	30.3	38.0	47.4	120.5	147.7	168.9	187.1	208.2
Jul	6.9	10.9	14.1	17.7	21.4	30.6	36.9	43.7	51.6	58.0	143.4	162.9	182.5	198.0	216.5
Aug	4.2	8.4	13.2	18.0	24.0	17.7	26.5	35.3	44.1	53.8	141.7	176.1	208.2	233.4	263.2
Sep	6.4	10.6	15.5	19.8	25.4	23.7	33.5	43.3	52.0	61.8	152.0	182.8	210.8	236.0	264.0
Oct	0.1	0.1	0.4	0.8	1.5	0.3	0.8	1.4	2.2	3.3	19.3	29.9	40.5	50.1	61.7
Nov	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	1.3	2.3	3.5
Dec	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.6	1.3	3.3

B. Ten Days, Fifteen Days and Monthly Precipitation Data in mm of A. Phen, Udon Thani Province (68022) Based on Record Length of 22 Years.

Month	10 Days Precipitation					15 Days Precipitation					Monthly Precipitation				
	Probability Smaller than					Probability Smaller than					Probability Smaller than				
	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
Jan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9
Feb	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.8	1.7	3.9
Mar	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.9	2.0	1.9	4.4	7.6	10.7	15.1
Apr	0.1	0.2	0.4	0.8	1.8	0.4	1.2	2.1	3.5	5.0	21.3	30.4	39.5	47.6	56.7
May	1.3	2.5	4.0	6.0	8.2	7.2	12.7	16.9	21.6	27.1	82.0	104.5	123.0	139.4	157.9
Jun	5.2	8.6	12.1	15.6	19.6	19.4	29.1	35.9	44.6	53.3	114.8	144.5	167.4	190.3	213.1
Jul	1.2	2.9	5.2	8.0	11.5	14.3	21.4	27.6	34.8	41.9	94.8	120.3	141.1	159.6	180.4
Aug	2.2	5.2	8.8	12.5	17.7	7.9	15.7	23.6	33.7	45.0	93.9	129.1	160.4	195.7	227.0
Sep	1.4	3.5	6.2	9.0	13.9	12.2	20.4	28.6	37.7	47.9	113.3	148.4	175.3	202.3	229.3
Oct	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.9	1.6	5.3	10.6	17.4	24.9	33.2
Nov	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.6	1.4	2.5
Dec	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3

มาเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำฝนก็พอจะได้แนวทางว่า พืชชนิดหนึ่งพอจะปลูกในพื้นที่จังหวัดหนึ่งได้หรือไม่ ถ้าได้ควรจะปลูกในเดือนใด

รูปที่ 1 ถึง 4 แสดงให้เห็นว่า ถ้าใช้ค่าน้ำฝนต่ำสุดของแต่ละเดือนที่ความน่าจะเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ การปลูกข้าวในจังหวัดขอนแก่น ควรจะปักดำในต้นเดือนสิงหาคม ซึ่งเหมือนกับการปลูกข้าวในเขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ แต่ในเขตกรุงเทพฯ นั้น การปักดำในเดือนกรกฎาคมก็อยู่ในเกณฑ์พอใช้ได้ เสียแต่ที่จะมีฝนตกหนักในตอนเก็บเกี่ยว ซึ่งจะทำความเสียหายได้ การเปรียบเทียบโดยใช้ค่าน้ำฝนที่ความน่าจะเป็นค่าอื่นก็ย่อมทำได้ เช่นปริมาณน้ำฝนที่มีโอกาสจะสูงกว่าค่านั้น 80 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือจะมีโอกาสที่น้ำฝนตกน้อยกว่าค่าที่กำหนดใน 1 ปีของทุก 5 ปี โดยเฉลี่ย

ขั้นตอนนี้เป็นเพียงการกำหนดโดยประมาณว่า ถ้าปักดำข้าวในเดือนกรกฎาคมแล้ว โอกาสที่จะได้ผลผลิตดีนั้นค่อนข้างจะมาก แต่เพื่อให้สามารถกำหนดระยะเวลาที่แน่นอนกว่านี้ ต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลอีกลักษณะหนึ่ง

<u>การกำหนดระยะเวลาปลูกพืช</u> การจะกำหนดระยะเวลาปลูกพืชที่เหมาะนั้น โดยทั่วไปแล้วก็อาศัยการทำแปลงทดลอง ปลูกพืชที่ระยะเวลาต่าง ๆ กัน แล้วดูว่าระยะเวลาใดจะให้ผลดีที่สุด ปัญหามีอยู่ว่าวิธีการนี้จะให้ผลเป็นที่เชื่อถือได้เพียงไร ซึ่งปัญหานี้นักวิจัยคงจะเห็นพ้องกันว่าขึ้นอยู่กับจำนวนปีที่ทำการศึกษา กล่าวคือผลต้องมาจากการศึกษาเป็นเวลาหลายปี แต่โดยที่ได้กล่าวแล้วว่าฝนนั้นเป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ ซึ่งนอกเหนือหลักเกณฑ์ธรรมดาที่เราจะทำนายได้ถูกต้อง จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลมาก ๆ เพื่อให้เกิดความแน่ใจ ปัญหาต่อมาก็คือ มีงบประมาณพอที่จะทำการวิจัยสำหรับพืชชนิดเดียวเป็นเวลาหลาย ๆ ปี หรือไม่ และลองนึกวาดภาพดูว่า หากต้องการหาระยะเวลาการปลูกของพืชประมาณ 10 ชนิด และในเขตภูมิอากาศต่าง ๆ กัน เช่นภาคทั้ง 4 ของประเทศ งบประมาณการวิจัยจะต้องมากมายและยาวนานมาก วิธีลัดวิธีหนึ่งก็คือการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ขึ้นมา และทำการทดลองปลูกพืชโดยเครื่อง computer และข้อมูลทางภูมิอากาศ

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียได้ทำการวิจัยเรื่องนี้ และได้สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ขึ้นโดยมีโครงสร้างหลัก 3 ส่วน คือ

1. จากข้อมูลน้ำฝนที่มีอยู่เดิม สังเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนที่คาดว่าจะตกใน 50 ปีข้างหน้า

2. จากข้อมูลอัตราการระเหยของน้ำที่มีอยู่เดิม สังเคราะห์ข้อมูลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นใน 50 ปีข้างหน้า

3. เมื่อเลือกพืชที่จะปลูกได้แล้ว โดยการใช้สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช จะสามารถหาอัตราการใช้น้ำของพืชได้จากข้อมูลในข้อ 2 แล้วนำมาคำนวณในสมการการใช้น้ำของพืช เช่น ตัวอย่างสำหรับข้าว

$$WD_k = WD_{k-1} + R_k - ET_k - PER_k$$

ซึ่ง WD_k คือระดับน้ำในนาในวันที่ k

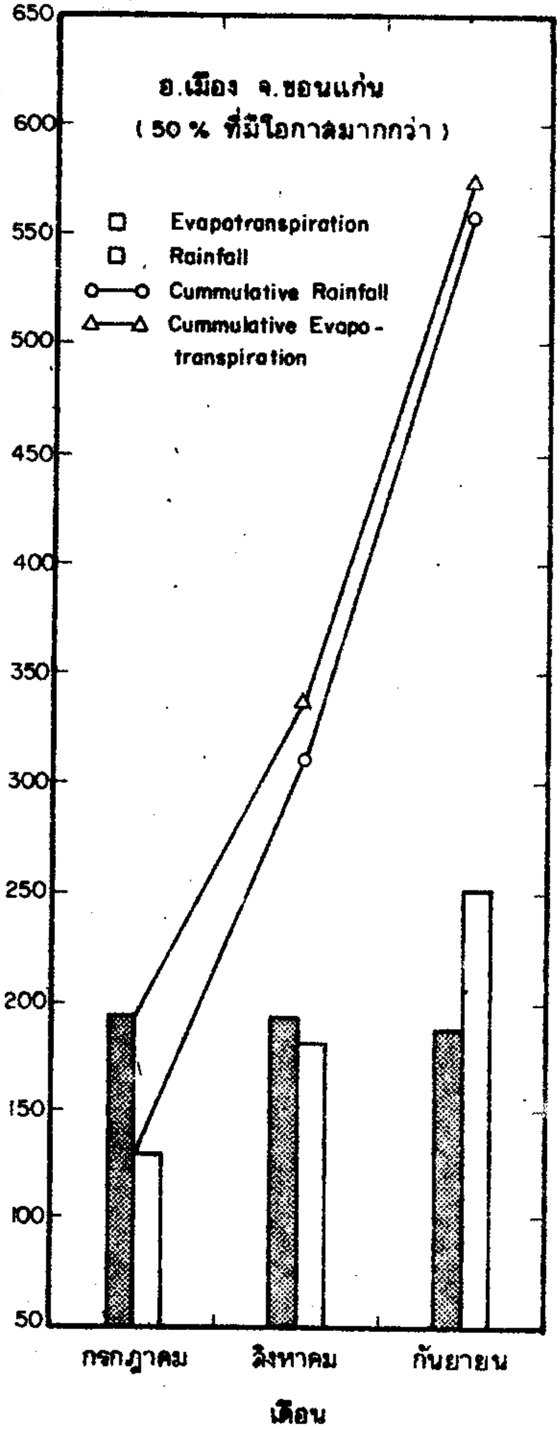
WD_{k-1} คือระดับน้ำในนาเมื่อวันก่อน k หนึ่งวัน

R_k คือน้ำฝนที่ตกในวันที่ k

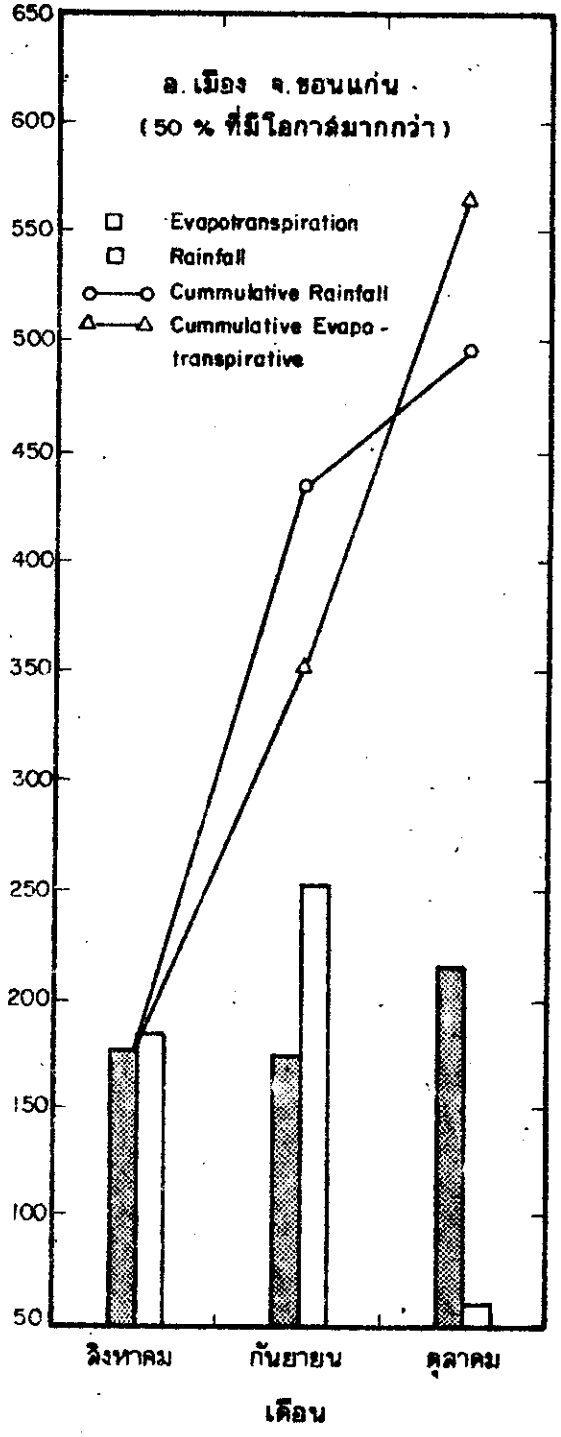
ET_k คืออัตราการใช้น้ำของข้าวในวัน k

PER_k คืออัตราการซึมสู่ใต้ดินของน้ำในนาเมื่อวันที่ k

โดยอาศัยสมการข้างต้นและข้อมูลในข้อ 1 และ 2 จะสามารถคำนวณว่าระดับน้ำในนาจะแห้งกี่ครั้งตลอดฤดูการเพาะปลูก และแห้งนานเท่าใด ซึ่งค่าเหล่านี้ใช้เป็นดัชนีเลือกวันปกดำที่เหมาะสมจากการทดลองการปลูกข้าวโดยใช้เครื่อง computer ของช่วง 50 ปี จะสามารถได้ข้อสรุปว่าระยะใดของพื้นที่แห่งหนึ่งจึงจะเหมาะแก่การปลูกพืชชนิดต่าง ๆ สำหรับประเภทพืชไร่นั้นทำได้โดยการปรับค่าในสมการการใช้น้ำของพืชเท่านั้น ดังตัวอย่างของจังหวัดขอนแก่น และร้อยเอ็ด แสดงในตารางที่ 2

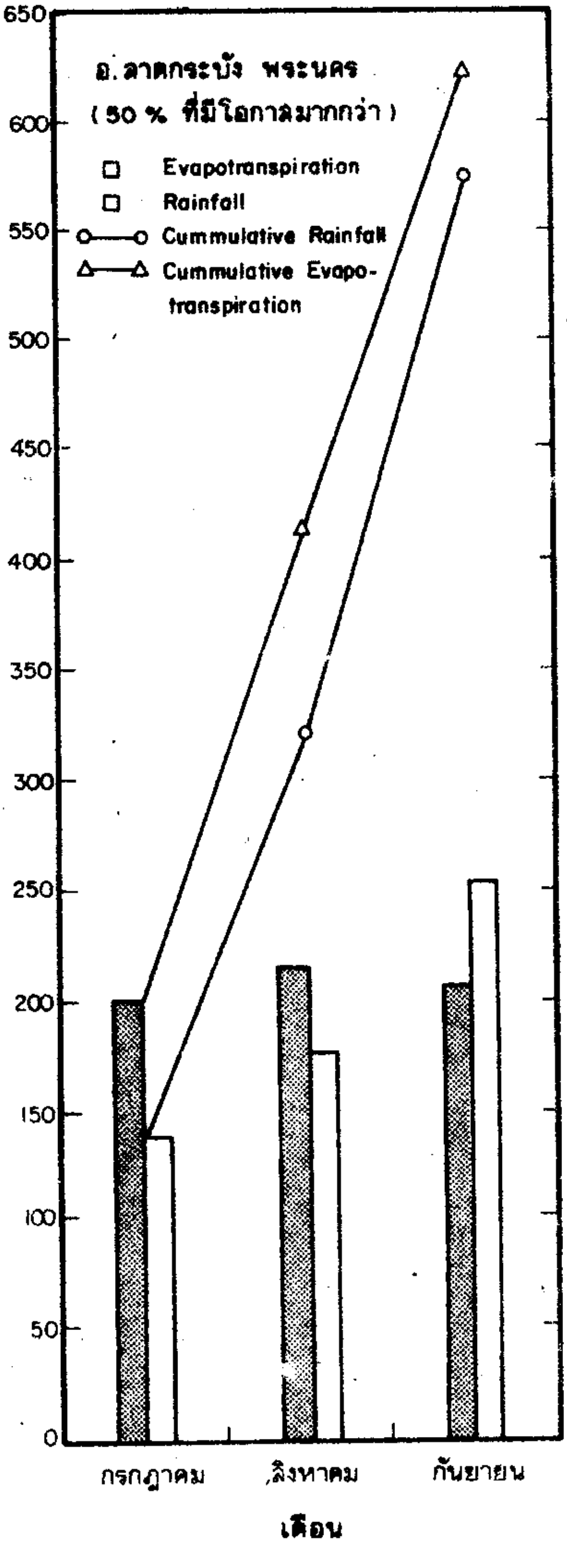


รูปที่ 1

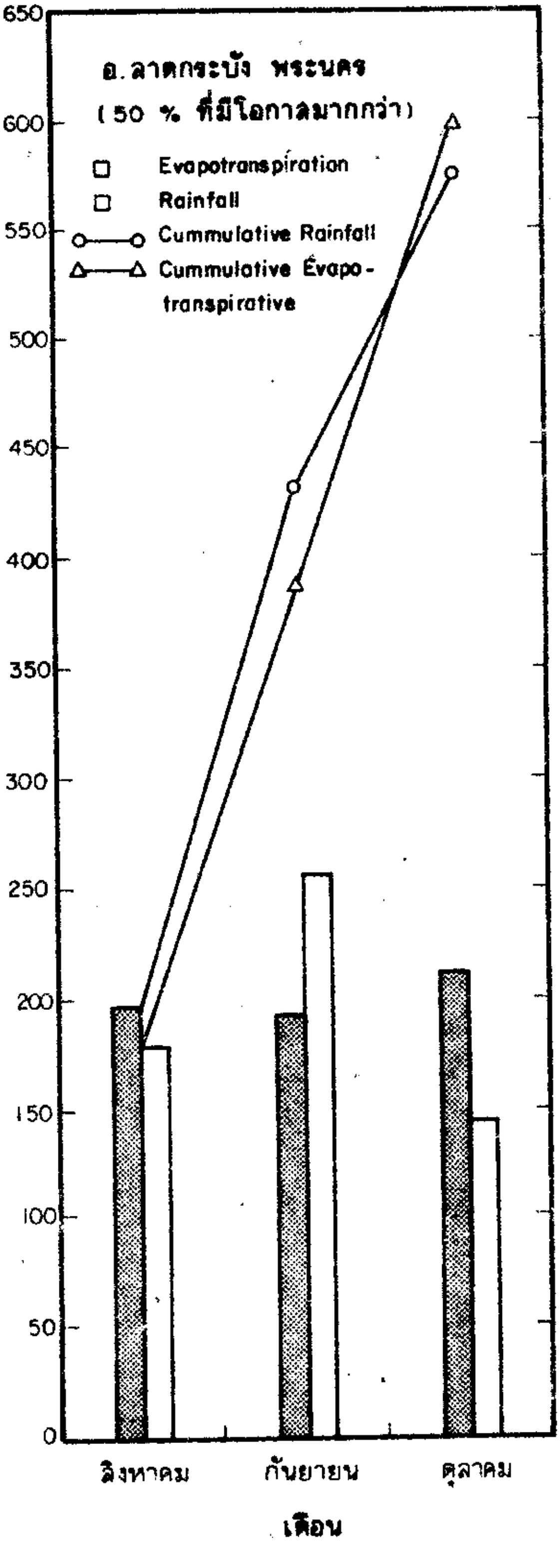


รูปที่ 2

แผนภูมิแสดงปริมาณน้ำฝนและน้ำที่พืชต้องการ



รูปที่ 3



รูปที่ 4

แผนภูมิแสดงปริมาณน้ำฝนและน้ำที่พืชต้องการ

ตารางที่ 2 ผลของการทดลองปลูกพืชโดย computer ในช่วง 50 ปี

(ค่าแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของ 50 ปี)

ชนิดของพืช	วันที่ควรทำการเพาะปลูก		จำนวนวันที่พืชขาดน้ำ		ปริมาณน้ำที่ต้องระบายทิ้ง (มม.)	
	(1)*	(2)*	(1)*	(2)*	(1)*	(2)*
ข้าว	1 มิ.ย.	1 พ.ค.	54.48	41.78	95.73	146.19
ข้าวโพดหวาน	1 มี.ค.	1 ก.พ.	7.25	3.83	46.17	152.93
ถั่วลิสง	15 มิ.ย.	1 ก.ค.	5.33	15.62	363.45	427.11
ข้าวฟ่าง	1 ก.พ.	1 ม.ค.	17.63	4.86	106.70	260.73
ถั่วเขียว (หรือถั่วเหลือง)	1 พ.ค.	1 ม.ค.	0	3.92	189.39	219.34

* (1) จังหวัดขอนแก่น (2) จังหวัดร้อยเอ็ด

วันที่กำหนดในตารางที่ 2 เป็นวันที่คิดว่าเหมาะที่สุดหลังจากได้ใช้ข้อมูลถึง 50 ปี อย่างไรก็ตาม สำหรับข้าวนั้นตัวเลขของวันขาดน้ำค่อนข้างสูง ซึ่งจะได้มีการปรับปรุงหาวันที่เหมาะใน เดือนสิงหาคมดังได้กล่าวแล้วในขั้นตอนของการวางแผน

เมื่อได้ระยะเวลาที่เหมาะสมจากการคำนวณแล้ว ขั้นต่อไปก็คงจะเป็นการทดลองโดยการทำแปลงจริง เพื่อเป็นการตรวจสอบผลการคำนวณ ซึ่งการทำทดลองนี้ย่อมใช้เวลาและงบประมาณน้อยกว่าการลงมือทำเลยตั้งแต่ต้นเป็นอย่างมาก

<u>สรุป</u> บทความนี้ค่อนข้างสั้น และอาจจะให้รายละเอียดไม่มากพอ ทั้งนี้เพราะรายละเอียดของการเตรียมข้อมูลและการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น ค่อนข้างจะยุ่งยากและอาศัยเทคนิคเฉพาะของสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง และจุดประสงค์แท้จริงของบทความนี้ก็เพื่อเสนอแนวทางและวิธีการใช้ข้อมูลทางภูมิอากาศในการวางแผนและการกำหนดระยะเวลาปลูกพืชที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะสามารถทำได้เร็ว ประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณ แต่มิได้หมายความว่าจะไม่ต้องมีการทำแปลงทดลองจริงในสนาม วิธีการที่เสนอเป็นการลัดขั้นตอนของขบวนการธรรมดาเพื่อให้ได้ผลเร็วขึ้น อนึ่งท่านที่สนใจในรายละเอียด อ่านได้จากเอกสารอ้างอิงที่ระบุไว้ได้

<u>เอกสารอ้างอิง</u>

"Assessment of Rainfed Irrigation in Northeast of Thailand" Asian Institute of Technology, 1981.

"Rainfall and Evaporation Analysis of Thailand" Asian Institute of Technology, 1980.