บทที่ 2

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. อุปรณ์

1.1 แผ่นปูนซิเมนต์สำหรับล่อลูกหอยซึ่งมีขนาด 40 x 30 ตร.ซ.ม. โดยมีลวดกรงไก่เป็นโครงภายในมีรูที่มุมทั้งสี่ด้านของแผ่นปูนห่างจากขอบเข้ามาประมาณ 3 ซ.ม. เพื่อใช้ร้อยเชือกพลาสติก ขนาด 2 หุนและ 3 หุน ใส่ท่อยางไว้ที่รูเพื่อกันการเสียดสีของเชือกกับแผ่นปูน ใช้แผ่นปูนทั้งหมด 48 แผ่น โดยแบ่งลักษณะการวางแผ่นปูนเป็น 2 แบบ คือ วางให้หอยเกาะในแนวราบ 24 แผ่น และในแนวดิ่ง 24 แผ่น

1.2 ตารางกรอบไม้ ใช้สำหรับสุ่มตัวอย่างข้อมูล ขนาด 30 x 30 ตร.ซ.ม. แต่ละด้านแบ่งเป็นช่อง ๆ ละ 10 ซ.ม.

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 เพื่อให้การทดลองอยู่ในสภาวะที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด จึงแขวนแผ่นปูนซิเมนต์ล่อลูกหอยตลอดการทดลองไว้ที่สะพานเทียบเรือ ซึ่งอยู่บริเวณไซโลของบริษัทมา-บุญครองอบพืชและไซโล อำเภอศรีราชา ห่างจากฝั่งประมาณ 400 เมตร (ภาพที่ 1) อันเป็นบริเวณที่มีน้ำลึกประมาณ 5 เมตร พอจะวางวัสดุได้ทั้ง 4 ระดับตามต้องการ

2.2 นำแผ่นปูนที่หล่อไว้มาร้อยเชือกพลาสติกขนาด 2 หุน ทำเป็นชุด ชุดละ 2 แผ่น แต่ละชุดเรียงแผ่นปูนเป็น 2 ลักษณะ คือเรียงแนวดิ่ง และเรียงแนวราบ (ดังภาพที่ 2, 3, 4) พวกที่วางแนวราบมีระยะห่างระหว่างแผ่น 1 เมตร ส่วนแผ่นปูนในแนวดิ่งนั้นมีระยะห่างระหว่างแผ่น 70 ซ.ม. สำหรับพวกที่วางแผ่นปูนแนวราบเหลือเชือกด้านบนไว้ 40 ซ.ม. และพวกที่วางแนวดิ่งเหลือเชือกไว้ 30 ซ.ม. เพื่อใช้

ผูกต่อกับเชือกขนาด 3 หุน ที่จะไว้แขวนกับสะพานอีกต่อหนึ่ง ทำแผ่นปูนทั้งหมด 24 ชุด โดยแผ่นปูนที่จะทดลองในแนวราบ 12 ชุด และแนวดิ่ง 12 ชุด

2.3 นำแผ่นปูนซีเมนต์ที่เตรียมไว้ทั้งหมดนั้นมาแขวนไว้ที่ปลายสุดของสะพาน โดยมีลักษณะแนวราบ และแนวดิ่ง อย่างละ 12 ชุด การแขวนแผ่นปูนแนวราบ แนวดิ่ง อย่างละ 6 ชุด แขวนให้แผ่นล่างสุดของแต่ละชุดห่างจากพื้นทะเล 1 เมตร ส่วนที่เหลืออีกอย่างละ 6 ชุด แขวนให้แผ่นล่างสุดมีระดับสูงจากพื้นทะเล 3 เมตร ดังนั้นแผ่นปูนที่ทดลองทั้งหมดจึงห้อยอยู่ในลักษณะ 4 ระดับ (ภาพที่ 5) แต่ละระดับจะมีแผ่นปูนวางทั้งแนวราบ และแนวดิ่ง อย่างละ 6 แผ่น จากการคำนวณในแต่ละระดับนั้นมีช่วงเวลาการโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำเฉลี่ยในแต่ละวันแตกต่างกันไป เปอร์เซนต์การสัมผัสอากาศของทั้ง 4 ระดับนี้ คำนวณโดยใช้ค่าเฉลี่ยของน้ำลงต่ำสุดและน้ำขึ้นสูงสุดตลอดปีของจุดที่ใกล้ที่สุด คือ เกาะสีชังเป็นค่าเปรียบเทียบ เปอร์เซนต์การสัมผัสอากาศของแต่ละระดับแตกต่างกันดังนี้

ระดับบนสุด มีช่วงเวลาโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำ 68% (ประมาณ 17 ชม./วัน)
ระดับที่สอง มีช่วงเวลาโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำ 46% (ประมาณ 11 ชม./วัน)
ระดับที่สาม มีช่วงเวลาโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำ 23% (ประมาณ 6 ชม./วัน)
ระดับล่างสุด มีช่วงเวลาโผล่ขึ้นมาเหนือน้ำ 0% (ไม่มีโอกาสโผล่เหนือน้ำ)

กำหนดหมายเลขประจำให้แต่ละจุดที่แขวนแผ่นปูน โดยมีหมายเลข 1 – 12 เป็นแผ่นปูนที่อยู่ในระดับบนสุดและระดับที่สอง และหมายเลข 13 – 24 เป็นแผ่นปูนในระดับที่สามและล่างสุด

2.4 ตรวจสอบแผ่นปูนทุก ๆ 2 สัปดาห์ติดต่อกันเป็นเวลา 8 เดือน (ตั้งแต่เดือนธันวาคม พ.ศ. 2523 – สิงหาคม พ.ศ. 2524) เมื่อมีลูกหอยมาเกาะ เริ่มวัดขนาดของลูกหอยทั้งความกว้างและความยาวเป็นมิลลิเมตร โดยวิธีสุ่มตัวอย่างจากแผ่นปูนในพื้นที่ 300 ตร.ซ.ม. แต่ละแผ่นแล้วบันทึกไว้ในแผนที่จำลองของแผ่นปูน เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ ทารวัดการเจริญเติบโตของหอยนางรมจะทำทั้ง 2 ด้านของแผ่นปูน

ไม่ว่าจะเป็นแผ่นที่วางในแนวราบ หรือแนวดิ่ง เพื่อให้เป็นไปตามลักษณะของธรรมชาติ การทดลองนี้จะไม่มีการกำจัดสิ่งมีชีวิตใด ๆ ที่อาศัยอยู่ที่แผ่นปูนทั้งสิ้น

2.5 เก็บข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ด้วยทุกครั้งที่ออกเก็บข้อมูลหอยนางรม โดยวัดอุณหภูมิ ความเค็ม ความขุ่นใสของน้ำ กระแสน้ำ และความลึก

2.6 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีทางสถิติ

2.6.1 หาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของหอยนางรม โดยการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของเส้นตรง ซึ่งดูจากค่าสัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์

$$r = \frac{\Sigma xy - \frac{(\Sigma x)(\Sigma y)}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2/n\right)\left(\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2/n\right)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

ทดสอบค่า r โดยวิธี t - test

$$t = \frac{r}{\sqrt{(1-r^2)/n - 2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

6.2.2 หาความแตกต่างระหว่างการเจริญเติบโตของหอยนางรมที่มีช่วงเวลาโผล่เหนือน้ำต่างกันและลักษณะการวางวัสดุต่างกัน โดยแยกวิเคราะห์แต่ละ treatment ด้วยการวิเคราะห์วาเรียนซ์ ชนิดข้อมูลแจกแจงทางเดียว ในกรณีที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จะทดสอบความแตกต่างที่ละคู่ด้วยการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Least significant difference (lsd)

$$lsd_{(0.01)} = t_{.01}\, S_{\bar{d}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

$t_{.01}$ คือค่าที่ได้จากตารางการแพร่กระจายของ t, df = ∞ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

$$S_{\bar{d}} = S^2\sqrt{\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_j}\right)}$$

S^2 = Mean square error

r = จำนวนค่าสังเกตที่ใช้คำนวณค่าเฉลี่ยนั้น

ในการศึกษาอิทธิพลร่วมของทั้ง 2 treatments คือ ผลของช่วงเวลาโผล่เหนือน้ำและลักษณะการวางวัสดุที่มีต่อการเจริญเติบโตของหอยนางรม ใช้การวิเคราะห์ว่าเรียนซ์แบบ Factorial experimental design ชนิดที่มีจำนวนค่าสังเกตไม่เท่ากันโดย

Factor A คือ ช่วงเวลาโผล่เหนือน้ำ 4 ระดับ ได้แก่ 0%, 23%, 46% และ 68%

Factor B คือ ลักษณะการวางวัสดุ 3 ลักษณะ คือ แนวราบด้านบน แนวราบด้านล่าง และแนวดิ่ง

ซึ่งแบบของการทดลองสรุปได้ดังนี้

Factor	A				
	level	a_1	a_2	a_3	a_4
B	b_1	a_1b_1	a_2b_1	a_3b_1	a_4b_1
	b_2	a_1b_2	a_2b_2	a_3b_2	a_4b_2
	b_3	a_1b_3	a_2b_3	a_3b_3	a_4b_3

ให้ p แทนจำนวนระดับของ treatment A

q แทนจำนวนระดับของ treatment B

n แทนจำนวนค่าสังเกตของ treatment

x_{ij} แทนค่าสังเกตของ treatment A ที่ i และ treatment B ที่ j

1. หาค่าสังเกตเฉลี่ยต่อช่อง

$$\bar{n} = \frac{pq}{(\frac{1}{n_{11}} + \cdots\cdots \frac{1}{n_{pq}})}$$

2. หาค่าเฉลี่ยของแต่ละช่องในตารางได้ดังนี้

Factor	a_1	a_2	a_3	a_4
b_1	$\overline{AB}_{11}$	$\overline{AB}_{21}$	$\overline{AB}_{31}$	$\overline{AB}_{41}$
b_2	$\overline{AB}_{12}$	$\overline{AB}_{22}$	$\overline{AB}_{32}$	$\overline{AB}_{42}$
b_3	$\overline{AB}_{13}$	$\overline{AB}_{23}$	$\overline{AB}_{33}$	$\overline{AB}_{43}$

ค่าเฉลี่ยของ A_1

$$\bar{A}_1 = \frac{\sum_i \overline{AB}_{ij}}{q}$$

ค่าเฉลี่ยของ B_1

$$\bar{B}_1 = \frac{\sum_i \overline{AB}_{ij}}{p}$$

ค่าเฉลี่ยทั้งหมด

$$\bar{G} = \frac{\sum_{ij} \overline{AB}_{ij}}{pq}$$

3. $SS\ (A) = \bar{n}_q \sum (\bar{A}_i - \bar{G})^2$

4. $SS\ (B) = \bar{n}_p \sum (\bar{B}_j - \bar{G})^2$

5. $SS\ (AB) = \bar{n} \sum (\overline{AB}_{ij} - \bar{A}_i - \bar{B}_j + \bar{G})^2$

6. $SS\ (within) = \sum_{ij} SS_{(ij)}$

(เมื่อ $SS_{ij} = \sum x_{ij}^2 - (\sum x_{ij})^2/n_{ij}$)

ผลการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์ แบบ Factorial สรุปได้ดังตาราง

Source of variation	df.	Sum of square	Mean of square	F
A	(p-1)	SS(A)	SS(A)/df.	MS(A)/MS(within)
B	(q-1)	SS(B)	SS(B)/df.	MS(B)/MS(within)
AB	(p-1)(q-1)	SS(AB)	SS(AB)/df.	MS(AB)/MS(within)
within	$(\sum n_{ij})$-pq	SS(within)	$SS_{(within)}/df$	

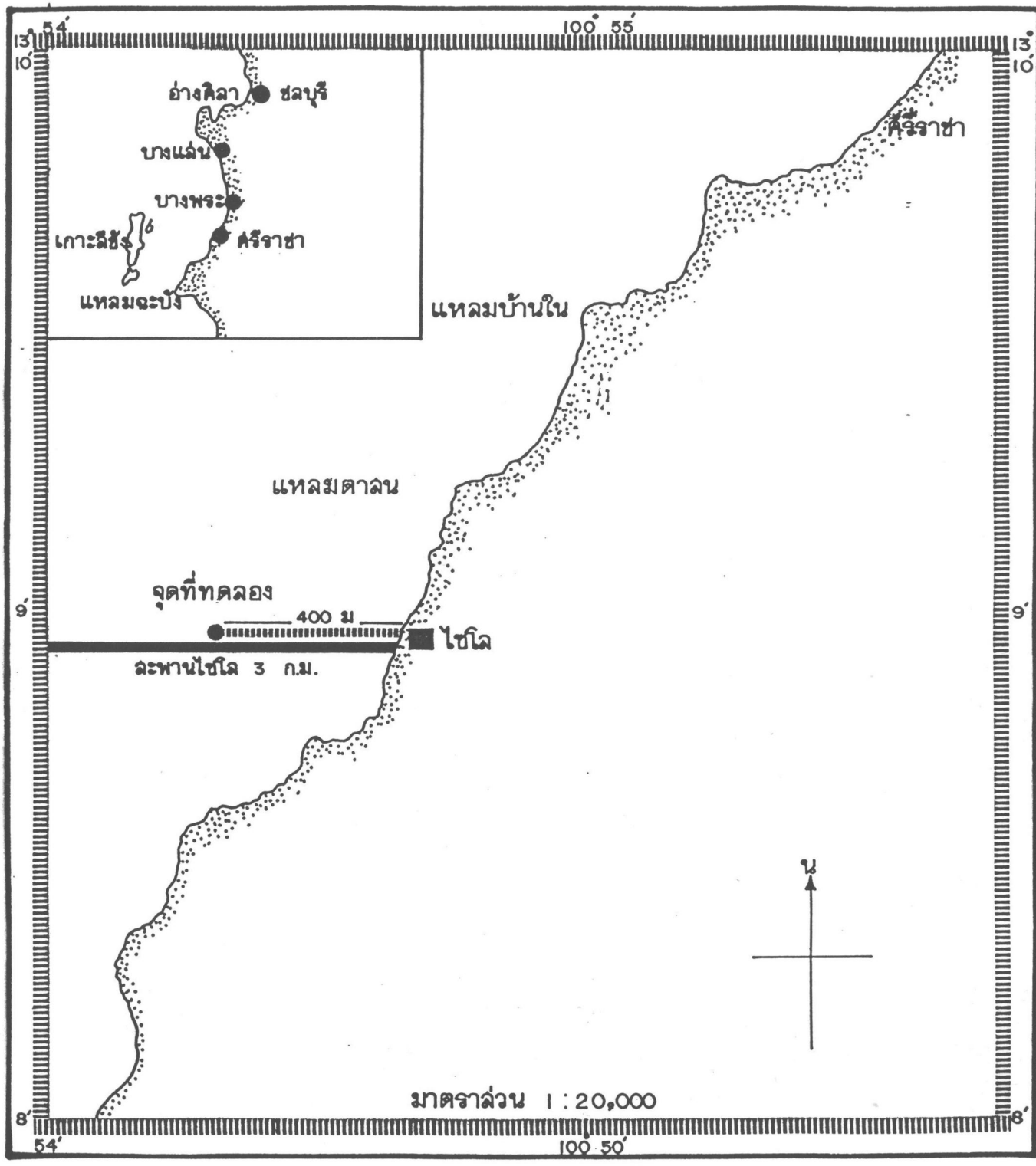
เปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของ treatment combination โดยทดสอบ t.

$$t = \frac{\overline{AB}_{ij} - \overline{AB}_{ij}}{\sqrt{MS_{(within)} \left(1/n_{ij} + 1/n_{i,j}\right)}}$$

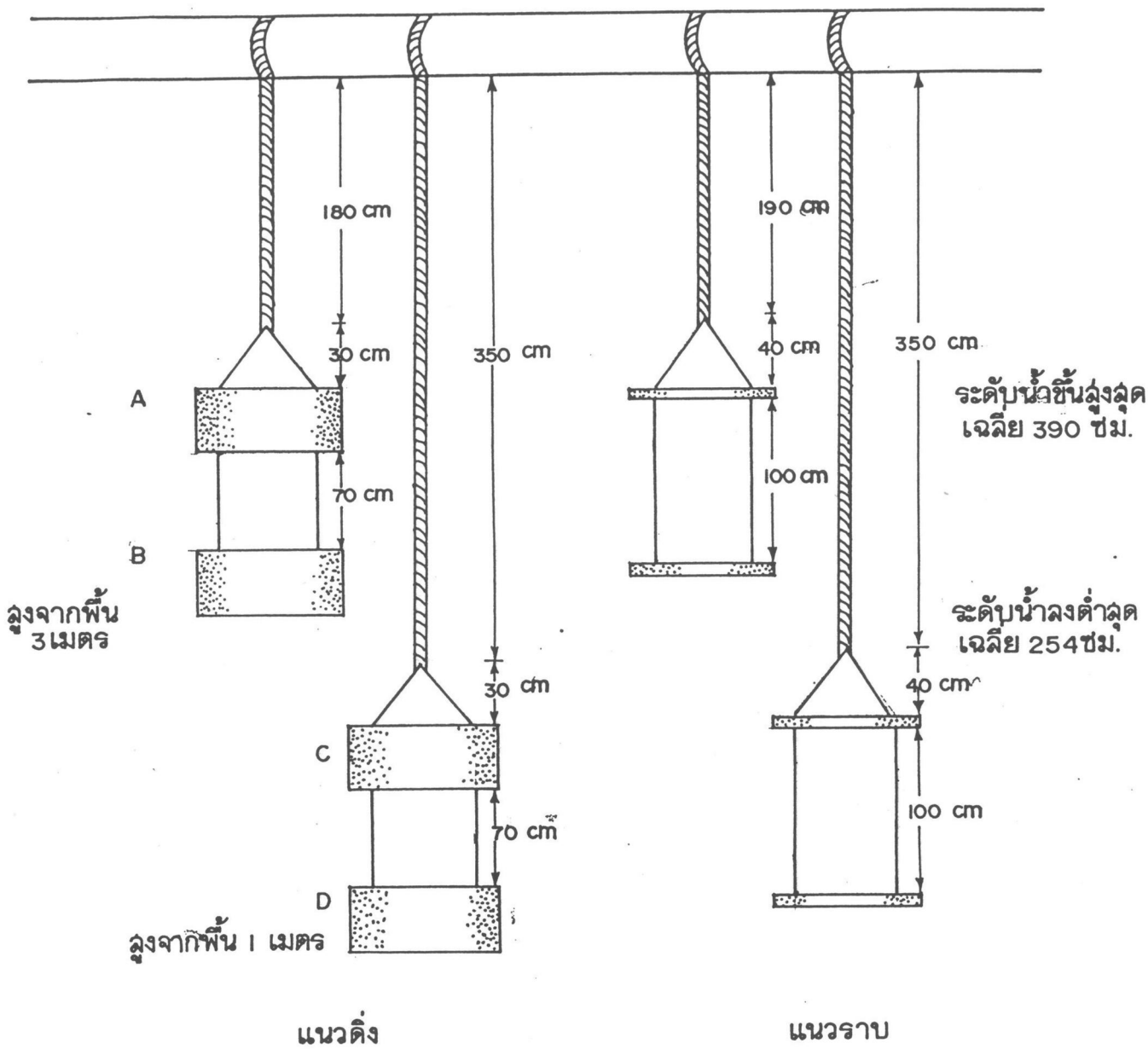
ซึ่ง $\overline{AB}_{nij}$ คือ ค่าความสูงเฉลี่ยของหอยนางรมที่ระดับของการโผล่เหนือน้ำและลักษณะการวางวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบ

MS (within) คือ ค่า mean square ของ within หรือ error mean square

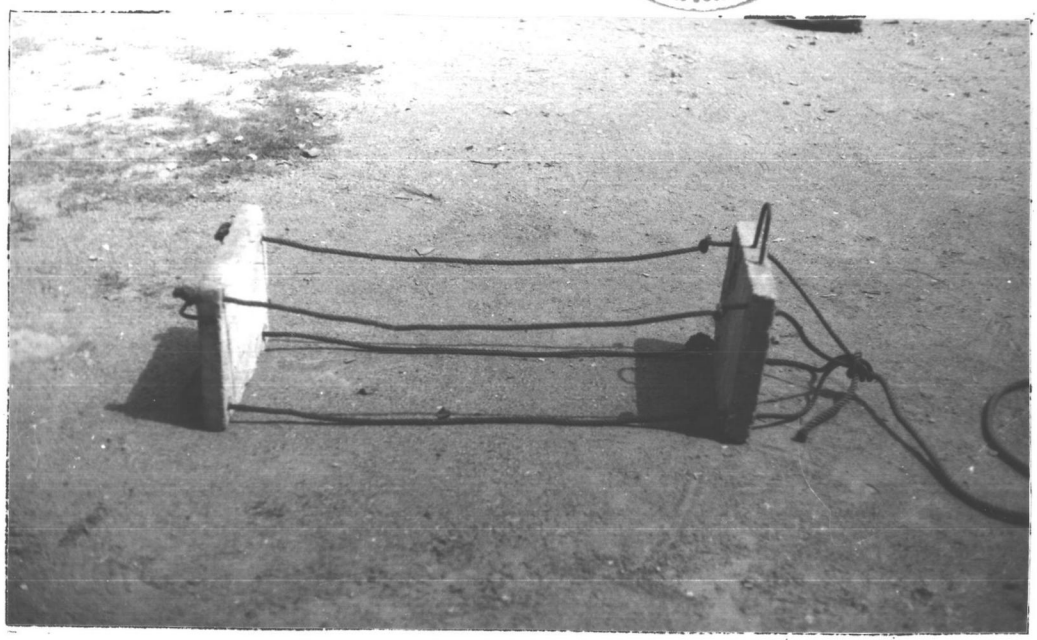
n_{ij} คือ จำนวนค่าสังเกตของค่าเฉลี่ยแต่ละค่า



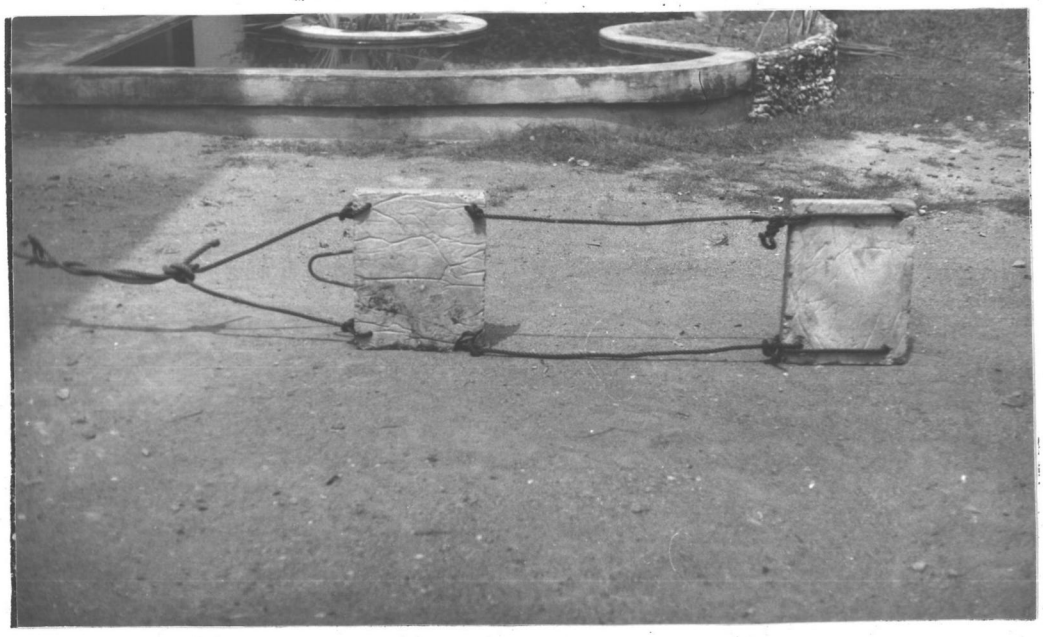
ภาพที่ 1 บริเวณที่ทำการทดลอง อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี



ภาพที่ 2 A ลักษณะการวางวัสดุในการทดลอง ที่ระดับต่างๆกัน 4 ระดับ คือ (A มีช่วงเวลาโผล่เหนือน้ำ 68% B = 46% C= 23% และ D= 0%)



ภาพที่ 3 ลักษณะของแผ่นปูนในแนวราบที่ร้อยเชือกเสร็จแล้วพร้อมที่จะนำไปทดลอง



ภาพที่ 4 ลักษณะของแผ่นปูนในแนวดิ่งที่ร้อยเชือกเสร็จแล้วพร้อมที่จะนำไปทดลอง

ภาพที่ 5 ลักษณะการวางแผ่นปูนขณะทำการทดลองในธรรมชาติ