

ความสัมพันธ์ระหว่างราคาค่าก่อสร้าง-ปริมาณน้ำเก็บกัก-พื้นที่ชลประทาน
สำหรับโครงการขนาดเล็กในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ดร.สุรวดี ประดิษฐานนท์ *

บทคัดย่อ

ในโครงการชลประทานขนาดเล็กที่สร้างในเขต 4 ของกรมชลประทานในปี 2521-2522
18 โครงการที่ใช้วิเคราะห์นั้น จะได้ความสัมพันธ์เชิงเส้นในรูป

$$C = 0.745 + 0.505 V$$

$$C = 0.597 + 0.00113 A$$

และ $V = 0.00997 + 0.00172 A$

โดยที่ C คือราคาค่าก่อสร้างเป็นล้านบาท V คือปริมาณเก็บกักเป็นล้านลูกบาศก์เมตร และ A
คือพื้นที่ชลประทานเป็นไร่ ค่าคงที่และสัมประสิทธิ์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ของราคา อาจตีความหมายได้
เป็นราคาคงที่หรือราคาเริ่มต้น และราคาต่อหน่วยตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ทางกายภาพนั้น ค่าคง-
ที่อาจตีความหมายได้เป็นปริมาณต่ำสุดหรือปริมาณ ส่วนที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ และค่าสัมประสิทธิ์เป็นปริมาณ
ที่ส่งได้ต่อไร่ การประมาณค่าสัมประสิทธิ์นั้นใช้วิธีการสลับสัมพันธ์ (regression method) ซึ่งอาศัย
หลักการของกำลังสองน้อยที่สุด (least square principle) ราคาค่าก่อสร้างนั้นไม่รวมราคา
ค่าก่อสร้างของระบบส่งน้ำ

Abstract

For small reservoir or tank projects with irrigation objective
constructed over 2521-2522 B.E. within the 4th regional office of the
Royal Irrigation Department, of 18 projects selected for the analysis the
following relationships are resulted :

$$C = 0.745 + 0.505 V$$

$$C = 0.597 + 0.00113 A$$

and $V = 0.00997 + 0.00172 A$

where C is the construction cost in million baht, V is the storage volume
in million of cubic meters, and A is the irrigatable area in rais. The

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

constant and coefficient of the cost relationships can be interpreted as fixed or initial cost of the project and variable or unit cost respectively. The physical relation, the constant is the minimum storage or unusable storage and the coefficient can be interpreted as volume available per rai for irrigation. The values estimated or the regression analysis with the least square principle. Note that the construction cost of the project does not included the distribution system.

บทนำ

งานชลประทานขนาดเล็กในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของกรมชลประทาน ได้มีการริเริ่มมาตั้งแต่ปี 2493 โดยรวมเป็นส่วนหนึ่งของแผนงานแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งคาดว่าจะต้องสร้างโครงการขนาดใหญ่ประมาณ 17-20 โครงการ โครงการขนาดเล็กและกลางประมาณ 3,000 โครงการ แต่ตามงบประมาณที่ได้รับสำหรับโครงการขนาดกลางและเล็กตั้งแต่ปี 2493 จนถึง ปี 2519 นั้น มีโครงการขนาดกลางและขนาดเล็กสร้างเสร็จไปแล้วเพียง 158 โครงการ เมื่อมีการเร่งรัดการดำเนินการชลประทานขนาดเล็กในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ในปี 2520 นั้น มีโครงการขนาดเล็กสร้างเสร็จเพิ่มเติมอีก 176 โครงการ และในปี 2521 โครงการขนาดเล็กในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับการสร้างเพิ่มเติมอีก 240 โครงการ

งานชลประทานขนาดกลางหรือขนาดเล็กนั้น แบ่งแยกออกจากกันค่อนข้างยาก ในแผนการดำเนินงานเดิมนั้น โครงการขนาดกลางและเล็กที่สร้างเสร็จสิ้นก่อนปี 2520 มีความจุมากที่สุดคือ 524 ล้านลูกบาศก์เมตร อันได้แก่เขื่อนน้ำอูน จังหวัดสกลนคร และอ่างขนาดเล็กที่สุดที่สร้างมีความจุเพียง 60,000 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งสร้างเพื่ออุปโภคบริโภคเท่านั้น สำหรับงานชลประทานขนาดเล็กเองนั้น ยังไม่มีคำจำกัดความเกี่ยวกับปริมาณเก็บกักน้ำที่แน่นอน โดยมากมักจะให้คำจำกัดความตามงบประมาณที่รัฐบาลตั้งขึ้น

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือนี้ใช้ตัวเลขของโครงการสร้างอ่างเก็บน้ำของในเขตสำนักงานชลประทานที่ 4 โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างราคาค่าก่อสร้าง-ปริมาณน้ำเก็บกัก ราคาค่าก่อสร้าง - เนื้อที่ชลประทาน และปริมาณน้ำเก็บกัก-เนื้อที่ชลประทาน วิธีการที่ใช้หาความสัมพันธ์คือ วิธีสหสัมพันธ์อย่างง่าย (Simple regression analysis) โดยอาศัยความสัมพันธ์เชิงเส้นในรูป $Y = b_1 + b_2X$ ในการวิเคราะห์ทฤษฎีสหสัมพันธ์ เชิงเส้น

ถ้าสมมติว่า ตัวแปร Y และตัวแปร X จำนวน $k-1$ เทอม ($X_2, X_3 \dots X_k$) มีความสัมพันธ์เชิงเส้นโดยมีส่วนเกิน u ถ้าเรามีตัวอย่างของข้อมูลของทั้ง Y และ X อยู่ n จำนวน เราจะได้ว่า

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

สัมประสิทธิ์ β และตัวกำหนด u เป็นตัวไม่ทราบค่า และปัญหาก็คือการประมาณค่าตัวไม่ทราบค่านี้ สำหรับสมการ (1) จำนวน n สมการอาจเขียนออกมาได้รวบรัดกว่าในรูปของเมทริกซ์คือ

$$Y = X\beta + u \quad (2)$$

โดยที่

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & \dots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & \dots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & X_{2n} & \dots & X_{kn} \end{bmatrix}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} \quad u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_n \end{bmatrix}$$

เนื่องจากค่า β_1 เป็นค่าคงที่ ซึ่งจำต้องมีแถวของค่า 1 ในเมทริกซ์ X

เพื่อช่วยในการประมาณค่า β เราจำเป็นต้องตั้งสมมติฐานอันเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้ใน สมการ (1) สมมติฐานเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นและเป็นของสำคัญที่จะใช้ในการประมาณค่า สมมติฐานที่ใช้คือ

$$E(u) = 0 \quad 3-ก$$

$$E(uu') = \sigma^2 I_n \quad 3-ข$$

$$X \text{ เป็นตัวเลขที่เป็นค่าแน่นอน } 3-ค$$

$$X \text{ มี rank } K < n \quad 3-ง$$

จากสมการ (1) สมมติฐาน (3) ถ้าเราใช้หลักการของกำลังสองน้อยที่สุด (least-square principle) ในการประมาณค่าตัวกำหนดในสมการ (1) โดยที่

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 & \hat{\beta}_2 & \dots & \hat{\beta}_k \end{bmatrix}$$

เป็นแถวเวกเตอร์ของค่าประมาณของ β ซึ่งจะได้

$$y = X\hat{\beta} + e \quad (4)$$

โดยที่ e คือแถวเวกเตอร์ของเศษ n ของ $(y - X\hat{\beta})$ จะสังเกตได้ว่าในสมการ (2) นั้น β และ u เป็นตัวไม่ทราบค่า แต่ในสมการ (4) นั้น $\hat{\beta}$ เป็นค่าประมาณ และ e เป็น เศษจากสมการ (4) ผลรวมของเศษยกกำลังสองจะเป็น

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^n e_i^2 &= e'e \\
 &= (y - X\hat{\beta})'(y - X\hat{\beta}) \\
 &= y'y - 2\hat{\beta}'X'y + \hat{\beta}'X'X\hat{\beta} \quad (5)
 \end{aligned}$$

ซึ่งได้จากที่ว่า $\hat{\beta}'X'y$ เป็นจำนวนเลขซึ่งเท่ากับส่วนย้อน (tranpose) $y'X\hat{\beta}$ ถ้าต้องการหาค่า $\hat{\beta}$ ที่ทำให้ค่าผลรวมของเศษยกกำลังน้อยที่สุด เราหาอนุพันธ์ของสมการ (5) ซึ่ง

$$\frac{\partial}{\partial \hat{\beta}}(e'e) = -2X'y + 2X'X\hat{\beta}$$

แล้วให้เท่ากับศูนย์ซึ่งจะได้

$$X'X\hat{\beta} = X'y$$

และจากข้อสมมติ 3-ง จะได้

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'y \quad (6)$$

$$\text{และค่า } R^2 = \hat{\beta}'X'y/y'y \quad (7)$$

สำหรับกรณีที่มีตัวแปรเพียง 2 ตัว ซึ่งจะใช้ในที่นี้เราจะได้ว่า

$$X'X = \begin{bmatrix} n & \Sigma X \\ \Sigma X & \Sigma X^2 \end{bmatrix} \quad \text{และ} \quad X'y = \begin{bmatrix} \Sigma Y \\ \Sigma XY \end{bmatrix}$$

หรือถ้าเขียนสมการ (6) ในรูป

$$(X'X)\hat{\beta} = X'y$$

จะได้สมการสองชั้นในรูป

$$\begin{aligned}
 \Sigma Y &= n\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 \Sigma X \\
 \Sigma XY &= \hat{\beta}_1 \Sigma X + \hat{\beta}_2 \Sigma X^2
 \end{aligned}$$

$$\text{ซึ่งจะได้ว่า } \hat{\beta}_2 = \frac{(\Sigma X \Sigma Y/n) - \Sigma XY}{(\Sigma X)^2/n - \Sigma X^2} \quad (8)$$

$$\text{และ } \hat{\beta}_1 = \bar{Y} - \hat{\beta}_2 \bar{X} \quad (9)$$

โดยที่ $\bar{Y} = \Sigma Y/n$ และ $\bar{X} = \Sigma X/n$

ข้อมูลที่ใช้

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เลือกมาเฉพาะโครงการที่ระบุว่าเป็นโครงการขนาดเล็กที่สร้างขึ้นเพื่อการเกษตร มีใช้โครงการปรับปรุง หรือโครงการเพื่ออุปโภคบริโภคเพียงอย่างเดียว บัญชีชื่อโครงการตามตาราง 1 ท้ายเรื่องนั้น เป็นโครงการที่สร้างในปี 2521 และโครงการที่จะสร้างในปี 2522 เฉพาะในเขต 4 ของกรมชลประทาน ซึ่งครอบคลุมเนื้อที่ในจังหวัดขอนแก่น อุตรดิตถ์ เลย หนองคาย และมหาสารคาม จะเห็นได้ว่าพิสัยโครงการนั้นในเชิงราคาค่าก่อสร้างจะตกอยู่ระหว่าง 700,000 บาท ถึง 2.5 ล้านบาท โดยมีปริมาณเก็บกักอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 2.0 ล้านลูกบาศก์เมตร และเนื้อที่ชลประทานอยู่ระหว่าง 300-1,000 ไร่

ผลการวิเคราะห์

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์อย่างง่ายนั้น สามารถทำได้โดยใช้เครื่องคิดเลขที่มีโปรแกรมเสร็จในตัว ซึ่งสะดวกมากในการใช้ จากข้อมูลที่ใช้ ถ้าให้ C เป็นประมาณราคาค่าก่อสร้าง (ล้านบาท) V เป็นปริมาณน้ำเก็บกัก (ล้าน m^3) และ A เป็นพื้นที่ชลประทาน (ไร่) จะได้ความสัมพันธ์ 3 รูปแบบ คือ

$$C = 0.745 + 0.505 V ; r = 0.61$$

$$C = 0.597 + 0.00113 A ; r = 0.57$$

$$V = 0.00997 + 0.00172 A ; r = 0.72$$

จะเห็นได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างราคาค่าก่อสร้างกับปริมาณเก็บกักนั้นค่าคงที่นั้นตีความหมายได้เป็น ราคาเริ่มต้นของโครงการเฉลี่ยซึ่งตกในราว 745,000 บาท โดยที่สัมประสิทธิ์ของปริมาณเก็บกักก็คือราคาเปลี่ยนแปลงหน่วยเก็บกัก ซึ่งในที่นี้จะเป็น 505,000 บาท/ล้าน m^3 ทั้งนี้ความสัมพันธ์ดังกล่าวอธิบายความแปรปรวนได้ของข้อมูลได้ 61 % จากการวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับช่วงความมั่นใจ (confidence interval) ของค่าคงที่และสัมประสิทธิ์จะพบว่าค่าคงที่นั้นรวมค่า 0 อยู่ด้วยที่ระดับ 95 เปอร์เซนต์ แต่ค่าสัมประสิทธิ์นั้นไม่มีค่าศูนย์รวมอยู่ในระดับเดียวกัน เป็นที่ควรสังเกตว่าในโครงการขนาดนี้มิได้รวมค่าก่อสร้างระบบส่งน้ำไว้ในโครงการด้วย

จากความสัมพันธ์ของราคาค่าก่อสร้างกับพื้นที่ชลประทาน จะเห็นได้ว่า ค่าลงทุนเริ่มต้นของพื้นที่ชลประทานนั้น คือค่าคงที่ของสมการ หรือ 597,000 บาท ส่วนค่าลงทุนต่อไร่จะมีค่า 1,130 บาทต่อไร่ แต่ความสัมพันธ์นี้อธิบายได้เพียง 57 เปอร์เซนต์ของข้อมูล จากเอกสารของกรมชลประทาน (1) เองบ่งไว้กว้าง ๆ ว่าค่าลงทุนที่ทางกรมพิจารณาสำหรับโครงการชลประทานนั้นตกอยู่ระหว่าง 1,000-2,000 บาทต่อไร่ แต่ถ้าลองพิจารณาค่าเฉลี่ยของราคาค่าก่อสร้างและเนื้อที่ชลประทานจะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยของการลงทุนต่อไร่ ในโครงการขนาดเล็กนี้จะสูงกว่า 2,000 บาทต่อไร่ การที่ความสัมพันธ์กับค่าลงทุนต่อไร่ค่อนข้างต่ำเนื่องจากค่าลงทุนเริ่มต้นนั้นค่อนข้างสูง

ในความสัมพันธ์สุดท้ายระหว่างปริมาณเก็บกักกับพื้นที่ชลประทานนั้นค่าคงที่คือปริมาณที่ไม่อาจนำขึ้นมาใช้ได้ หรือปริมาณเก็บกักต่ำสุด ซึ่งมีค่า $9,970 \text{ ม}^3$ โดยที่ปริมาณน้ำที่ส่งได้ต่อไร่ประมาณ $1,720 \text{ ม}^3$ หรือ $1,075 \text{ มม.}$ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณน้ำเสริมเพื่อการปลูกข้าวในฤดูฝน จะต้องไม่ลืมว่าปริมาณน้ำดังกล่าวเป็นปริมาณน้ำจากอ่าง มิใช่ปริมาณน้ำที่ส่งเข้าแปลงนา ซึ่งมีค่าน้อยลงเนื่องจากการสูญเสียตามระบบส่งน้ำก่อนเข้าแปลงนา จะเห็นได้ว่าส่วนที่สามารถอธิบายได้ของความสัมพันธ์นี้สูงถึง 72 เปอร์เซ็นต์

จะเห็นได้ว่า ผลการวิเคราะห์จากวิธีการสหสัมพันธ์อย่างง่ายนั้นสอดคล้องกับหลักการทั่วไป ที่ใช้ในการวางแผนโครงการ ซึ่งไม่เป็นที่น่าประหลาดใจอยู่แล้ว แต่ผลจากการวิเคราะห์อาจนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาวิเคราะห์โครงการเชิงวางแผนหรือตรวจสอบได้คร่าว ๆ เนื่องจากราคาค่าก่อสร้างนั้นจะสูงขึ้นทุกปีและราคาค่าลงทุนต่อไร่ หรือต่อปริมาณเก็บกักก็ควรจะสูงขึ้นตามหลักของค่าตอบแทนที่ลดถอยลง เนื่องจากสถานที่ก่อสร้างที่ดีนั้นจะมีน้อยลงตามจำนวนโครงการที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว

อีกประการหนึ่งจากทฤษฎีของสหสัมพันธ์เองสมมติให้ X นั้นเป็นค่าที่ทราบแน่นอน แต่จากข้อมูลในมือจะเห็นได้ว่า ไม่ว่าราคาก่อสร้าง ปริมาณเก็บกัก หรือพื้นที่ชลประทานก็ถือเป็นตัวเลขที่มีส่วนผิดพลาดไม่แน่นอนทั้งสิ้น การวิเคราะห์ที่จะเขียนสมบรูณ์นั้น ควรจะให้ค่าแปรทั้งสองมีความผิดพลาดได้ทั้งคู่ นอกจากนี้ การจะหาสหสัมพันธ์ระหว่างราคาก่อสร้างกับปริมาณเก็บกักและพื้นที่การชลประทานนั้นจะยุ่งยากขึ้นและให้ความหมายที่อาจลงตาได้เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเก็บกักและพื้นที่ชลประทานนั้นมีอยู่สูง

ประการสุดท้ายความสัมพันธ์ที่หามาได้นั้นอาศัยข้อมูลของในเฉพาะเขต ซึ่งอาจไม่ใช่ตัวแทนที่แท้จริงของทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สรุป

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างราคาก่อสร้าง (C) ปริมาณน้ำเก็บกัก (V) พื้นที่ชลประทาน โดยการใช้วิธีการสหสัมพันธ์อย่างง่าย และใช้ตัวประมาณค่ายกกำลังสองน้อยที่สุดจะได้ความสัมพันธ์

$$C = 0.745 + 0.505 V$$

$$C = 0.597 + 0.00113 A$$

$$\text{และ } V = 0.00997 + 0.00172 A$$

โดยที่ C มีหน่วยเป็นล้านบาท, V เป็นล้านลูกบาศก์เมตร และ A เป็นไร่ ค่าคงที่และสัมประสิทธิ์อาจตีความหมายในเทอมของเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรมได้อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพึงพอใจ การจะใช้สมการเหล่านี้เพื่อการวางแผนนโยบายทางการเงินควรทำด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากโครงการชลประทานนั้นมีลักษณะเฉพาะที่ การที่จะถือเงินกฏตายตัวนั้นค่อนข้างจะอันตรายที่ไม่ควรลืมนึกถึงราคาก่อสร้างนั้นไม่รวมราคาระบบส่งน้ำไว้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. ขยันอาสา, ปิ่น, 2521 การชลประทานขนาดเล็กในเขตสำนักงานชลประทานที่ 4, เอกสารประกอบคำบรรยาย, สัมนาเรื่องผลกระทบของโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, กุมภาพันธ์
2. Johnston, J. 1972, *Econometric Methods* 2nd ed. McGraw-Hill, N.Y.

คณบดี
สำนักหอสมุด

ตาราง 1 บัญชีโครงการชลประทาน เล็กในเขตสำนักงานชลประทานที่ 4
ที่ใช้วิเคราะห์

ชื่อโครงการ	ค่าก่อสร้าง (ล้านบาท)	ปริมาณน้ำเก็บกัก (ล้าน ม ³)	เนื้อที่ชลประทาน (ไร่)
อ่างเก็บน้ำห้วยหินลาด เลย	0.717	0.2	400
สร้างท่อนบ่เพิ่ม-ภูกระแต ขอนแก่น	1.7	1.0	800
อ่างเก็บน้ำห้วยเลิงท่ม อุดรธานี	1.0	0.5	400
อ่างเก็บน้ำนาอ้อม "	1.5	0.6	500
อ่างเก็บน้ำหนองทุ่งใหญ่ "	1.0	2.0	1,000
อ่างเก็บน้ำห้วยวังช้าง "	1.5	2.0	500
อ่างเก็บน้ำห้วยแคน "	1.2	1.0	500
อ่างเก็บน้ำห้วยไร่ "	0.7	0.5	300
อ่างเก็บน้ำห้วยทรายน้อย "	0.7	0.6	500
อ่างเก็บน้ำบ้านนาอ่าง "	1.2	1.0	700
อ่างเก็บน้ำห้วยเพี้ยงแล้ง เลย	1.5	1.5	1,000
อ่างเก็บน้ำห้วยแล้ง "	1.0	1.0	500
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำคิม "	1.5	1.0	700
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาน "	2.5	2.0	1,000
อ่างเก็บน้ำห้วยสร้างโพน "	1.5	1.0	700
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำเพา หนองคาย	1.0	0.7	400
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำชิง "	1.0	0.8	500
อ่างเก็บน้ำห้วยบ้าน "	1.5	1.0	500
ค่าเฉลี่ย	1.262	1.02	590

ห้องสมุด
มหาวิทยาลัยขอนแก่น