

### บทที่ 3

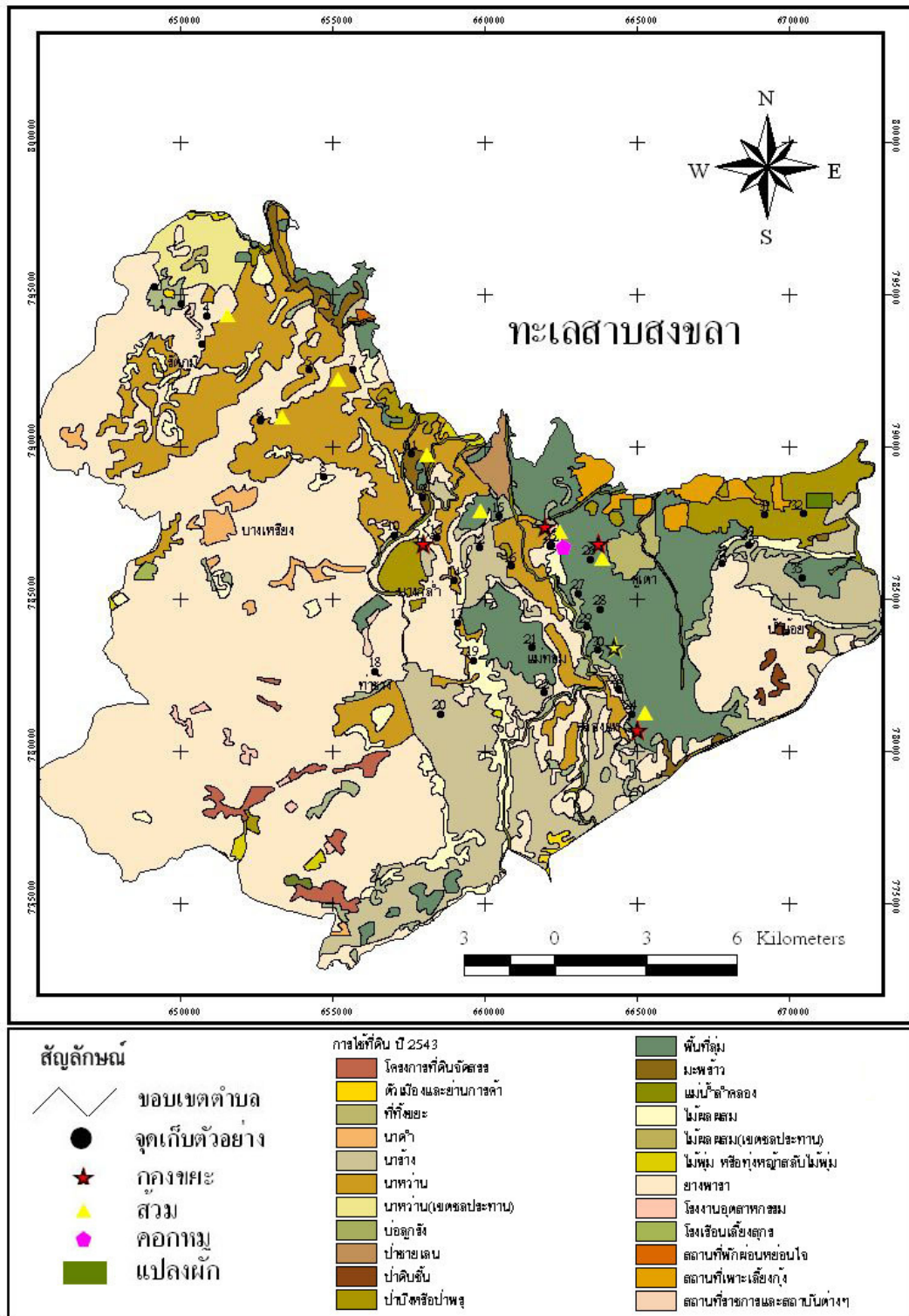
#### ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการศึกษาคูณภาพน้ำบ่อตื้นในแหล่งชุมชนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างฝั่งตะวันตก ในพื้นที่ ตำบลรัตภูมิ ตำบลบางเหรียง ตำบลบางกล่ำ ตำบลท่าช้าง ตำบลแม่ทอม ตำบลคูเต่า ตำบลคลองแห และตำบลน้ำน้อย ในระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน (ฤดูร้อน) และ เดือนพฤศจิกายน (ฤดูฝน) พ.ศ. 2548 จำนวนทั้งสิ้น 35 บ่อ โดยพิกัดตำแหน่ง ลักษณะบ่อเก็บตัวอย่าง ระดับความลึกของบ่อ ความสูงของระดับน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ธรณีสัณฐาน ดังแสดงในภาคผนวก ก ในตารางภาคผนวก ก-1 และ ก-2 และผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดังแสดงในภาคผนวก ข ในตารางภาคผนวก ข-1 ตามลำดับ

ทั้งนี้ได้จัดทำแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาซึ่งมีรายละเอียดเพิ่มเติมจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินปี 2545 ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 (ภาพประกอบที่ 1-1) โดยเพิ่มรายละเอียดจากสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม ซึ่งประกอบไปด้วยตำแหน่งที่มีการทิ้งกองขยะ แผลงปลุกผัก คอกหมู และ ส้วม ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้ประกอบการอภิปรายผล โดยแสดงในลักษณะของสัญลักษณ์ (Features) คือ จุด (Point) ที่เป็นตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลที่เพิ่มเติมข้างต้น รายละเอียดดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-1

#### 3.1 ข้อมูลทั่วไปของบ่อเก็บตัวอย่าง

ผลการศึกษาและเก็บข้อมูลน้ำบ่อตื้นในพื้นที่ศึกษา จำนวนตัวอย่างที่ทำการเก็บทั้งสิ้น 35 บ่อ พบว่าลักษณะของบ่อเก็บตัวอย่างเป็นบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ  $0.9 \pm 0.1$  เมตร มีการเทขานบ่อด้วยคอนกรีตเป็นฐานรูปสี่เหลี่ยมและรูปวงกลม และพบว่าบางบ่อมีฐานชำรุดเนื่องจากมีอายุการใช้งานนาน และมีสิ่งปกคลุม เช่น ดิน หญ้า ความลึกของบ่อจากผิวดินมีค่าเท่ากับ  $5.0 \pm 2.0$  เมตร บ่อที่มีความลึกในช่วง 2 - 5 เมตร จำนวน 24 บ่อ ความลึกในช่วง 6 - 8 เมตร จำนวน 4 บ่อ และ ความลึกในช่วง 9 - 11 เมตร จำนวน 3 บ่อ ระดับน้ำจากผิวดินในบ่อ ในช่วงฤดูร้อนมีค่าเท่ากับ  $0.9 \pm 0.3$  เมตร บ่อที่มีระดับน้ำในช่วง  $< 1 - 2$  เมตร จำนวน 33 บ่อ และระดับน้ำในช่วง 3 - 5 เมตร จำนวน 2 บ่อ สำหรับในช่วงฤดูฝนมีค่าเท่ากับ  $1.9 \pm 0.8$  เมตรบ่อที่มีระดับน้ำในช่วง 1 - 3 เมตร จำนวน 24 บ่อ และ ระดับน้ำในช่วง 4 - 8 เมตร จำนวน 11 บ่อ (ตารางที่ 3-1)



ภาพประกอบที่ 3-1 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

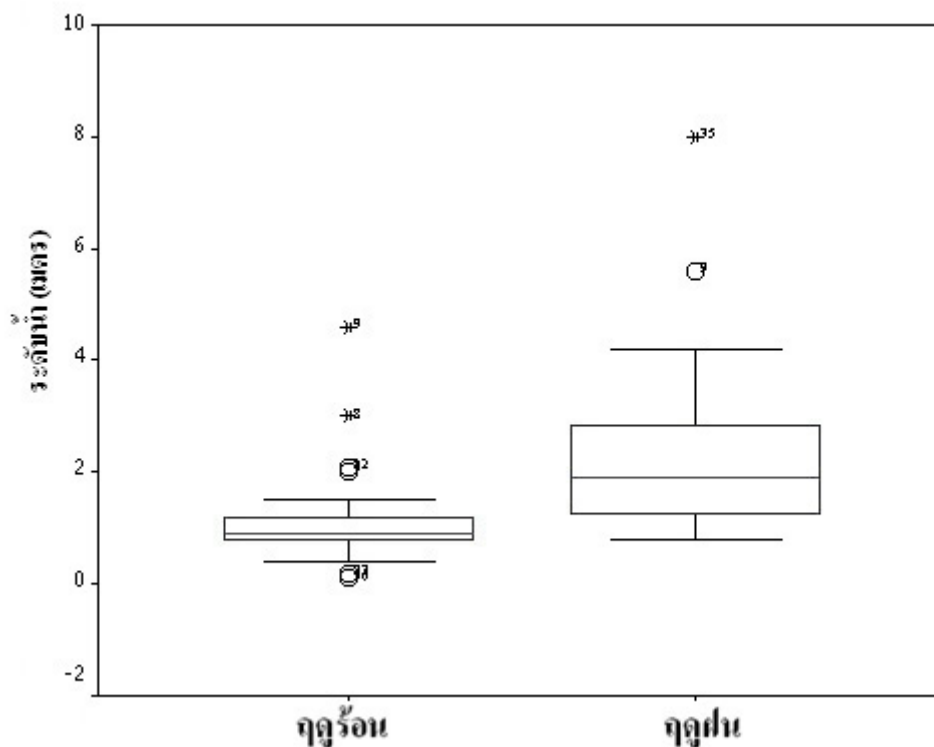
ที่มา : คัดแปลงจากฝ่ายข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ สำนักวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2545)

เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-2) พบว่าในฤดูฝนมีการกระจายตัวของระดับน้ำสูงกว่าในฤดูแล้งทั้งนี้เพราะในฤดูฝนมีปริมาณน้ำที่เติมเต็มจากปริมาณน้ำฝนที่ซึมผ่านชั้นดินลงสู่บ่อ จึงทำให้ระดับน้ำในบ่อเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 1.9 เมตร อยู่ทางด้านล่างของ Box แสดงว่ามีการแจกแจงข้อมูลแบบเบ้ไปทางขวา โดยพบว่าในฤดูแล้งมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย (Outlier เขียนแทนด้วย O) 4 ข้อมูล ข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมาก (Extream เขียนแทนด้วย \*) 2 ข้อมูล ส่วนในฤดูฝนพบว่าข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 1 ข้อมูล และผิดปกติมาก 1 ข้อมูล พบว่าบ่อหมายเลข 35 ในตำบลน้ำน้อยมีปริมาณน้ำในบ่อสูงสุด จากการสอบถามในเรื่องการใช้น้ำในด้านการบริโภค พบว่าชาวบ้านนำน้ำจากบ่อตื้นมาบริโภค จำนวน 13 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 37.14 ในด้านการอุปโภค พบว่ามีการนำน้ำมาใช้ชำระร่างกาย ซักผ้า ล้างอาหาร ภาชนะใส่อาหาร รดน้ำต้นไม้ และเลี้ยงสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 3-1 ข้อมูลลักษณะน้ำบ่อตื้นในฤดูแล้งและฤดูฝน

ลักษณะบ่อ	หน่วย	n*	ฤดูแล้ง		n*	ฤดูฝน	
			$\bar{x} \pm SD$	Min-Max		$\bar{x} \pm SD$	Min-Max
เส้นผ่าศูนย์กลาง	เมตร	35	0. $\pm$ 0.1	0.7 – 1.0	35	0.9 $\pm$ 0.1	0.7 – 1.0
ความลึกบ่อ	เมตร	35	5.0 $\pm$ 2.0	2.5 – 11.0	35	5.0 $\pm$ 2.0	2.5 – 11.0
ระดับน้ำในบ่อ	เมตร	24	0.9 $\pm$ 0.2	0.6 – 1.2	32	1.9 $\pm$ 0.8	0.8 – 4.2

\* คิดจากข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ



ภาพประกอบที่ 3-2 เปรียบเทียบระดับน้ำในน้ำบ่อตื้นระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

### 3.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบ่อตื้น จำนวน 35 ตัวอย่าง ทั้ง 2 ฤดูกาล ผลการวิเคราะห์ประกอบไปด้วยคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ในพารามิเตอร์อุณหภูมิ (Temperature) ความขุ่น (Turbidity) ค่าพีเอช (pH) สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (Total dissolved solid, TDS) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ความกระด้าง (Hardness) คลอไรด์ (Chloride) ไนเตรท-ไนโตรเจน ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) เหล็ก (Fe) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria) และฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliform) ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวได้นำมาวิเคราะห์สถิติเบื้องต้น โดยแสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าสูงสุด (Maximum) โดยสรุปในตาราง 3-2 และ 3-3 รายละเอียดในภาคผนวก ข ในตารางภาคผนวก ข-1 และได้จำแนกคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ตามประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land - use) และลักษณะธรณีสัณฐาน (Land form) ในบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ดังแสดงในตารางภาคผนวก ข-2 และ ข-3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3-2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบ่อต้น ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ในฤดูร้อน

Parameters	Unit	n*	$\bar{x} \pm SD$	Min-Max
Temperature	$^{\circ}C$	35	$28.8 \pm 0.8$	27.0 – 31.6
Turbidity	(NTU)	27	$4.0 \pm 3.9$	0.2 – 13.0
pH	-	34	$5.99 \pm 0.66$	4.66 - 7.13
TDS	mg/L	26	$93 \pm 40$	34 – 178
Conductivity	$\mu S/cm$	33	$174 \pm 136$	10 – 518
Hardness	mg/L	32	$99.2 \pm 52.9$	0 – 208
Chloride	mg/L	24	$16.34 \pm 12.26$	1.12 – 49.61
Nitrate-Nitrogen	mg/L	23	$0.09 \pm 0.08$	0.02 - 0.28
Fe	mg/L	30	$1.11 \pm 0.99$	0.07 – 3.87
Coliform Bacteria	MPN/100 ml	24	$111 \pm 129$	0 – 350
Fecal Coliform	MPN/100 ml	25	$11 \pm 12$	0 – 34

\* คิดจากข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 3-3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบ่อต้น ทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ในฤดูฝน

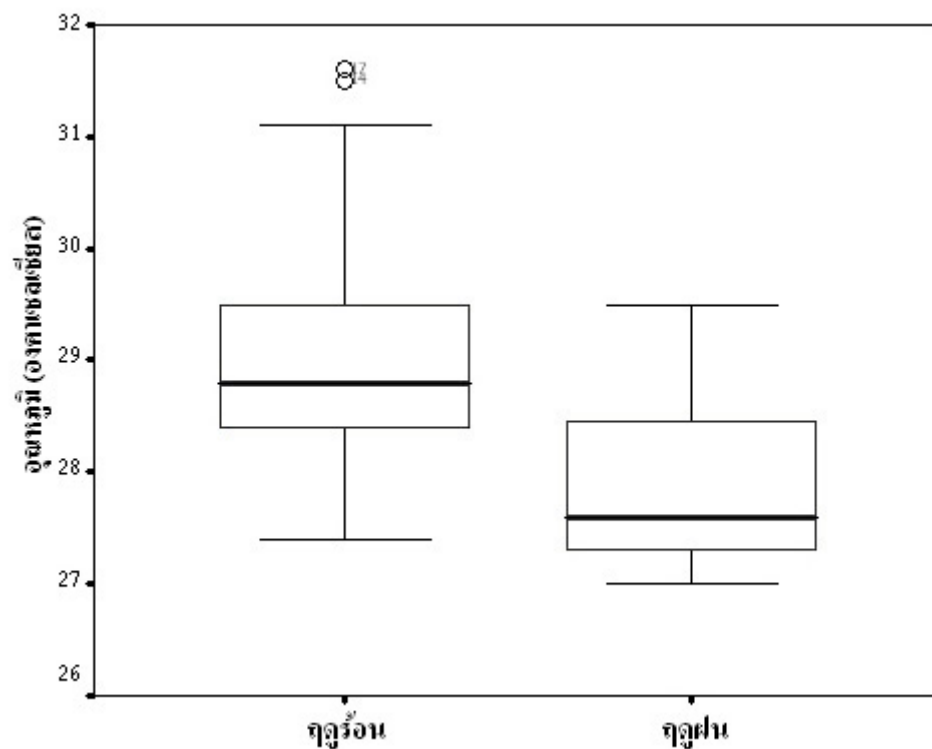
Parameters	หน่วย	n*	$\bar{x} \pm SD$	Min-Max
Temperature	$^{\circ}C$	35	$27.8 \pm 0.6$	27.0 – 29.5
Turbidity	(NTU)	34	$12.8 \pm 7.1$	0.8 – 29.0
pH	-	35	$5.91 \pm 0.56$	4.79 – 6.69
TDS	mg/L	26	$31 \pm 9$	19 – 52
Conductivity	$\mu S/cm$	33	$114 \pm 60$	13 – 264
Hardness	mg/L	34	$69.3 \pm 51.7$	0 – 193
Chloride	mg/L	33	$25.61 \pm 19.86$	1.73 – 72.30
Nitrate-Nitrogen	mg/L	30	$0.57 \pm 0.50$	0.06 – 2.05
Fe	mg/L	32	$1.87 \pm 1.10$	0.21 – 4.11
Coliform Bacteria	MPN/100 ml	27	$113 \pm 111$	0 – 350
Fecal Coliform	MPN/100 ml	23	$11 \pm 8$	0 – 27

\* คิดจากข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ

### 3.2.1 คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ

#### 3.2.1.1 อุณหภูมิ

ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ  $28.8 \pm 1.2$  องศาเซลเซียส ในฤดูฝนอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ  $28.1 \pm 0.7$  องศาเซลเซียส และพบว่าในฤดูร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูฝนเล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 3-1 และ 3-2 เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-3) พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาล มีการแจกแจงข้อมูลแบบเบ้ไปทางขวา โดยมีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 28.8 และ 27.6 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และในฤดูร้อนมีการกระจายข้อมูลสูงกว่าฤดูฝน และพบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 2 ข้อมูล



ภาพประกอบที่ 3-3 เปรียบเทียบอุณหภูมิของน้ำบ่อดินระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

ทั้งนี้โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำซึ่งจะแปรผันตามอุณหภูมิอากาศ ในขณะที่ฤดูร้อนอากาศแห้งแล้ง ความชื้นในอากาศน้อยโอกาสที่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ลงมาสู่ผิวน้ำจึงมีมาก จึงทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น และยังพบว่าอุณหภูมิของน้ำทุกตัวอย่างในฤดูร้อนจะสูงกว่าในฤดูฝน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข) โดยพบว่ามีอุณหภูมิมีค่าสูงสุดที่บ่อดินหมายเลข 17 และ 14 ในตำบลบางกล้า ซึ่งมีค่าเท่ากับ 31.6 และ 31.5 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ทั้งนี้ในพื้นที่

อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา มีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นจะเห็นได้จากอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบ 4 ปีที่ผ่านมา (ปี 2544 - 2548) อยู่ระหว่าง 14.0 – 38.2 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2548) อีกทั้งพื้นที่ศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของ อ. หาดใหญ่ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ตรวจวัดจึงสอดคล้องกับอุณหภูมิของอากาศในพื้นที่

เนื่องจากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) ไม่ได้กำหนดคุณภาพน้ำในเรื่องของอุณหภูมิเอาไว้ แต่ทั้งนี้ วีระพันธุ์ อนันตพงศ์ (2534) ได้กล่าวว่าอุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมสำหรับการใช้ดื่มควรมีอุณหภูมิประมาณ 50 – 60 องศาฟาเรนไฮต์ หรือประมาณ 15.5 องศาเซลเซียส ผลจากการศึกษาครั้งนี้อุณหภูมิของน้ำบ่อต้นทุกตัวอย่างจึงมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิที่แนะนำไว้

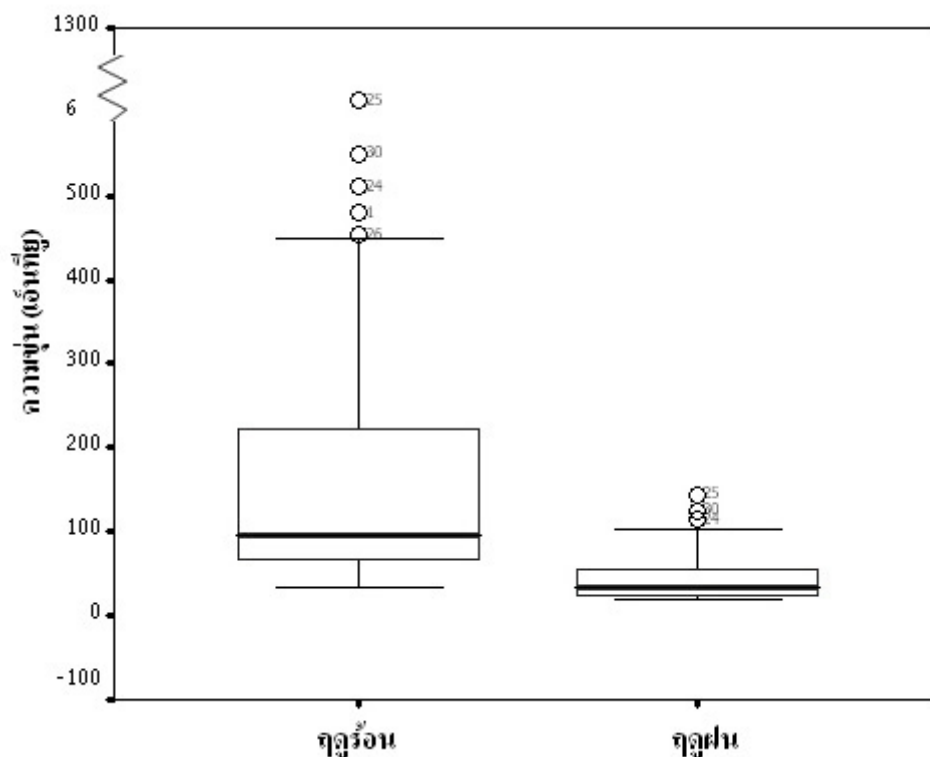
### 3.1.1.2 ความขุ่น

ผลการศึกษาพบว่าในฤดูร้อนความขุ่นมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ  $2.1 \pm 1.0$  เอ็นทียู ในฤดูฝนความขุ่นมีค่าเท่ากับ  $1.1 \pm 0.8$  เอ็นทียู โดยที่ในฤดูร้อนมีค่าความขุ่นเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูฝน ดังแสดงในตารางที่ 3-1 และ 3-2 เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-4) พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลมีการแจกแจงข้อมูลแบบเบ้ไปทางขวา โดยมีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 2.8 และ 1.6 เอ็นทียู ตามลำดับ และในฤดูร้อนมีการกระจายข้อมูลสูงกว่าฤดูฝน โดยพบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 2 ข้อมูล ข้อมูลที่มีค่าผิดปกติมาก 3 ข้อมูล ส่วนในฤดูฝนพบว่าไม่มีข้อมูลที่ผิดปกติมาก 1 ข้อมูล

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความขุ่นในน้ำทั้ง 2 ฤดูกาล พบว่าความขุ่นในฤดูฝนสูงกว่าในฤดูร้อน ซึ่งโดยทั่วไปค่าความขุ่นจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ และมีทิศทางเดียวกันกับปริมาณน้ำฝน เนื่องจากน้ำฝนไหลบ่าชะล้างตะกอนและสิ่งต่างๆ จากหน้ารวมถึงสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ลงสู่ น้ำในบ่อ (Lehman และ Smith, 1991 และ Hellawell, 1978) จึงทำให้ในฤดูฝนมีค่าความขุ่นสูงและการศึกษาครั้งนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อนันตศักดิ์ ส่องพราย (2525) พรรณวดี ชำรงหวัง และคณะ (2535) และ นพพร ชิมมากทอง (2536) ที่พบว่าค่าความขุ่นของน้ำจะมีค่าสูงสุดในฤดูฝน

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของความขุ่น ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-5 พบว่าในฤดูร้อนค่าความขุ่นมีปริมาณสูงในบ่อที่อยู่ทางตะวันออกของพื้นที่ศึกษา คือ บริเวณตำบลคูเต่า และตำบลคลองแห โดยบ่อหมายเลข 30 บริเวณตำบลคูเต่า มีค่าความขุ่นสูงที่สุด รองลงมาคือบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษา บ่อหมายเลข 17 ในตำบลบางกล้า โดยมีค่าความขุ่นเท่ากับ 1,300 เอ็นทียู และ 45 เอ็นทียู ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะปริมาณน้ำในบ่อทั้ง 2

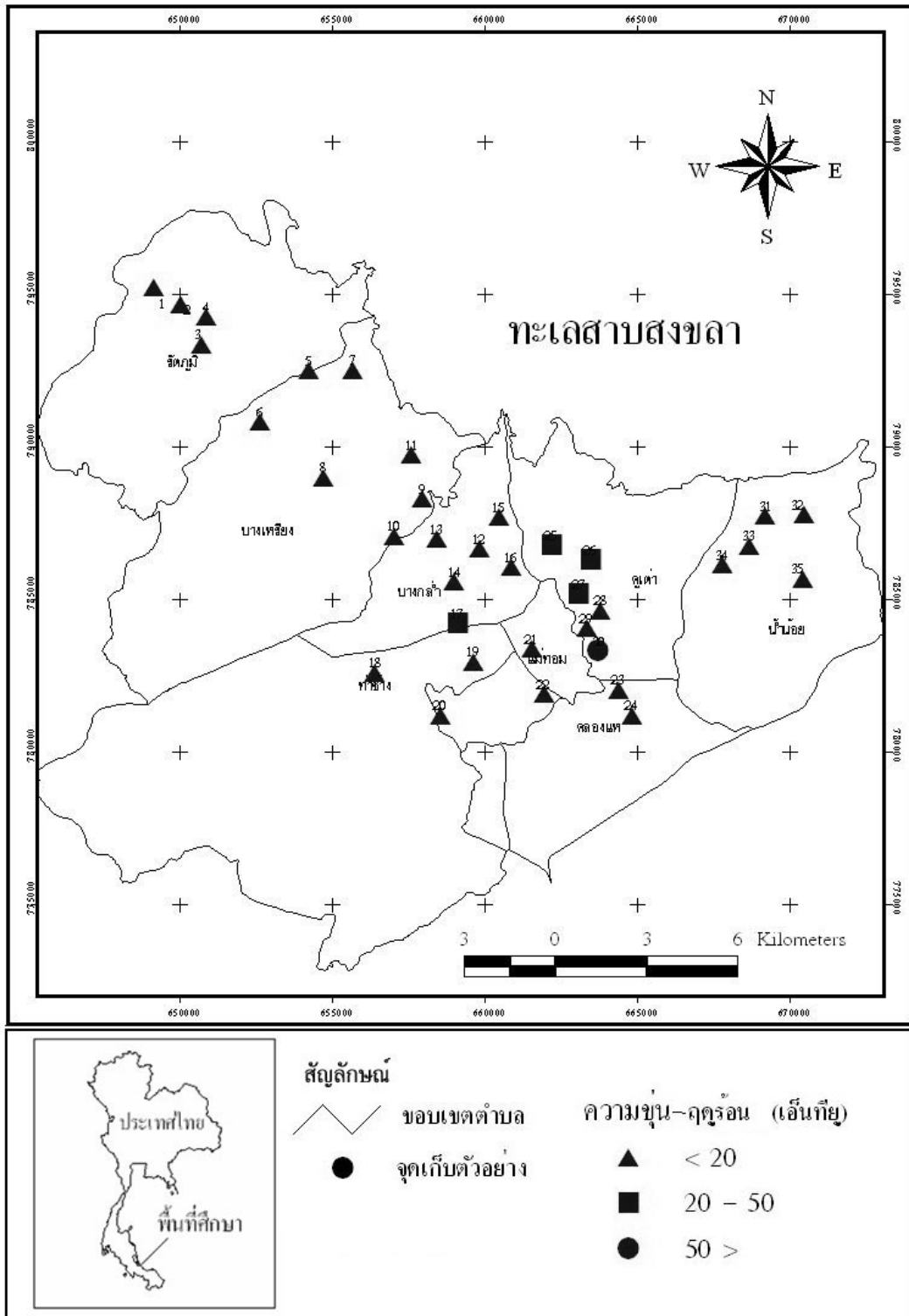
บ่อมีน้อยมากอุปสรรคกับการที่น้ำมีอุณหภูมิสูงทำให้ความหนาแน่นของน้ำลดลง สารต่างๆ จึงละลายในน้ำได้มากขึ้นด้วย และจากการสังเกตยังพบว่าสีของน้ำเป็นสีส้มอิฐอีกด้วย ส่วนในฤดูฝนพบว่าบ่อหมายเลข 30 มีค่าความขุ่นสูงที่สุด คือ 111 เอ็นทียู ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-5



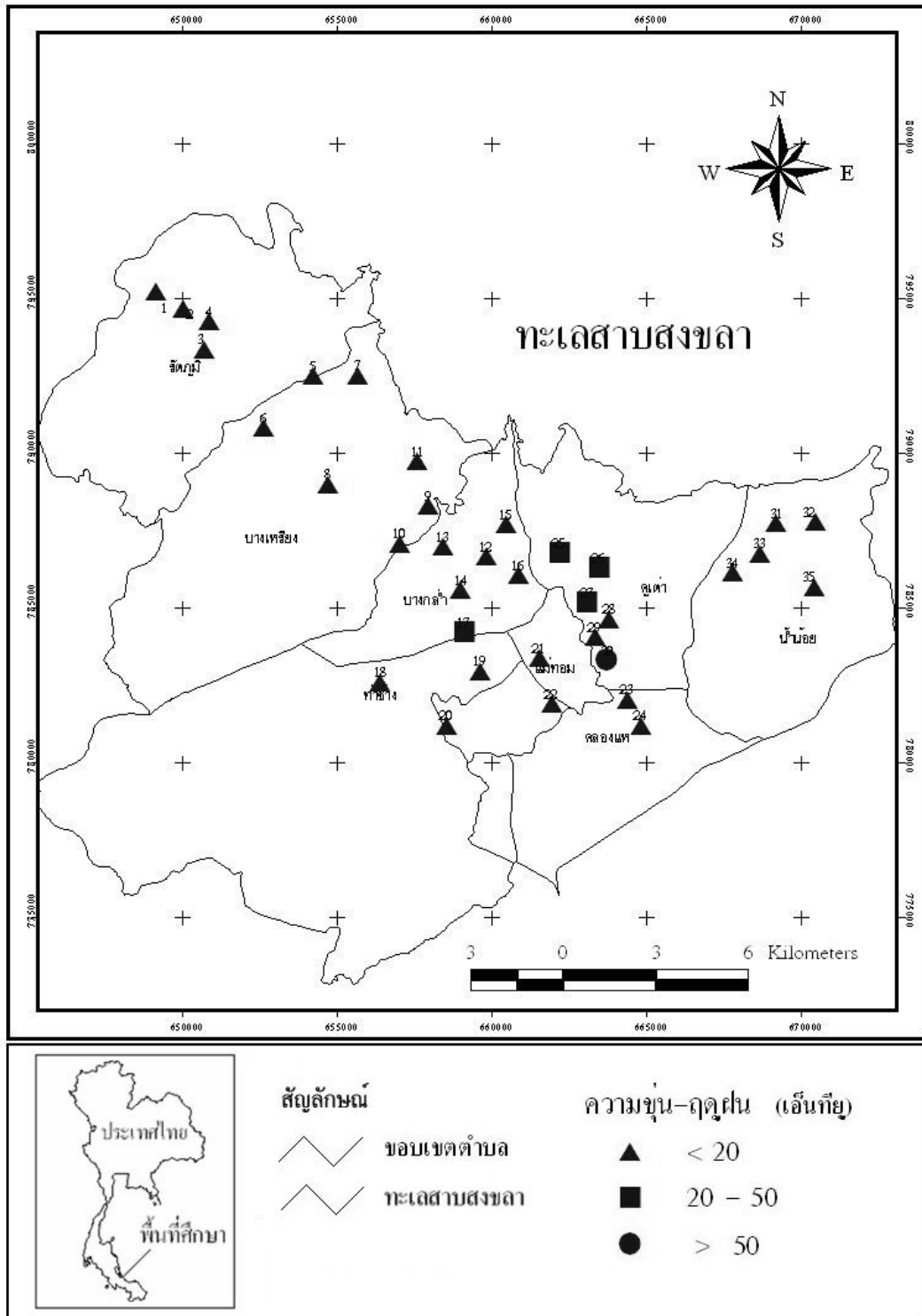
ภาพประกอบที่ 3-4 เปรียบเทียบความขุ่นของน้ำบ่อต้นระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝน

เมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) (ภาคผนวก ก) ที่กำหนดให้มีค่าความขุ่นในน้ำไม่เกิน 10 เอ็นทียู พบว่าค่าความขุ่นในฤดูแล้งที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 27 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 30 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 77.14 และ 85.71 ตามลำดับ และในฤดูแล้งมีค่าความขุ่นไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 8 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 5 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 22.86 และ 14.29 ตามลำดับ





ภาพประกอบที่ 3-5 รูปแบบการแพร่กระจายค่าความขุ่นในน้ำบ่อตื้นฤดูร้อน

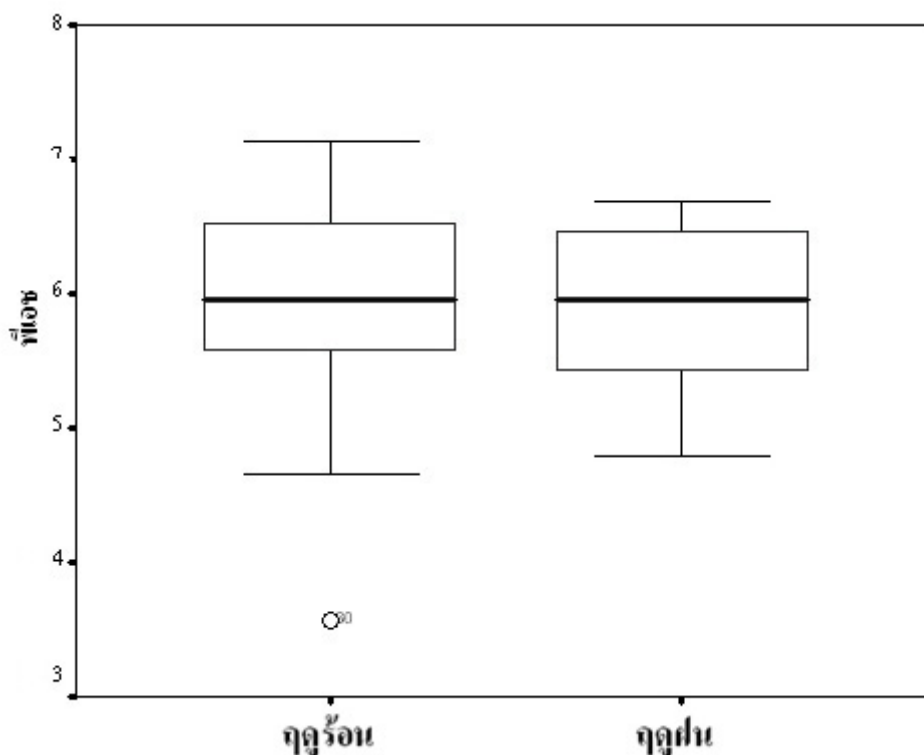


ภาพประกอบที่ 3-6 รูปแบบการแพร่กระจายค่าความชุ่มในน้ำบ่อต้นฤดูฝน

### 3.2.2 คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

#### 3.2.2.1 ค่าพีเอช

ผลการศึกษาพบว่าค่าพีเอชในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ  $5.99 \pm 0.66$  ในฤดูฝนอุณหภูมิมีค่าเท่ากับ  $5.91 \pm 0.56$  โดยในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยพีเอชสูงกว่าในฤดูฝน ดังแสดงในตารางที่ 3-1 และ 3-2 เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-7) พบว่าในฤดูร้อนข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวา ส่วนในฤดูฝนข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางซ้ายเล็กน้อย โดยมีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 5.96 ทั้ง 2 ฤดูกาล และพบว่าในฤดูฝนมีการกระจายข้อมูลสูงกว่าในฤดูร้อน โดยพบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 1 ข้อมูล และไม่พบว่ามีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติในฤดูฝน



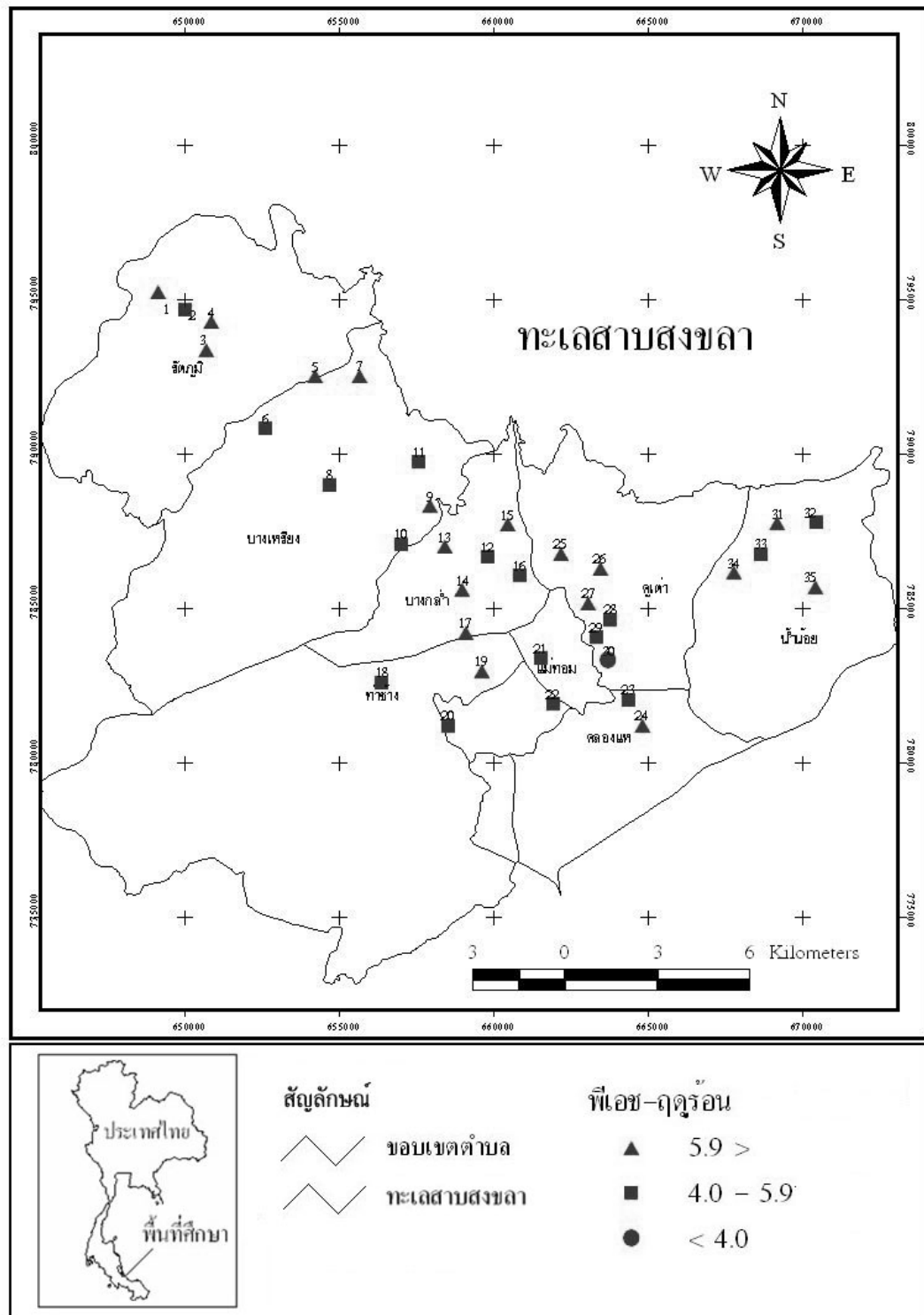
ภาพประกอบที่ 3-7 เปรียบเทียบค่าพีเอชของน้ำบ่อตื้นระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าพีเอชในฤดูร้อน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-8 พบว่า บ่อหมายเลข 30 ในตำบลคูเต่า มีค่าพีเอชต่ำสุด เท่ากับ 3.57 และบ่อหมายเลข 1 ในตำบลรัตนภูมิ มีค่าพีเอชสูงสุด เท่ากับ 7.13 ตามลำดับ และในฤดูฝนค่าพีเอชมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือมีความเป็นกรดลดลง ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-9 โดยพบว่าบ่อหมายเลข 31

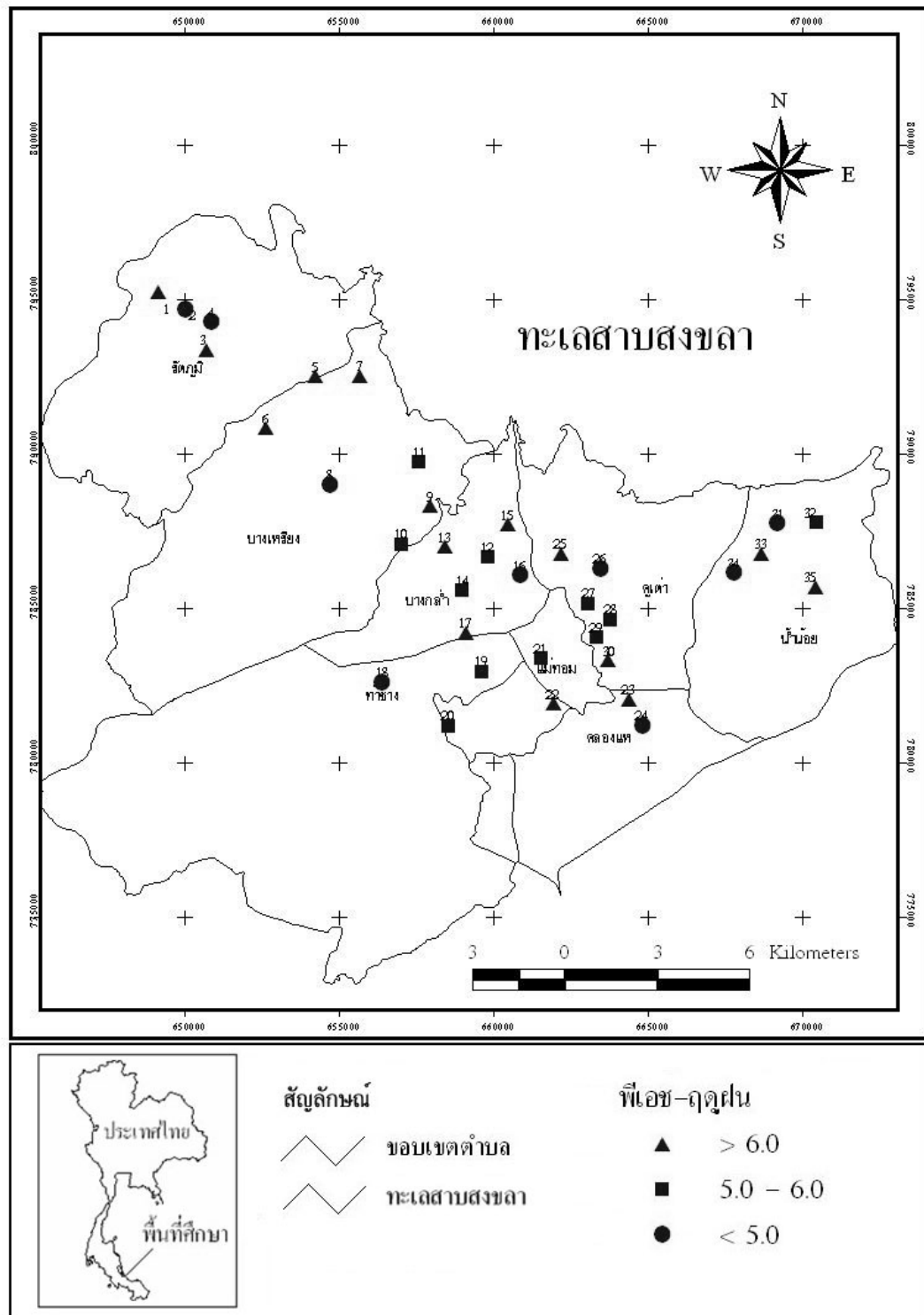
ในตำบลน้ำน้อย มีค่าพีเอชต่ำสุด เท่ากับ 4.79 และบ่อหมายเลข 6 ในตำบลบางเหียง มีค่าพีเอชสูงสุด เท่ากับ 6.69 ตามลำดับ

ทั้งนี้ค่าพีเอชของน้ำบ่อต้นที่ตรวจพบส่วนใหญ่ค่อนข้างเป็นกรดอ่อน ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากกรดในดินที่ละลายออกมาอยู่ในน้ำ ซึ่งเดิมทีเมื่อดินเกิดจากการผุพังอยู่กับที่ (Weathering) ของหิน จะมีแคทไอออนที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง เช่น  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  และ  $\text{Na}^+$  คูดซับอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียวเป็นจำนวนมาก เมื่อฝนตกจะชะเอาแคทไอออนออกไป และน้ำฝนจะละลายเอา  $\text{CO}_2$  เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) ที่แตกตัวให้  $\text{H}^+$  ได้ง่าย เมื่อไหลผ่านดินก็จะเข้าไปถูกคูดซับที่ผิวของดินเหนียวแทนแคทไอออนที่หลุดไป ทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2540) น้ำที่ซึมผ่านชั้นดินจึงมีความเป็นกรดตามไปด้วย และจากลักษณะทางธรณีวิทยาที่มีปริมาณเหล็ก สูง (ฉลอง บัวผัน, 2535) อยู่แล้วนั้นเมื่อโดนชะด้วยน้ำที่ซึ่งมีความเป็นกรดอ่อน ทำให้สามารถละลายเหล็กในน้ำที่อยู่ในรูป  $\text{Fe}^{3+}$  ได้ดี ทำให้น้ำนั้นมีฤทธิ์กัดกร่อนสูง (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, ม.ป.พ.) และจากภาพประกอบที่ 3-1 จะเห็นว่าพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ที่มีการทำสวนยาง ซึ่งการทับถมของซากพืชซากสัตว์เป็นระยะเวลานานทำให้เกิดฮิวมัสในดินซึ่งจะทำปฏิกิริยากับอนุภาคของเหล็กที่มีอยู่ในดินโดยกระบวนการไฮโดรไลซิสเกิดเป็นไฮโดรเจนไอออน ทำให้น้ำใต้ดินบริเวณดังกล่าวมีความเป็นกรดได้ (Bear, 1969)

เมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) (ภาคผนวก ก) ที่กำหนดให้ค่าพีเอชในน้ำไม่ต่ำกว่า 7.00 และไม่เกิน 8.50 (ภาคผนวก ก) พบว่าค่าพีเอชในฤดูร้อนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 9 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 5 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 25.77 และ 14.29 ตามลำดับ และในฤดูร้อนมีค่าพีเอชไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 26 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 30 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 74.29 และ 85.71 ตามลำดับ ซึ่งการศึกษาคครั้งนี้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของนพพร ชิมมากทอง (2536) ที่พบว่าน้ำบ่อต้นบริเวณ ต.ทุ่งเสา อ.หาดใหญ่ ที่มีค่าพีเอช ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่สอดคล้องกับการศึกษาของศิริรัตน์ ชาญไววิทย์ (2536) ที่พบว่าน้ำบาดาลที่อยู่ในชั้นน้ำบาดาลใหญ่มีค่าพีเอช ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน



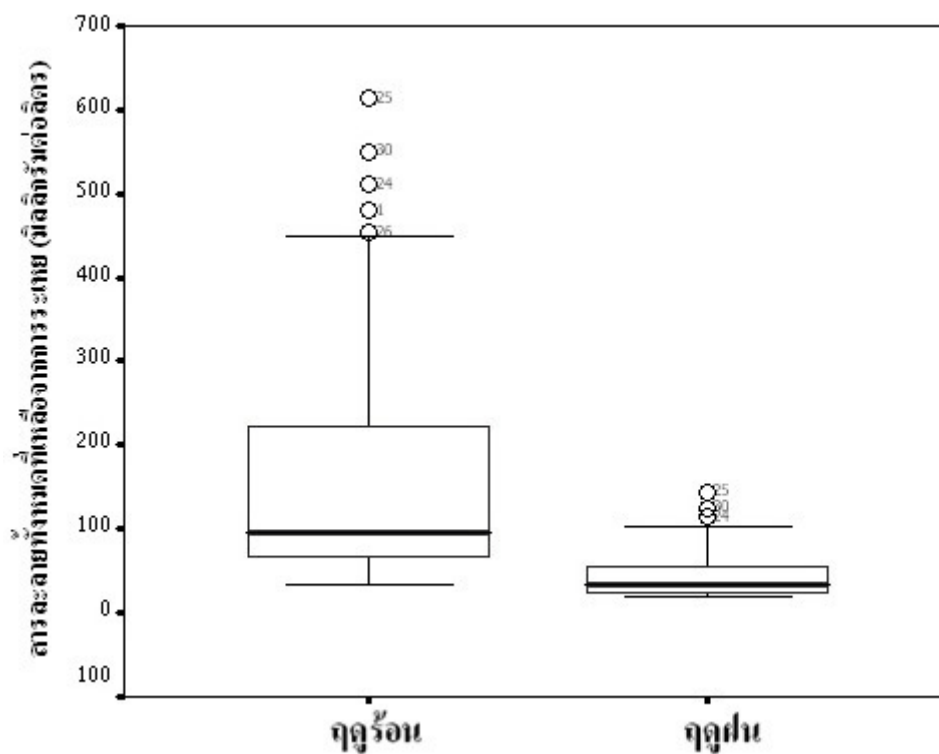
ภาพประกอบที่ 3-8 รูปแบบการแพร่กระจายค่าพีเอชในน้ำบ่อต้นฤดูร้อน



ภาพประกอบที่ 3-9 รูปแบบการแพร่กระจายค่าพีเอชในน้ำบ่อต้นฤดูฝน

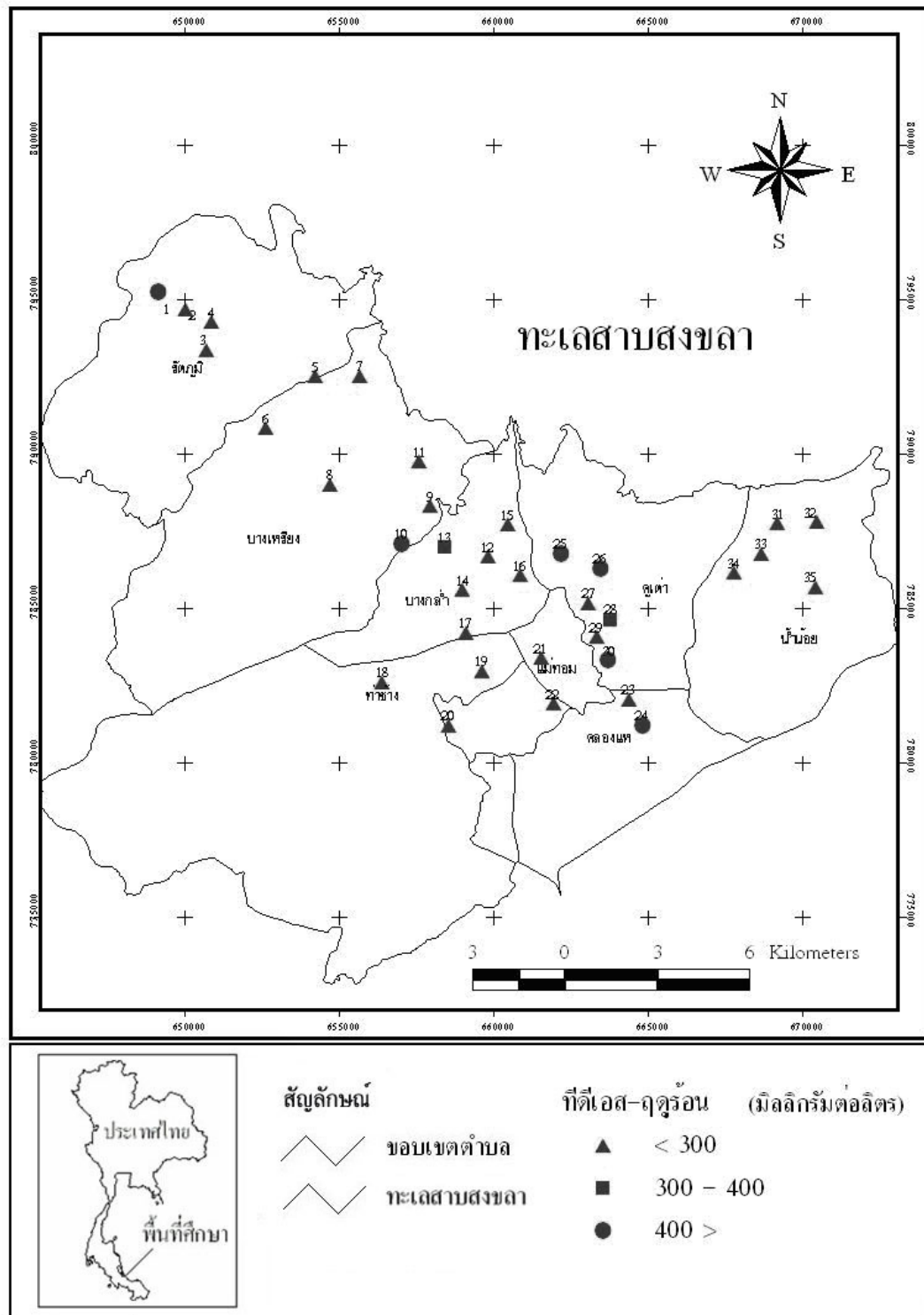
### 3.2.2.2 สารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหย (TDS)

ผลการศึกษพบว่าค่าทีดีเอสในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ  $93 \pm 40$  มิลลิกรัมต่อลิตร ในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ  $31 \pm 9$  มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในฤดูร้อนมีค่าทีดีเอสเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูฝนใน (ตารางที่ 3-1 และ 3-2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-10) พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวา มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 96 และ 34 มิลลิกรัมต่อลิตร และในฤดูร้อนมีการกระจายของข้อมูลสูงกว่าฤดูฝนโดยพบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 5 ข้อมูล ส่วนในฤดูฝนพบว่ามีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 3 ข้อมูล



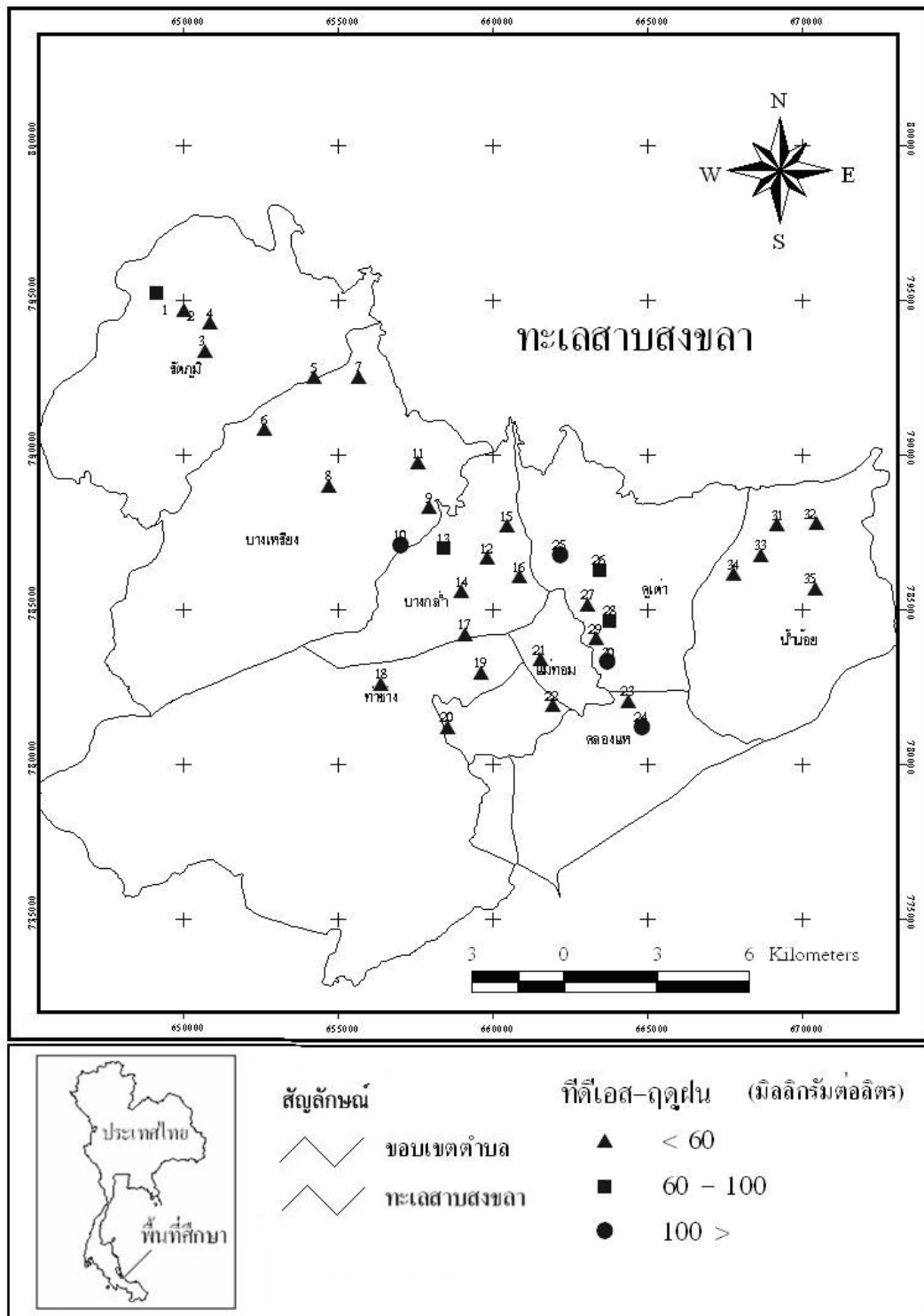
ภาพประกอบ 3-10 เปรียบเทียบค่าทีดีเอสของน้ำบ่อต้นระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าทีดีเอสในฤดูร้อนดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-11 พบว่า บริเวณที่มีค่าทีดีเอสสูง คือ บริเวณตำบลคูเต่า โดยบ่อหมายเลข 25 มีค่าทีดีเอสสูงสุดเท่ากับ 613 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการรองลงมา ได้แก่ บ่อหมายเลข 30 ในตำบลคูเต่า บ่อหมายเลข 24 ในตำบลคลองแห มีค่าทีดีเอสเท่ากับ 550 และ 511 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 3-11 รูปแบบการแพร่กระจายค่าที่เค็เอสในน้ำบ่อต้นถูรอน





ภาพประกอบที่ 3-12 รูปแบบการแพร่กระจายค่าที่ติเอสในน้ำบ่อดินฤดูฝน

สำหรับในฤดูฝนพบว่า บ่อหมายเลข 30 และ 25 มีค่าทีดีเอสสูงสุด เท่ากับ 134.6 และ 114.2 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-12 ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าบ่อหมายเลข 25 และ 30 มีค่าทีดีเอสสูงทั้ง 2 ฤดูกาล

จากภาพประกอบที่ 3-1 จะพบว่าบริเวณบ่อเก็บตัวอย่าง มีกองทิ้งขยะของชุมชนย่อยอยู่ในแถวนี้ จึงสันนิษฐานเบื้องต้นว่าเกิดจากการปนเปื้อนของน้ำชะขยะ เนื่องจาก ซึ่งในกองขยะมีปริมาณสารอนินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายอยู่มาก อีกทั้งยังพบว่าในบ่อหมายเลข 25 และ 30 ยังมีค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ที่สูง (ภาคผนวก ข) แต่การที่บ่อหมายเลข 25 มีค่าทีดีเอสลดลงอาจเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาตามธรรมชาติทำให้ค่าทีดีเอสเจือจางลง ซึ่งค่าทีดีเอสและค่าการนำไฟฟ้า จะมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน บางครั้ง อาจประมาณค่าทีดีเอสได้ด้วยการวัดค่าการนำไฟฟ้าได้ ทั้งนี้ น้ำบ่อต้นสามารถนำไปเป็นน้ำอุปโภค เช่น ใช้อาบ ใช้ซักล้าง และงานบ้านอื่นๆ ได้ เพราะค่าทีดีเอสที่ตรวจวัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 0- 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร บ่งชี้ได้ว่าน้ำนั้นมีรสจืด (Freeze และ Cherry, 1979) แต่ถ้าสูงกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หากนำมาใช้ในการซักล้างก็จะทำให้สิ้นเปลืองผงซักฟอกและสบู่มาก อาจทำให้เหนียวตัวด้วยเมื่อใช้อาบ

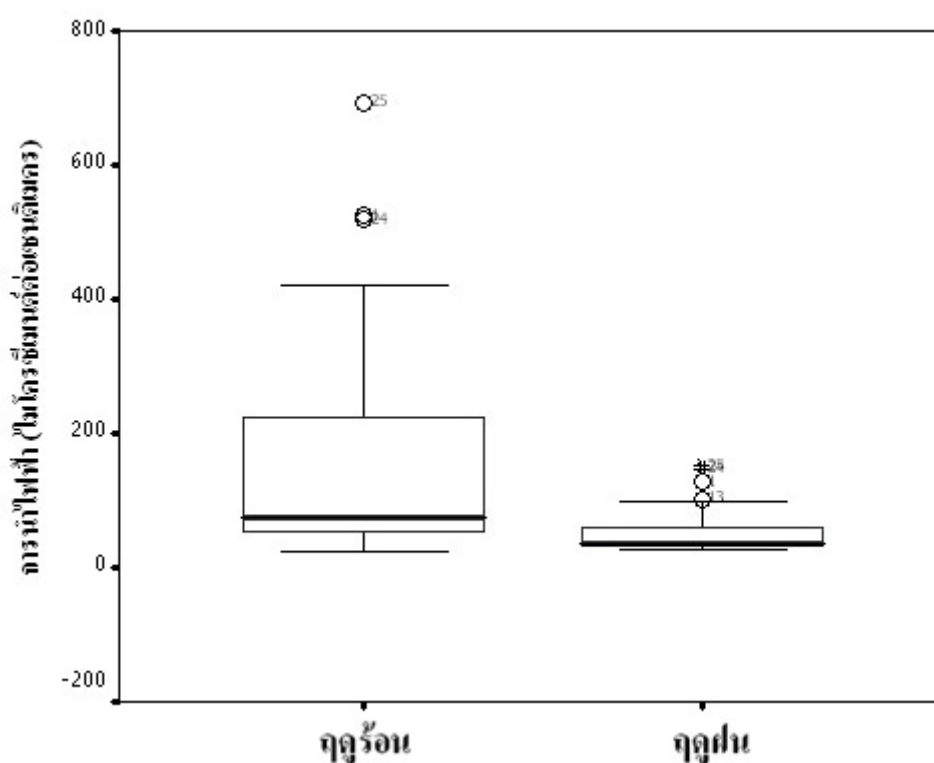
เมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) (ภาคผนวก ค) ที่กำหนดให้ค่าทีดีเอสในน้ำไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลมีค่าทีดีเอสอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

### 3.2.2.3 ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

ผลการศึกษาพบว่าค่าการนำไฟฟ้าในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ  $60 \pm 20$  ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ  $34 \pm 4$  ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยในฤดูร้อนมีค่าการนำไฟฟ้าค่าเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูฝนใน (ตารางที่ 3-1 และ 3-2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-13) พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลค่าการนำไฟฟ้าข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวา มีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 74 และ 34 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และในฤดูร้อนมีการกระจายของข้อมูลสูงกว่าฤดูฝน ทั้งนี้พบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 3 ข้อมูล ส่วนในฤดูฝนพบว่า มีข้อมูลผิดปกติเล็กน้อย 2 ข้อมูล และข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก 2 ข้อมูล

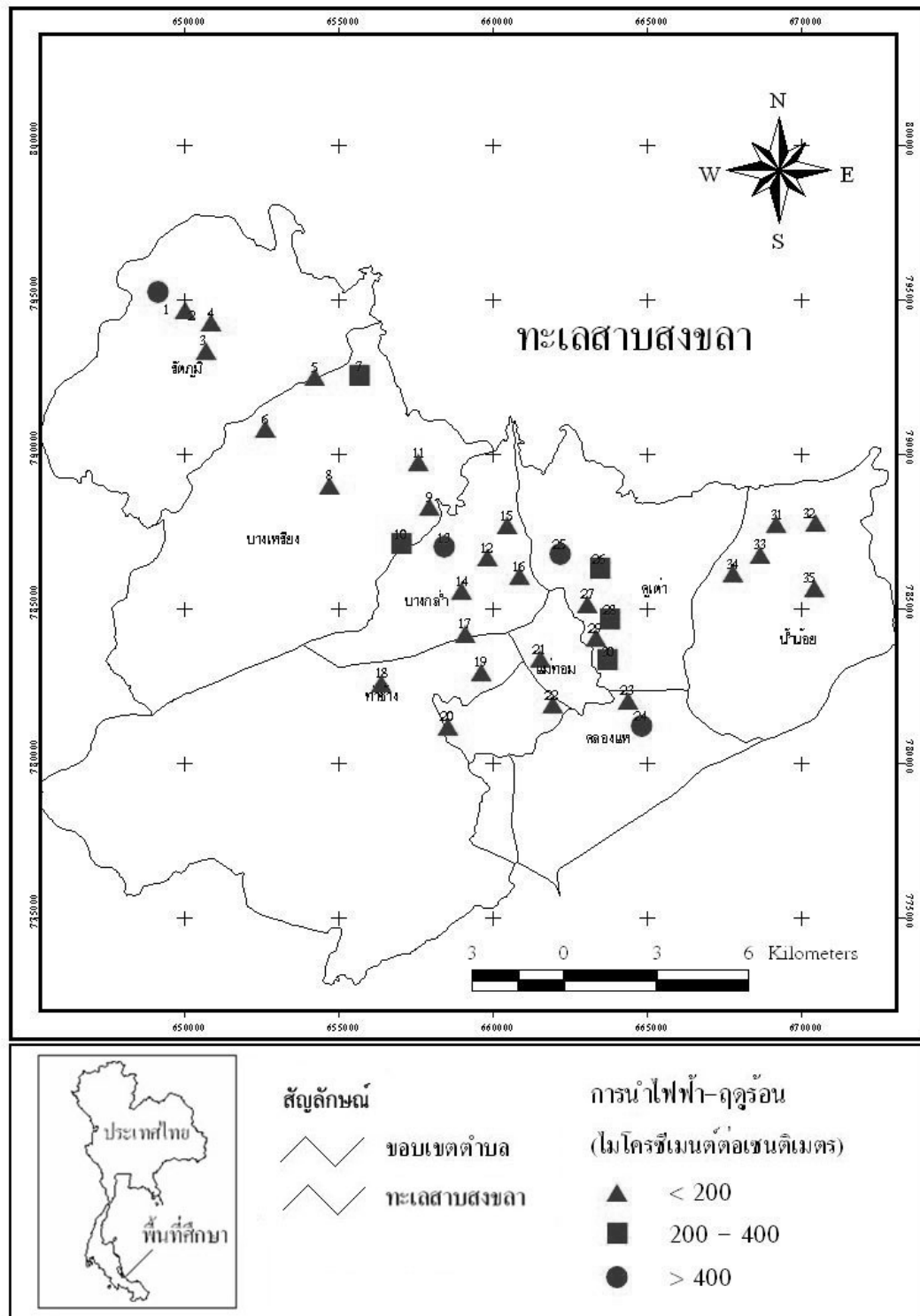
ผลการศึกษาแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าการนำไฟฟ้าทั้ง 2 ฤดูกาล ดังภาพประกอบที่ 3-14 และ 3-15 พบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำแสดงว่ามีสารอนินทรีย์ โดยเฉพาะพวกเกลือต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำปริมาณน้อย ยกเว้นในบ่อหมายเลข 25 ในตำบลคูเต่า ที่ตรวจพบว่ามีค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุด คือ 694 และ 152 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องมาจากค่าการนำไฟฟ้าของ

น้ำจะแปรผันตามความเข้มข้นของสารละลาย อุณหภูมิ ค่าพีเอช ค่าทีดีเอส และ ค่าความกระด้างของน้ำ และพบว่าน้ำในบ่อมีค่าทีดีเอสสูงอีกทั้งยังมีปริมาณคลอไรด์สูงที่สุดเมื่อเทียบกับบ่อเก็บตัวอย่างทั้งหมด เมื่อค่าทีดีเอส และปริมาณคลอไรด์มีค่าสูงจึงส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงตามไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ กรรมการ สิริสิงห (2525) และ อนันตศักดิ์ ส่องพราย (2525) ที่พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายในน้ำ ทั้งนี้บ่อดินในพื้นที่ศึกษามีค่าพีเอชต่ำ คือค่อนข้างมีความเป็นกรดสูงจึงสามารถละลายสารอนินทรีย์ได้ดี ซึ่งน่าจะมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำสูงขึ้น

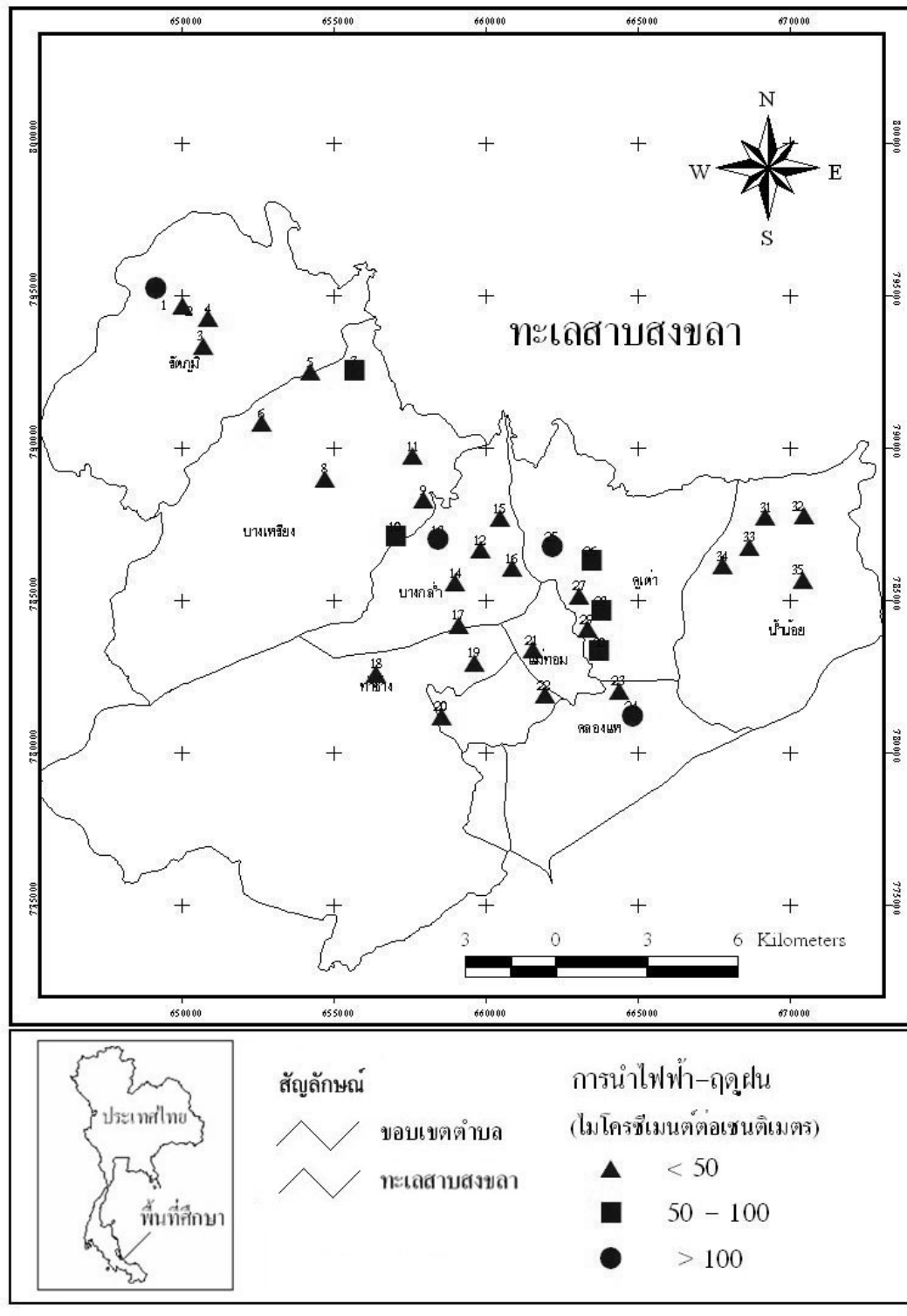


ภาพประกอบที่ 3-13 เปรียบเทียบค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบ่อดินระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

แต่ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าในฤดูฝนค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงแม้ว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาจะมีส่วนช่วยละลายสารอนินทรีย์ในดินและหินลงสู่น้ำบ่อดินก็ตาม เนื่องจากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นในบ่อ ทำให้ค่าความเข้มข้นของสารละลายต่างๆเจือจางลงด้วยเช่นกัน จึงมีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำลดลง ทั้งนี้ค่าการนำไฟฟ้ายังมีประโยชน์มากในการประเมินคุณภาพน้ำซึ่งสามารถบอกคุณภาพน้ำได้อย่างคร่าวๆ ว่าน้ำมีคุณภาพดีหรือไม่ (Hein, 1973) ทั้งนี้เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) ไม่ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานพารามิเตอร์นี้ไว้



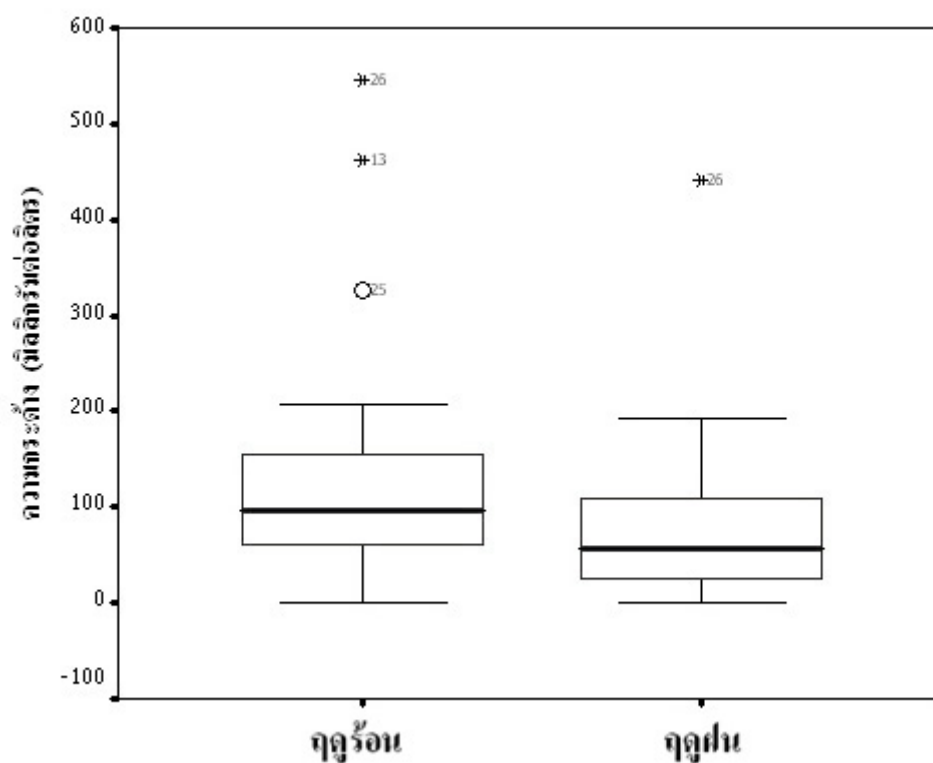
ภาพประกอบที่ 3-14 รูปแบบการแพร่กระจายค่าการนำไฟฟ้าในน้ำบ่อดินฤดูร้อน



ภาพประกอบที่ 3-15 รูปแบบการแพร่กระจายค่าการนำไฟฟ้าในน้ำบ่อดินฤดูแล้ง

### 3.2.2.4 ความกระด้าง

ผลการศึกษพบว่าค่าความกระด้างในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ  $99.2 \pm 52.9$  มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ  $69.3 \pm 451.7$  มิลลิกรัมต่อลิตรโดยในฤดูร้อนมีค่าความกระด้างเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูฝนใน (ตารางที่ 3-1 และ 3-2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-16) พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลค่าความกระด้างข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวาเล็กน้อย มีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 95.9 และ 57.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และในฤดูร้อนมีการกระจายของข้อมูลสูงกว่าฤดูฝน ทั้งนี้พบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 1 ข้อมูล ข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก 2 ข้อมูล ส่วนในฤดูฝนพบว่าข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก 1 ข้อมูล

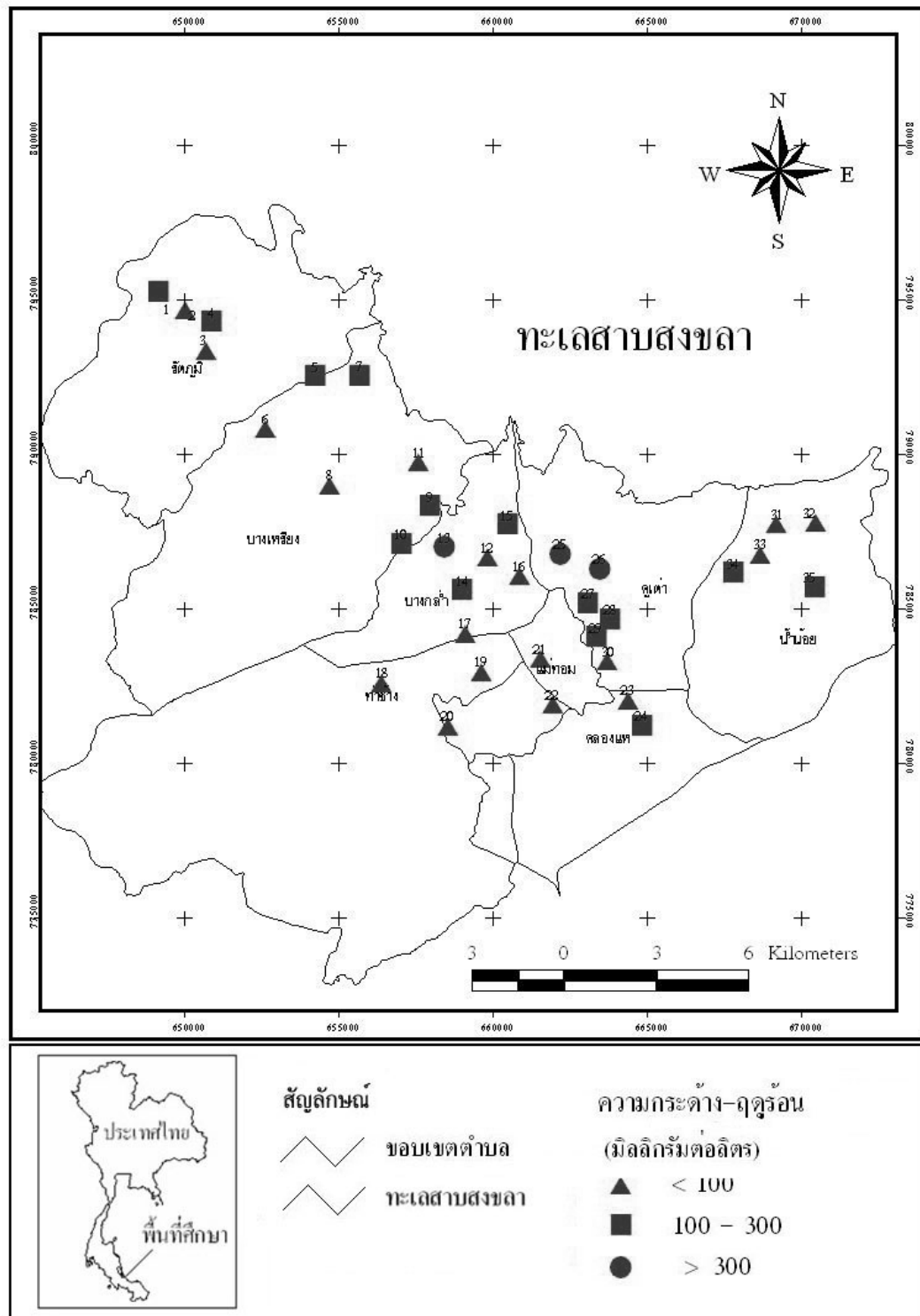


ภาพประกอบที่ 3-16 เปรียบเทียบค่าความกระด้างของน้ำบ่อตื้นระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าความกระด้างในฤดูร้อน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-17 พบว่าพื้นที่ที่มีค่าความกระด้างสูงอยู่ในบ่อหมายเลข 26 บริเวณตำบลคูเต่า โดยมีค่าความกระด้างสูงสุดเท่ากับ 545.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และบ่อหมายเลข 13 บริเวณตำบลบางกล้ามีค่าความกระด้างเท่ากับ 462 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในฤดูฝนพบว่าบ่อหมายเลข 26 มีความกระด้างสูงสุดเท่ากับ 440.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-18

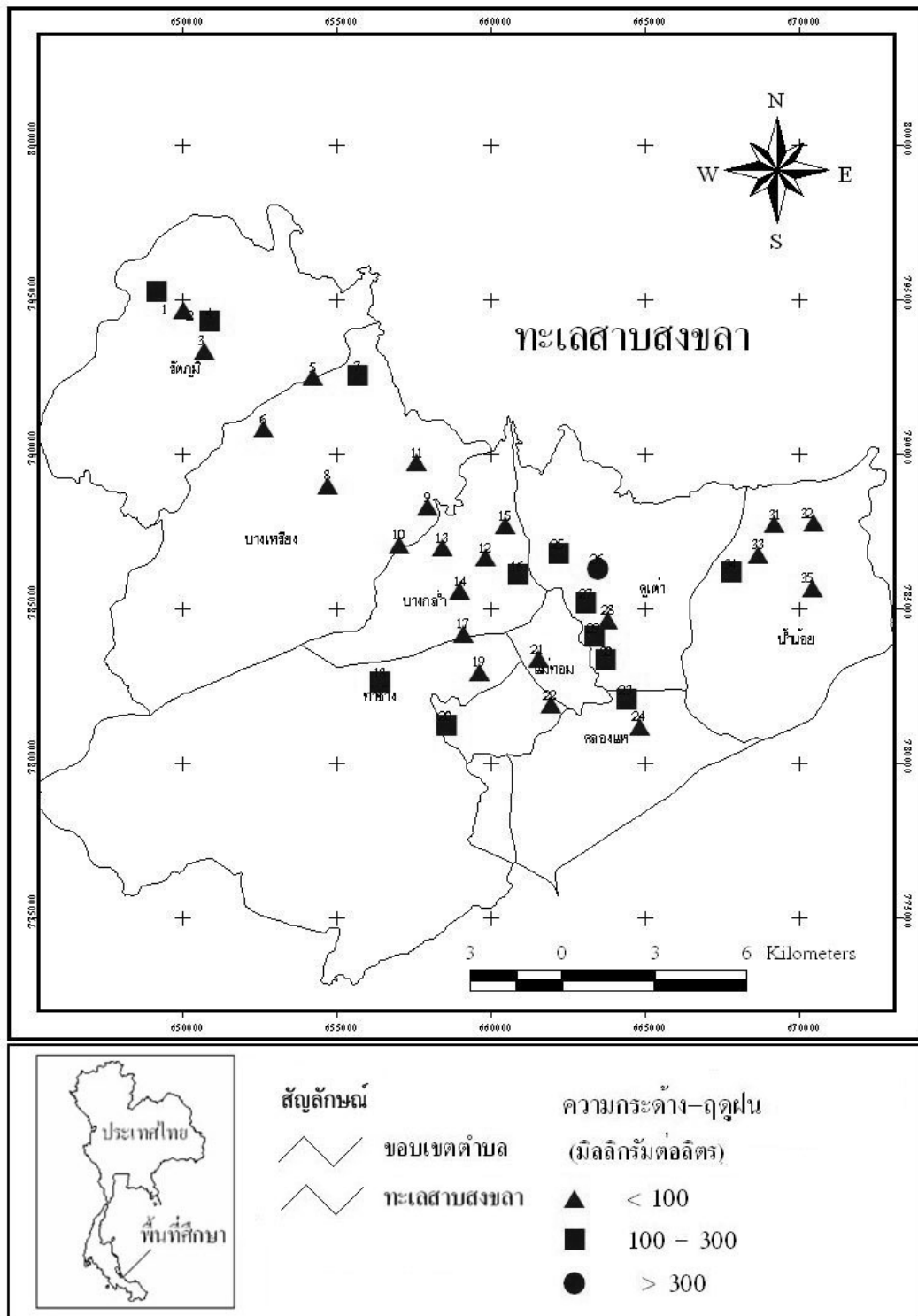
ผลการศึกษานี้สาเหตุของความกระด้างน่าจะมาจากน้ำฝนละลายเอาแร่ธาตุต่างๆ จากหินและดินออกมา ซึ่งในน้ำฝนมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่ ทำให้เกิดเป็นกรดคาร์บอนิกซึ่งเป็นกรดอ่อน และเมื่อซึมลงใต้ดินผ่านชั้นดินที่มีการนำสลายตัวของสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ ก็จะทำให้มีปริมาณกรดคาร์บอนิกเพิ่มมากขึ้น (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2525) และในพื้นที่ศึกษาอาจมีลักษณะพื้นที่เป็นหินปูน ซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบหลัก และเมื่อน้ำซึมผ่านชั้นดิน หรือสัมผัสกับชั้นหิน ก็จะเกิดการละลายของหินปูน ทำให้ปริมาณ  $\text{Ca}^{2+}$  และ  $\text{Mg}^{2+}$  หรือความกระด้างของน้ำเพิ่มขึ้น โดยที่ความกระด้างของน้ำเป็นคุณสมบัติที่แทนค่าความเข้มข้นทั้งหมดของแคลเซียมและแมกนีเซียม (Rangsayatam and Anuku, 2006) และผลการศึกษานี้พบว่าในฤดูฝนความกระด้างมีแนวโน้มลดลงทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำในบ่อที่เพิ่มสูงขึ้น จะเห็นได้ชัดจากระดับน้ำในบ่อที่เพิ่มสูงขึ้นที่โดยส่วนใหญ่ค่าความกระด้างจะลดลงเมื่อมีปริมาณน้ำในบ่อที่เพิ่มขึ้น และจากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้ง 2 ฤดูกาล หากนำมาจัดลำดับความกระด้าง (Degree of Hardness) พบว่าน้ำที่ตรวจวัดได้จัดอยู่ในประเภทน้ำกระด้าง (hard water) คือ มีค่ามากกว่า 180 มิลลิกรัมต่อลิตร (Todd, 1980) จึงไม่ควรใช้ดื่ม เพราะจะมีผลกระทบต่อร่างกายก่อให้เกิดนิ่วในไตและทางเดินปัสสาวะ (kidney stone) (Curhan *et al.*, 1993) อย่างไรก็ตามบริษัทเทอร์เทสท์จำกัด (2546) รายงานว่าอัตราการเสียชีวิตเนื่องจากโรคหัวใจมีความสัมพันธ์กับความกระด้างของน้ำ โดยพบว่าในยุโรปและอเมริกาประชาชนที่ดื่มน้ำกระด้างจะมีอัตราการตายเนื่องจากโรคหัวใจน้อยกว่าประชาชนที่ดื่มน้ำอ่อนหรือน้ำที่มีความกระด้างต่ำ

เมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) (ภาคผนวก ค) ที่กำหนดให้มีค่ากระด้างในน้ำไม่เกิน 300 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าค่ากระด้างในฤดูร้อนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 32 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 34 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 91.43 และ 97.14 ตามลำดับ และในฤดูร้อนมีค่ากระด้างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 3 บ่อ ในฤดูฝนมีเพียง 1 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 8.57 และ 2.86 ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 3-17 รูปแบบการแพร่กระจายค่าความกระด้างในน้ำบ่อดินถุร้อน

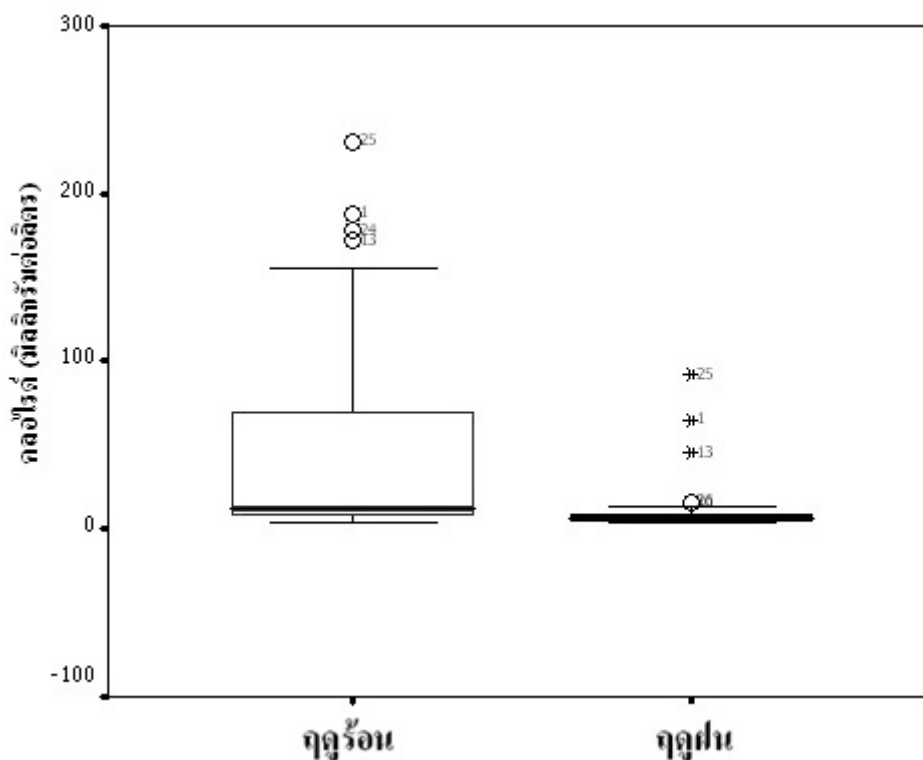




ภาพประกอบที่ 3-18 รูปแบบการแพร่กระจายค่าความกระด้างในน้ำบ่อดินฤดูแล้ง

### 3.2.2.5 คลอไรด์

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณคลอไรด์ ในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ  $9.85 \pm 3.27$  มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ  $5.57 \pm 0.69$  มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในฤดูร้อนมีปริมาณคลอไรด์ เฉลี่ยสูงกว่าในฤดูฝนใน (ตารางที่ 3-1 และ 3-2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-19) พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลปริมาณคลอไรด์ ข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวา มีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 12.19 และ 6.07 มิลลิกรัมต่อลิตร และในฤดูร้อนมีการกระจายของข้อมูลสูงกว่าฤดูฝน ทั้งนี้พบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 4 ข้อมูล ไม่พบข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก ส่วนในฤดูฝนพบว่ามีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 3 ข้อมูล ที่ผิดปกติมาก 3 ข้อมูล



ภาพประกอบ 3-19 เปรียบเทียบค่าคลอไรด์ของน้ำบ่อต้นระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

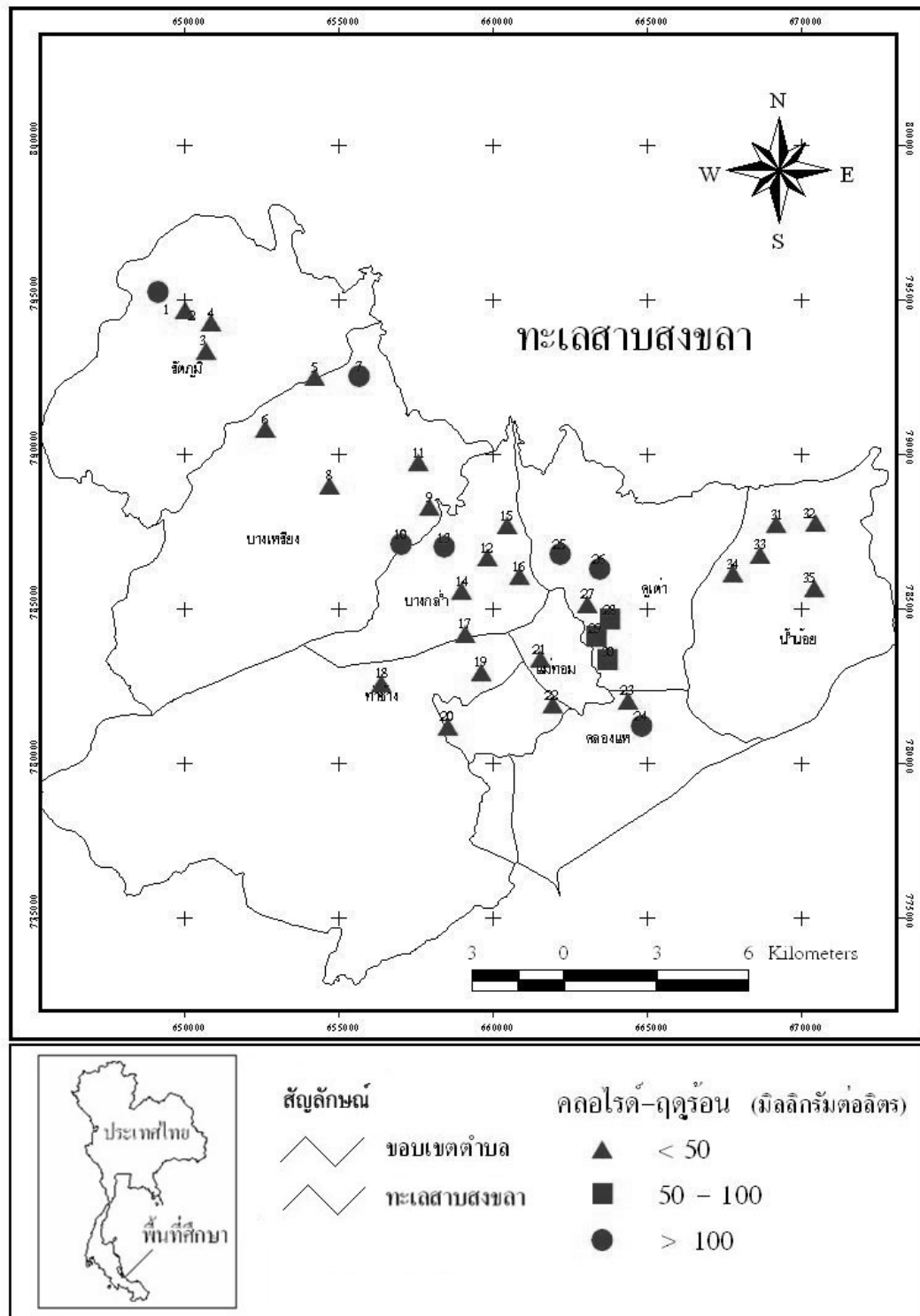
เมื่อพิจารณารูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าคลอไรด์ในฤดูร้อน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-20 พบว่าพื้นที่ที่มีปริมาณคลอไรด์สูงคือบริเวณตำบลภูเต่า โดยบ่อหมายเลข 25 มีค่าคลอไรด์สูงสุด เท่ากับ 231 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ บ่อหมายเลข 1 ทางตอนบนของ

ตำบลรัษฎา บ่อหมายเลข 24 ตำบลคลองแห และ บ่อหมายเลข 13 และ 10 ในตำบลบางกล้า โดยมีค่าคลอไรด์เท่ากับ 188 178 172 และ 147 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

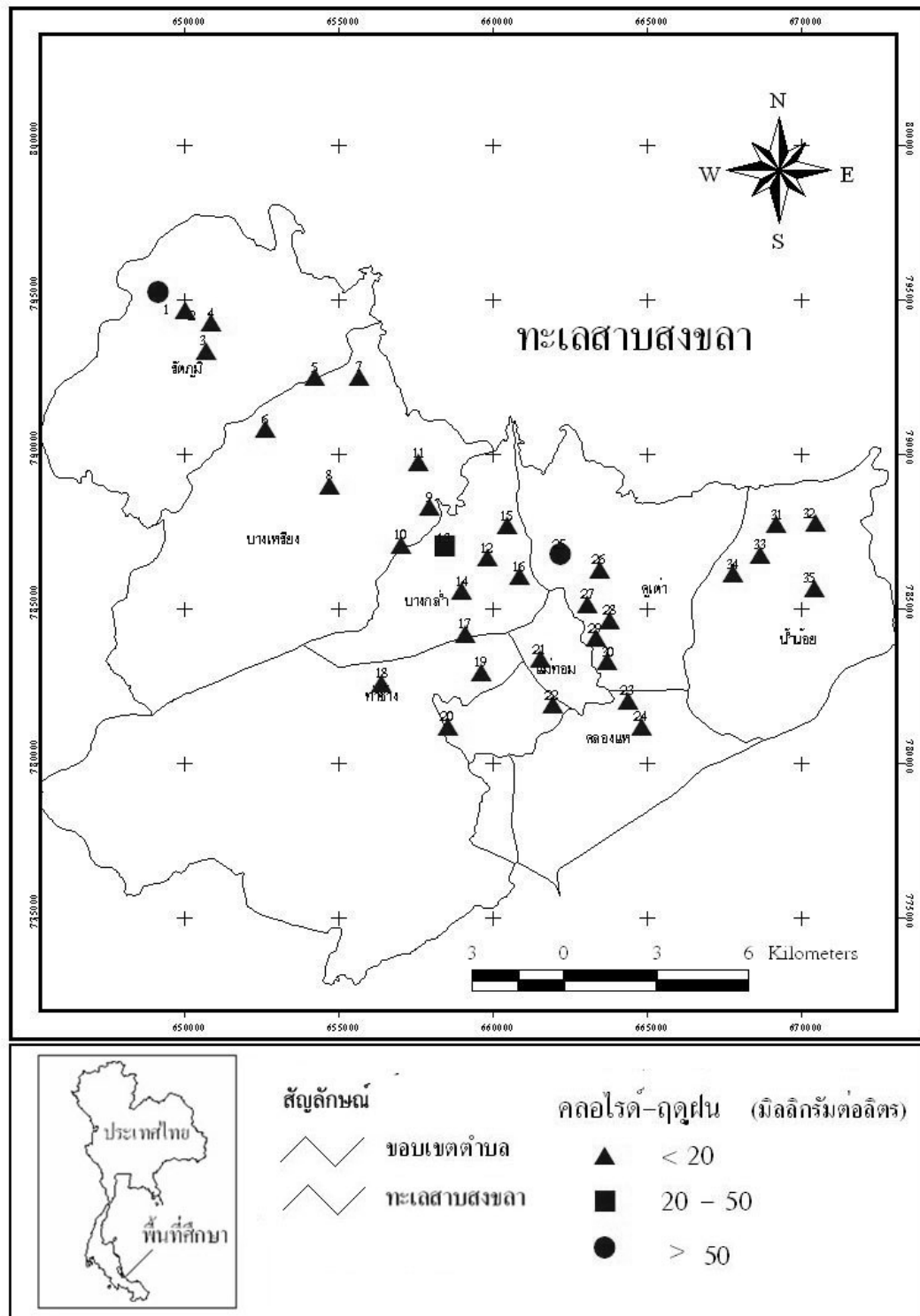
ส่วนในฤดูฝนรูปแบบการแพร่กระจายของค่าคลอไรด์ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-21 พบว่า บริเวณที่มีค่าคลอไรด์สูง คือ บริเวณตำบลคูเต่า โดยบ่อหมายเลข 25 มีค่าคลอไรด์สูงสุดเท่ากับ 92 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาคือ บ่อหมายเลข 1 ทางตอนบนของตำบลรัษฎา และบ่อหมายเลข 13 ในตำบลบางกล้า โดยมีค่าคลอไรด์เท่ากับ 65.20 และ 45.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-21

จากแผนที่รูปแบบการแพร่กระจาย(ภาพประกอบที่ 3-20 และ 3-21) พบว่า บ่อที่มีการปนเปื้อนปริมาณคลอไรด์สูงทั้ง 2 ฤดูกาล คือ บ่อหมายเลข 25 ซึ่งมีค่าสูงถึง 231 และ 92.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งๆ ที่โดยทั่วไปคลอไรด์ละลายอยู่ในน้ำบาดาลเพียง 30 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่านั้น (ทวีศักดิ์ รัมมิงวงศ์, 2546) และจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ภาพประกอบที่ 3-1) พบว่ามีคลองเลี้ยงสุกรอยู่ใกล้กับบ่อเก็บตัวอย่างน้ำ จึงสันนิษฐานว่าเกิดจากการปนเปื้อนจากมูลสุกร ซึ่ง Panno, *et al.*, (2005) ในมูลสุกรมี  $\text{Na}^+$  และ  $\text{Cl}^-$  สูงถึง 4,950 mg/L และ 1980 mg/l และยังพบว่าบริเวณดังกล่าวมีกองทิ้งขยะของชุมชนย่อยอยู่บริเวณนั้น ซึ่งอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีการปนเปื้อนในระดับสูง ทั้งนี้ปริมาณคลอไรด์จะเป็นข้อมูลที่สามารบ่งชี้ว่าน้ำถูกปนเปื้อนจากน้ำชะขยะ เพราะในกองขยะมีปริมาณสารอนินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายอยู่มาก และในน้ำชะขยะจะมีอนุมูลคลอไรด์ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณสูง ไม่เป็นพิษ ไม่ถูกดูดซึมไว้กับชั้นดินที่ซึมผ่านและไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อผ่านกระบวนการทางชีวภาพ จึงนิยมใช้ในการตรวจหาร่องรอยของน้ำชะขยะ (วชิราภรณ์ มีสิงห์ และ สว่าง ดิษฐ์ทอง, 2533) ทั้งนี้ปริมาณคลอไรด์ในฤดูฝนมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณน้ำในบ่อที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ปริมาณคลอไรด์เจือจางลง อย่างไรก็ตามการดื่มน้ำที่มีปริมาณคลอไรด์มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ก็ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย (เจริญพร เพ็ชรเจริญ, 2540)

เมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) (ภาคผนวก ก) ที่กำหนดให้ค่าคลอไรด์ในน้ำไม่เกิน 250 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลมีค่าคลอไรด์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



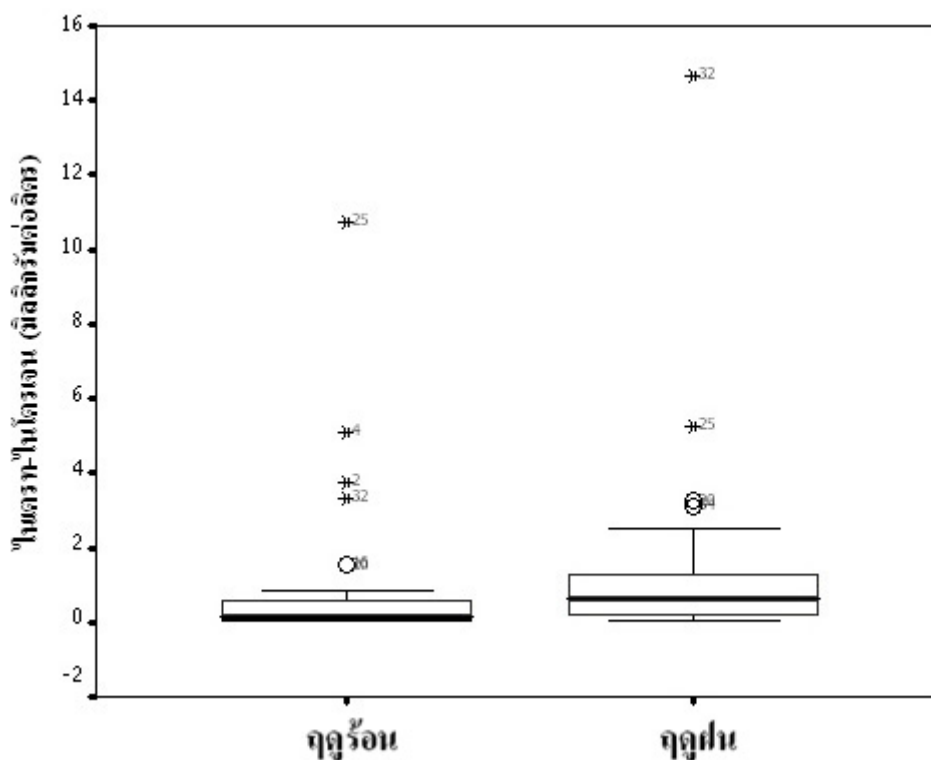
ภาพประกอบที่ 3-20 รูปแบบการแพร่กระจายค่าคลอไรต์ไนโตรเจนในน้ำบ่อน้ำตื้นฤดูร้อน



ภาพประกอบที่ 3-21 รูปแบบการแพร่กระจายค่าคลอไรต์ไนโตรเจนในน้ำบ่อน้ำตื้นฤดูฝน

### 3.2.2.6 ไนเตรท-ไนโตรเจน

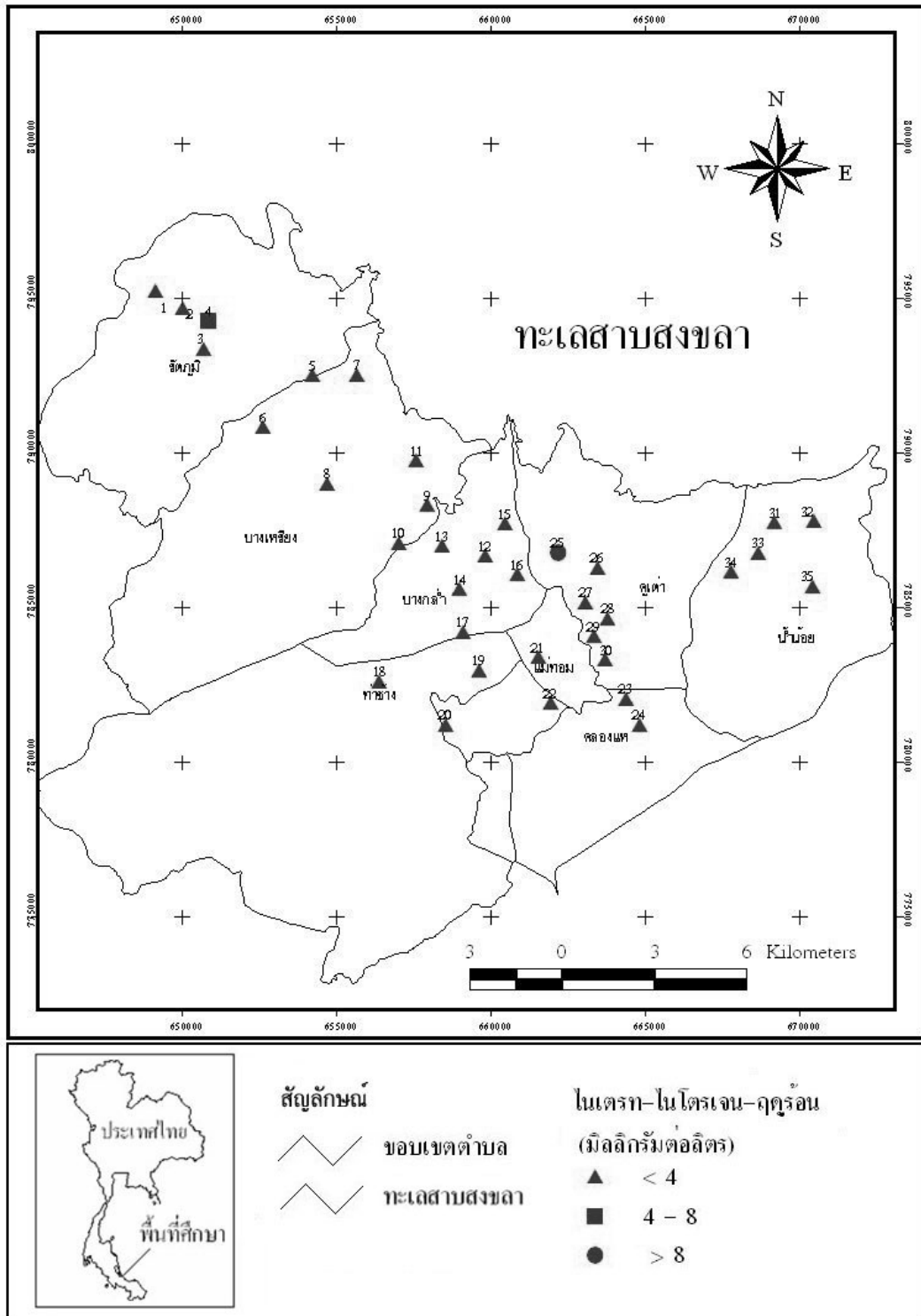
ผลการศึกษาพบว่าค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ  $0.09 \pm 0.08$  มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ  $0.58 \pm 0.51$  มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในฤดูฝนมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจน เฉลี่ยสูงกว่าในฤดูร้อน (ตารางที่ 3-1 และ 3-2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-22) พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาลข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวา มีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 0.17 และ 0.65 มิลลิกรัมต่อลิตร และในฤดูฝนมีการกระจายของข้อมูลสูงกว่าในฤดูร้อน ทั้งนี้พบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 2 ข้อมูล ข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก 4 ข้อมูล ส่วนในฤดูฝนพบว่าข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 2 ข้อมูล ที่ผิดปกติมาก 2 ข้อมูล



เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในฤดูร้อน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-23 พบว่าพื้นที่ที่มีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนสูง คือ บ่อหมายเลข 25 บริเวณตำบลคูเต่า ซึ่งมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนสูงถึง 10.74 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในฤดูฝน พบว่าบ่อหมายเลข 32 บริเวณตำบลน้ำน้อยมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนสูงที่สุด เท่ากับ 14.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพประกอบที่ 3-24

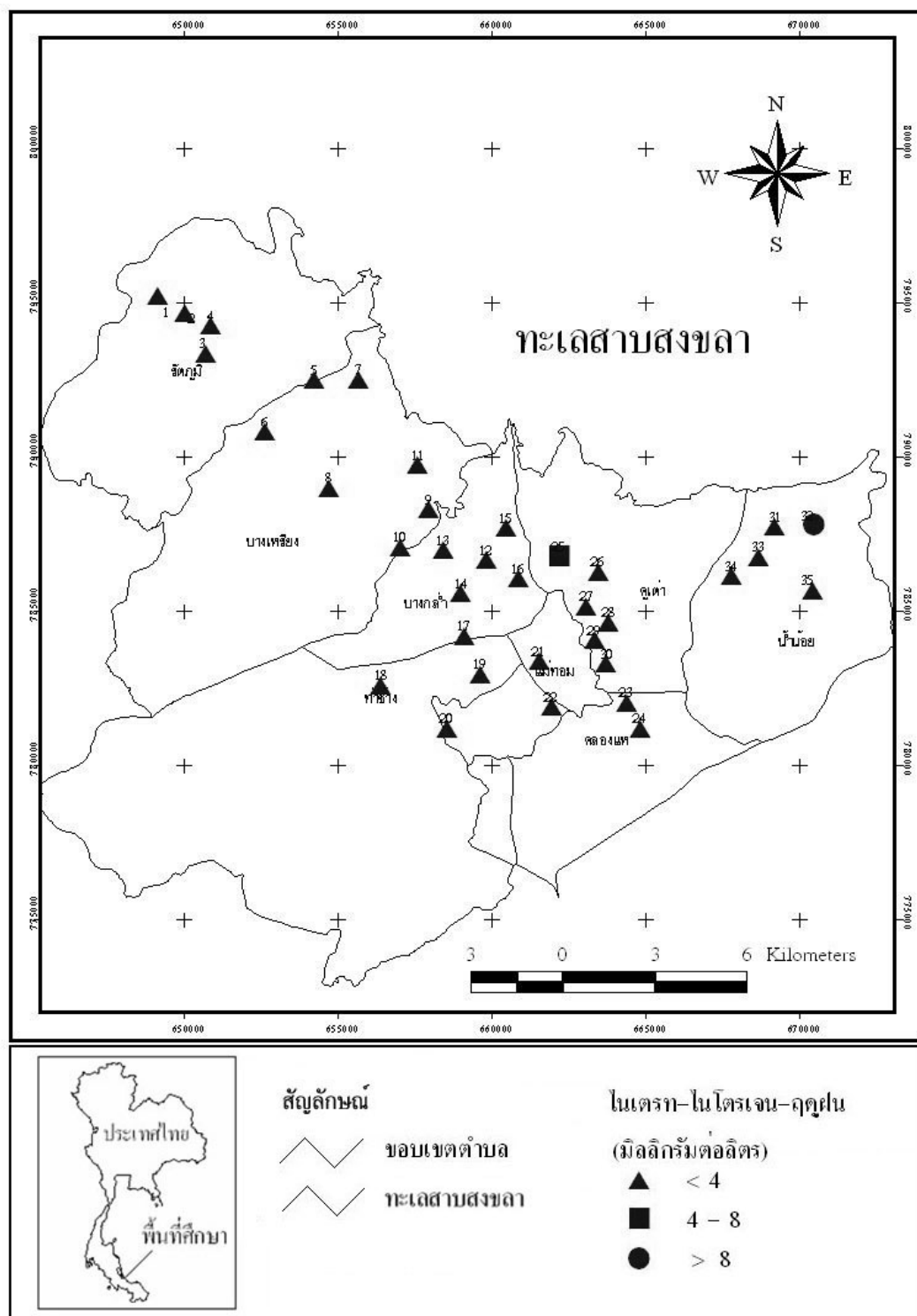
ทั้งนี้ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำบ่อต้นพบว่ามียูโดยทั่วไปตามธรรมชาติ แต่จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าสาเหตุน่าจะมาจากการปนเปื้อนจากสิ่งปฏิกูลที่มาจาก การขับถ่ายของมนุษย์ และสัตว์ ส้วมและจากปุ๋ยจากการเกษตร (Zahn and Grimm, 1993; Rangsayatom and Anuku, 2006) และจากภาพประกอบการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ภาพประกอบที่ 3-1) สันนิษฐานว่าสาเหตุการปนเปื้อนในบ่อหมายเลข 25 บริเวณตำบลคูเต่า มาจากส้วมที่อยู่ใกล้กับบ่อน้ำ สำหรับบ่อหมายเลข 32 ในพื้นที่ตำบลน่าน้อยที่ในฤดูฝนพบว่ามีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนสูงที่สุดทั้งๆ ที่บริเวณใกล้เคียงไม่มีส้วม หรือคอกหมูอยู่ใกล้ๆ บ่อน้ำ แต่พบว่าห่างออกไป 8 – 10 เมตร มีแปลงปลูกผักของชาวบ้าน และจากการสอบถามเจ้าของแปลงปลูกผักทำให้ทราบว่าเพิ่งทำการใส่ปุ๋ยให้แก่ต้นพืช จึงทำให้น้ำฝนที่ตกลงมามีโอกาสที่น้ำจะชะปุ๋ยลงสู่บ่อน้ำได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Vbra และ Romijin (1986) ที่พบว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในการปลูกข้าวโพดขนาด 180 – 280 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ จะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำใต้ดินจาก 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็น 7 มิลลิกรัมต่อลิตร อีกทั้ง Adetunji (1993) ยังพบว่าปุ๋ยไนโตรเจนที่นำมาใช้ในการปลูกพืช 100 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ จะเกิดไนโตรเจนในดิน 99.5 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ที่พืชไม่สามารถดูดซับได้เมื่อเกิดการชะของน้ำจะทำให้มีไนเตรท-ไนโตรเจนปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน และจากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ยไนเตรท-ไนโตรเจนในพื้นที่เกษตรกรรม (ยางพารา นาหวาน และไม้ผล) มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และสอดคล้องกับการศึกษาของ Panapitukul and Chatupote (2001) ที่พบว่าน้ำบ่อต้นในพื้นที่ลุ่มน้ำรัตนภูมิ (Rataphum watershed) ที่มีการทำเกษตรกรรมจะมีการปนเปื้อนไนเตรท-ไนโตรเจนสูง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Kristin and Richard (2005) ที่พบว่าเกาะ Nantucket มลรัฐ Massachusetts ในสหรัฐอเมริกาพื้นที่เกษตรกรรมมีความเข้มข้นของค่าไนเตรทสูงกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่นๆ

เมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) (ภาคผนวก ก) ที่กำหนดให้ค่าไนเตรท –ไนโตรเจนในน้ำไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ทั้ง 2 ฤดูกาล มีค่าไนเตรท –ไนโตรเจนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานฤดูละ 34 บ่อ และที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีเพียงฤดูละ 1 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 97.14 และ 2.86 ตามลำดับ





ภาพประกอบที่ 3-23 รูปแบบการแพร่กระจายค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำบ่อน้ำตื้นฤดูร้อน

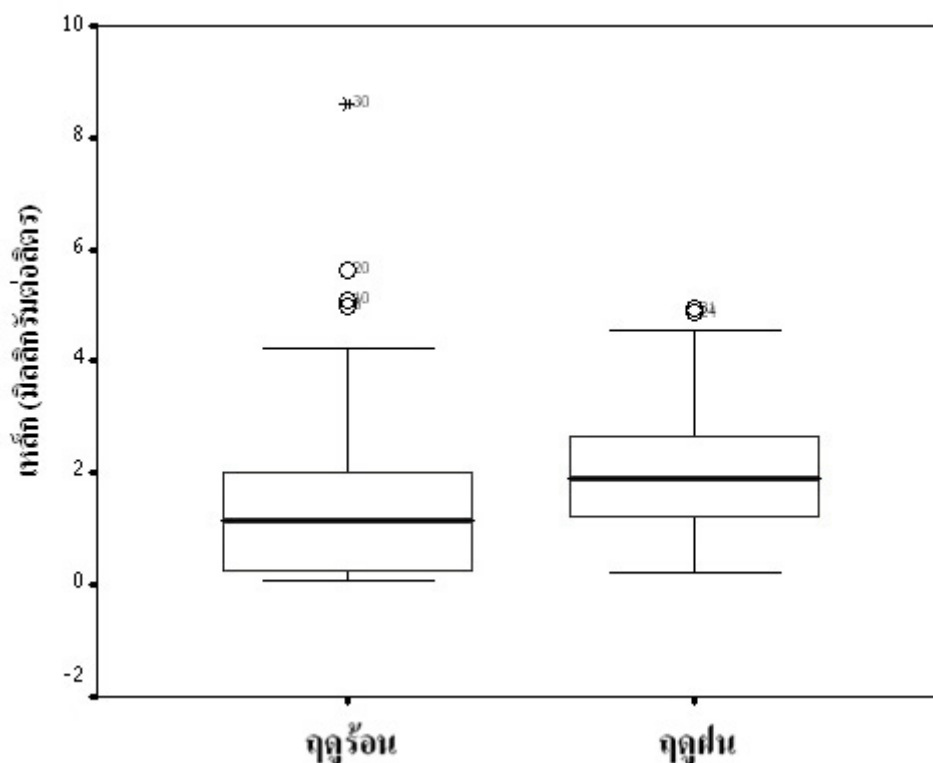


ภาพประกอบที่ 3-24 รูปแบบการแพร่กระจายค่าในเตรท-ไนโตรเจนในน้ำบ่อดินถุฉน

### 3.2.2.7 เหล็ก

ผลการศึกษาพบว่าค่าเหล็กในถุฉร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ  $1.11 \pm 0.99$  มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในถุฉนมีค่าเท่ากับ  $1.80 \pm 1.03$  มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในถุฉนมีค่าเหล็กเฉลี่ยสูงกว่าในถุฉร้อน(ตารางที่ 3-1 และ 3-2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-25) พบว่าในถุฉร้อนข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวา มีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 1.16 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีการกระจายของข้อมูลสูงกว่าในถุฉน โดยพบว่ามีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 3 ข้อมูล ข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก 1 ข้อมูล สำหรับในถุฉน พบว่าข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวาเล็กน้อย มีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 1.90 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่ามีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 2 ข้อมูล

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าเหล็กในถุฉร้อน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-26 พบว่าพื้นที่ที่มีค่าเหล็กสูง คือ บ่อหมายเลข 30 บริเวณตำบลกุเต่า ซึ่งมีค่าเหล็กสูงถึง 8.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้เป็นเพราะบริเวณดังกล่าวมีแร่เหล็กอยู่มากสังเกตได้จากดินบริเวณนั้นที่มีสีส้ม บริเวณที่มีค่าเหล็กสูงรองลงมา คือ บ่อหมายเลข 20 ในตำบลแม่ทอม และ บ่อหมายเลข 8 ในตำบลบางเหริย มีค่าเท่ากับ 5.64 และ 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 3-25 เปรียบเทียบค่าเหล็กของน้ำบ่อน้ำระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

ส่วนในฤดูฝน พบว่าบ่อหมายเลข 30 บริเวณตำบลภูเต่ามีค่าเหล็กสูงที่สุด เท่ากับ 4.94 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-27 มีค่าเหล็กสูงรองลงมา คือ บ่อหมายเลข 24 ในตำบลคลองแห บ่อหมายเลข 8 ในตำบลบางเหรียง และ บ่อหมายเลข 4 ในตำบลรัตภูมิ มีค่าเท่ากับ 4.87 4.56 และ 4.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ทั้งนี้ความเข้มข้นของปริมาณเหล็กที่พบในพื้นที่ศึกษา เป็นผลอันเนื่องมาจากลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่เอื้ออำนวย (สุรพล อารีย์กุล, 2534) เพราะมีตะกอนในยุคควอเทอร์นารีปกคลุมอยู่ด้านบน ตะกอนที่พบเป็นตะกอนที่ยังไม่มีการจับตัวและเชื่อมประสานเป็นหินแข็ง และอาจเกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีทำให้ตะกอนบางส่วนถูกเชื่อมประสานด้วยแร่เหล็กที่ถูกพัดพามากับน้ำบาดาลกลายเป็นชั้นลูกรัง (กรมทรัพยากรธรณี, 2544) อีกทั้งค่าเฉลี่ยของค่าพีเอชในพื้นที่ศึกษาก่อนข้างต่ำคือมีความเป็นกรดสูง คือ เท่ากับ 5.99 ทำให้เหล็กละลายน้ำได้ดีขึ้น จึงทำให้สันนิษฐานได้ว่าปริมาณเหล็กที่พบน่าจะอยู่ในรูปของเหล็กซัลไฟด์ ซึ่งเมื่อละลายน้ำจะได้กรดซัลฟูริกทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรดสูง และจากการศึกษาของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล (2545) ในพื้นที่บ้านบางโหนด พบว่าน้ำบาดาลมีค่าความเป็นกรดสูงถึง 3.1 ซึ่งในทางอุทกธรณีวิทยาประเมินว่าพื้นที่ดังกล่าวเคยถูกน้ำทะเลท่วมถึง และมีการทับถมในรูปของพื้นที่พรุทำให้เกิดดินเปรี้ยว และจากแผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดิน (ภาพประกอบที่ 3-1) บ่อที่มีความเข้มข้นของเหล็กสูงเหล่านี้เป็นบ่อที่อยู่ใกล้บริเวณที่เป็นสวนยางพาราซึ่งมีอินทรีย์วัตถุที่มีการทับถมกัน ทำดินบริเวณดังกล่าวมีความเป็นกรด (จักรกฤษณ์ มโนธรรม, 2532; สมศักดิ์ มณีพงษ์ และสุภาพรณ รักเขียว, 2542) ซึ่งอาจทำปฏิกิริยากับอนุภาคของเหล็กและอะลูมิเนียม โดยกระบวนการไฮโดรไลซิสเกิดเป็นไฮโดรเจนไอออน (Bear, 1969) ทำให้เหล็กในน้ำละลายได้มากขึ้น

เมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) (ภาคผนวก ก) กำหนดให้มีค่าเหล็กในน้ำไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าค่าเหล็กในฤดูร้อนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 22 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 4 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 62.86 และ 11.43 ตามลำดับ และในฤดูฝนมีค่าเหล็กไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 13 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 31 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 37.14 และ 88.57 ตามลำดับ



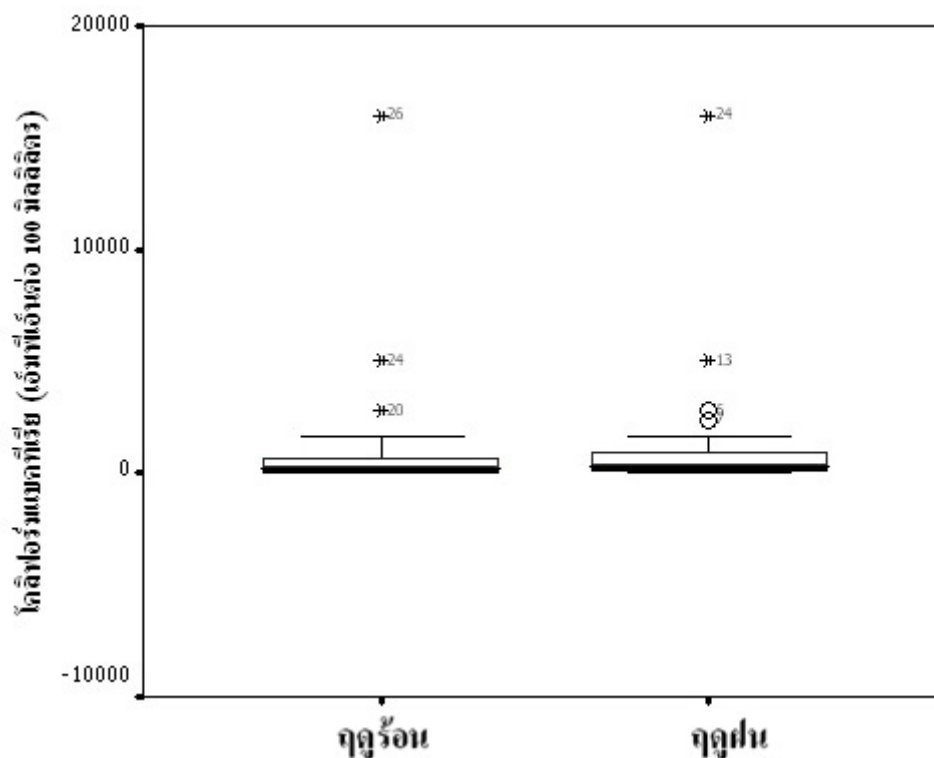


ภาพประกอบที่ 3-27 รูปแบบการแพร่กระจายค่าเฉลี่ยในน้ำบ่อต้นฤดูฝน

### 3.2.3 คุณภาพน้ำทางด้านจุลชีววิทยา

#### 3.2.3.1 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ผลการศึกษาพบว่าค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ  $118 \pm 147$  เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ส่วนในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ  $489 \pm 510$  เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร โดยในฤดูฝนมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูร้อน(ตารางที่ 3-1 และ 3-2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-28) พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาล ข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวา โดยมีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 200 และ 330 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และในฤดูฝนมีการกระจายของข้อมูลสูงกว่าในฤดูร้อน ทั้งนี้พบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 2 ข้อมูล ข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก 2 ข้อมูล ในฤดูฝนพบว่ามีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 2 ข้อมูล และข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก 1 ข้อมูล



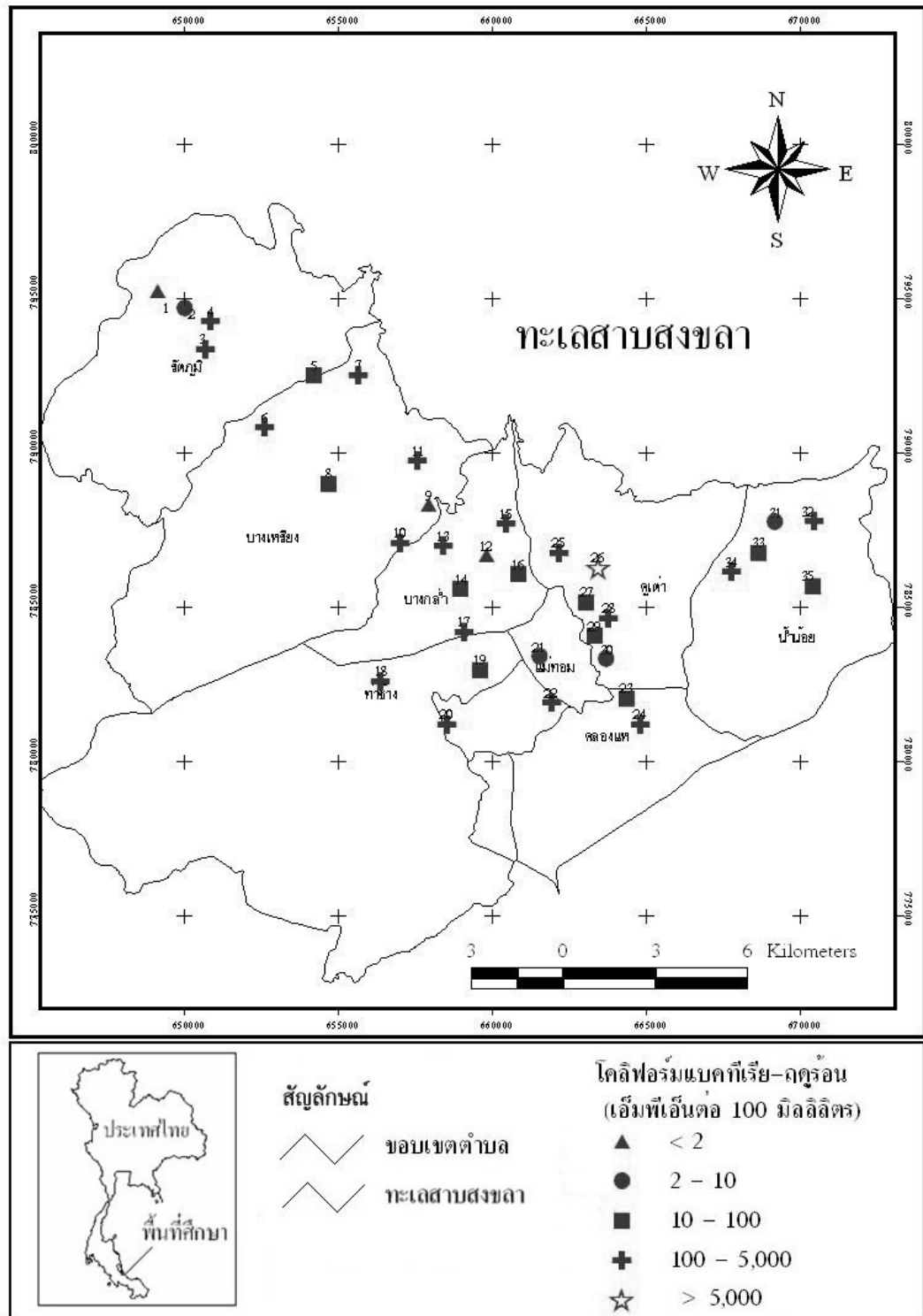
ภาพประกอบที่ 3-28 เปรียบเทียบค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำบ่อต้นระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในฤดูร้อน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-29 พบว่าพื้นที่ที่มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงคือ บ่อ

หมายเลข 26 บริเวณตำบลคูเต่า ซึ่งมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงถึง 16,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร บริเวณที่มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย สูงรองลงมา คือ บ่อหมายเลข 24 ในตำบลคลองแห และบ่อหมายเลข 20 ในตำบลแม่ทอม มีค่าเท่ากับ 5,000 และ 2,800 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ

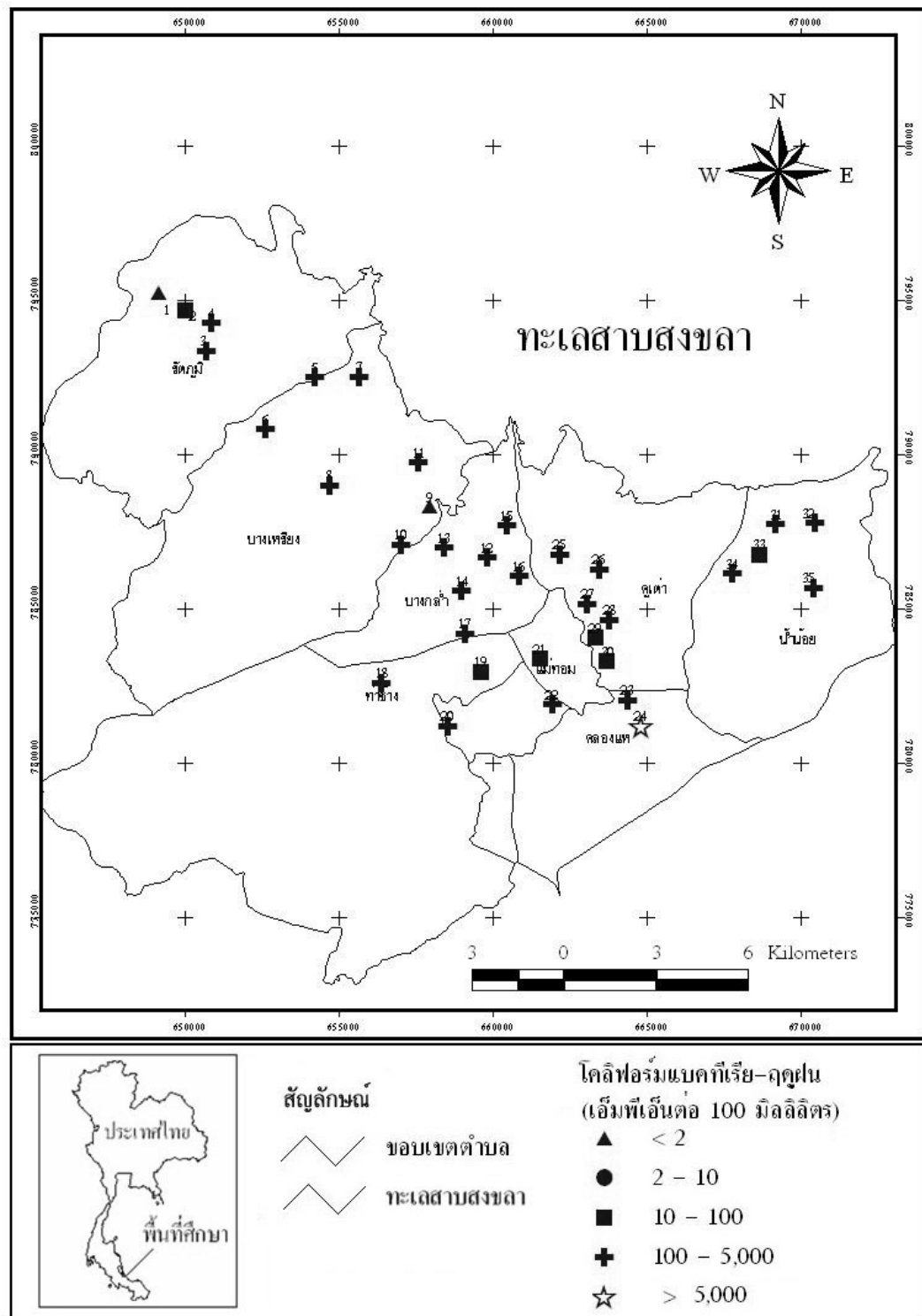
ส่วนในฤดูฝน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-30 พบว่าบ่อหมายเลข 24 บริเวณตำบลคลองแห มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงสุด เท่ากับ 16,000 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร บริเวณที่มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย สูงรองลงมา คือ บ่อหมายเลข 13 ในตำบลบางกล่ำ และบ่อหมายเลข 6 ในตำบลบางเหียง มีค่าเท่ากับ 5,000 และ 2,800 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ โคลิฟอร์มแบคทีเรียซึ่งโดยทั่วไปพบอยู่ทั่วไปตามดิน น้ำ พืชผัก ลำไส้คนและสัตว์ ซึ่งถ้าตรวจพบในน้ำ ก็แสดงว่าน้ำนั้นน่าจะไม่ใช่ปลอดภัย คือ อาจมีเชื้อโรคอยู่ในน้ำ และยังเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงความสกปรกที่ปนเปื้อนมาจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2544) ซึ่งถูกน้ำชะล้างลงสู่บ่อน้ำบ่อต้น จากการสังเกตพบว่าบ่อเก็บตัวอย่างมีการที่สร้างไม่ถูกหลักสุขาภิบาล หรืออาจมีการผูกพันตามอายุการใช้งานจึงมีการชะล้างสิ่งต่างๆ บนดินไหลลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียสูง และจากภาพประกอบที่ 3-1 บริเวณบ่อหมายเลข 6, 9, 12, 13, 14, 15, 20, 24 และ 26 พบว่าอยู่ใกล้กับแหล่งปฏิภูลโดยเฉพาะบ่อเกรอะหรือส้วม จึงสันนิษฐานว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ตรวจพบในน้ำบ่อต้นมีสาเหตุการปนเปื้อนมาจากน้ำซึมที่มาจากส้วม และการศึกษาในครั้งนี้ ผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ นพพร จิมมากทอง (2536) พบว่าน้ำบ่อต้นใน ต.ทุ่งเสา อ.หาดใหญ่ มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ระหว่าง  $< 2 - 9,200$  เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ รังษิยา อรรถนิตย์ (2533) พบว่าน้ำบ่อต้นใน อำเภอสามง่าม จังหวัดตาก มีปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ระหว่าง  $14 - 2,400$  เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร หากแต่ผลการศึกษายังไม่สามารถระบุได้แน่ชัดว่าน้ำได้รับการปนเปื้อนจากอุจจาระของสัตว์เลื้อยคืบโดยตรง จึงต้องมีการตรวจสอบฟิโคลิฟอร์มในชั้นยืนยันอีกครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าน้ำได้รับการปนเปื้อนจากอุจจาระจริงๆ

เมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) (ภาคผนวก ค) กำหนดให้มีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในน้ำไม่เกิน 10 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร พบว่าค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียในฤดูร้อนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 7 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 2 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 20.0 และ 5.71 ตามลำดับ และในฤดูฝนมีโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 28 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 33 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 80.0 และ 94.29 ตามลำดับ





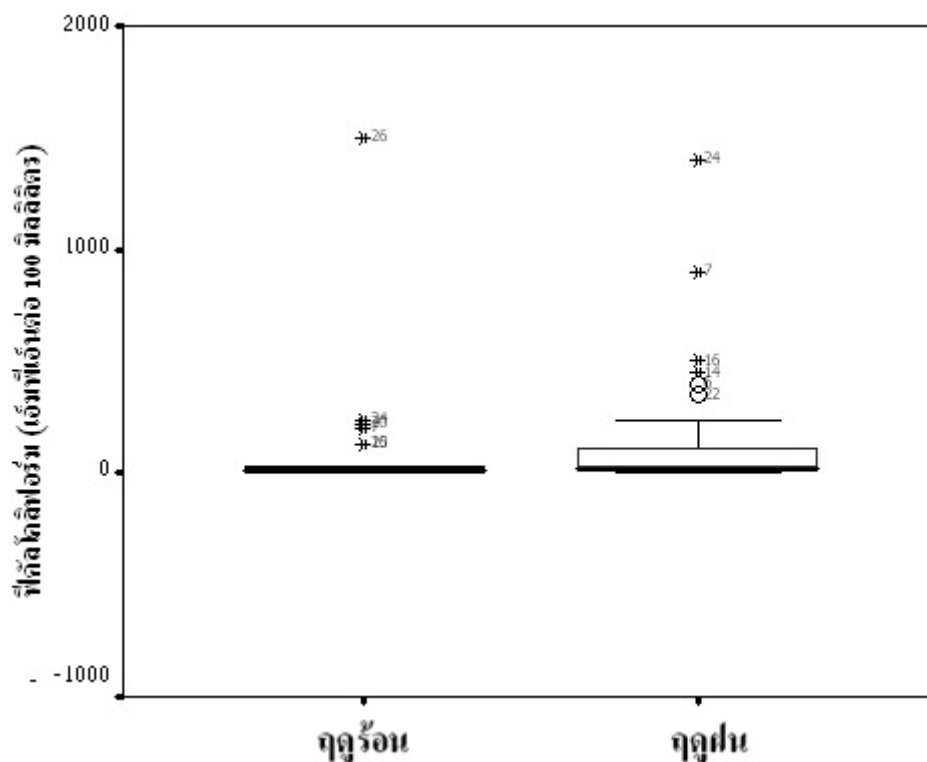
ภาพประกอบที่ 3-29 รูปแบบการแพร่กระจายปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำบ่อน้ำร้อน



ภาพประกอบที่ 3-30 รูปแบบการแพร่กระจายปริมาณ โคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำบ่อตื้นฤดูฝน

### 3.2.3.2 พีคัลโคลิฟอร์ม

ผลการศึกษาพบว่าค่าพีคัลโคลิฟอร์มในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ  $14 \pm 12$  เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ส่วนในฤดูฝนมีค่าเท่ากับ  $14 \pm 10$  เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร โดยมีค่าพีคัลโคลิฟอร์มเฉลี่ยเท่ากันทั้ง 2 ฤดูกาล (ตารางที่ 3-1 และ 3-2) เมื่อพิจารณาจากกราฟ boxplot (ภาพประกอบที่ 3-31) พบว่าทั้ง 2 ฤดูกาล ข้อมูลมีการแจกแจงแบบเบ้ไปทางขวา โดยมีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 14 และ 23 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และในฤดูฝนมีการกระจายของข้อมูลสูงกว่าในฤดูร้อน ทั้งนี้พบว่าในฤดูร้อนมีข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก 4 ข้อมูล ในฤดูฝน พบว่ามีข้อมูลที่มีค่าผิดปกติเล็กน้อย 2 ข้อมูล และข้อมูลที่มีความผิดปกติมาก 3 ข้อมูล



ภาพประกอบที่ 3-31 เปรียบเทียบค่าพีคัลโคลิฟอร์มของน้ำบ่อตื้นระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝน

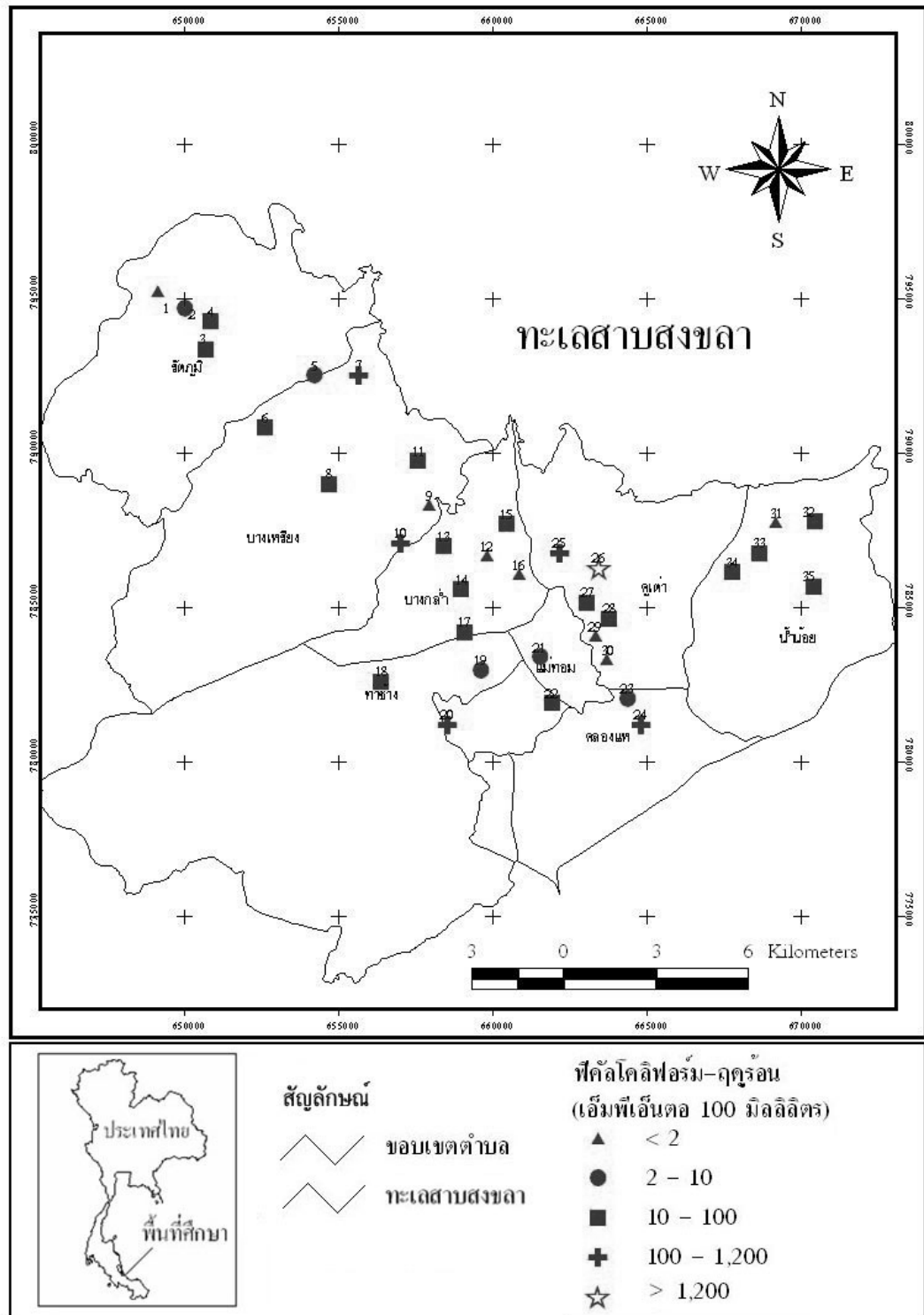
เมื่อพิจารณาถึงรูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าพีคัลโคลิฟอร์มในฤดูร้อน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-32 พบว่าพื้นที่ที่มีค่าพีคัลโคลิฟอร์มสูงคือ บ่อหมายเลข 26 บริเวณตำบลคูเต่า ซึ่งมีค่าพีคัลโคลิฟอร์มสูงถึง 1,500 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร บริเวณที่มีค่าพีคัลโคลิฟอร์ม สูงรองลงมา คือ บ่อหมายเลข 24 ในตำบลคลองแห และบ่อหมายเลข 20 ในตำบลแม่ทอม มี

ค่าเท่ากับ 240 และ 220 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ และไม่พบว่ามี การปนเปื้อนในบ่อ หมายเลข 1 ในตำบลรัตนภูมิ บ่อหมายเลข 9 ในตำบลบางเหริยง และบ่อหมายเลข 12 ในตำบลบางกล้า

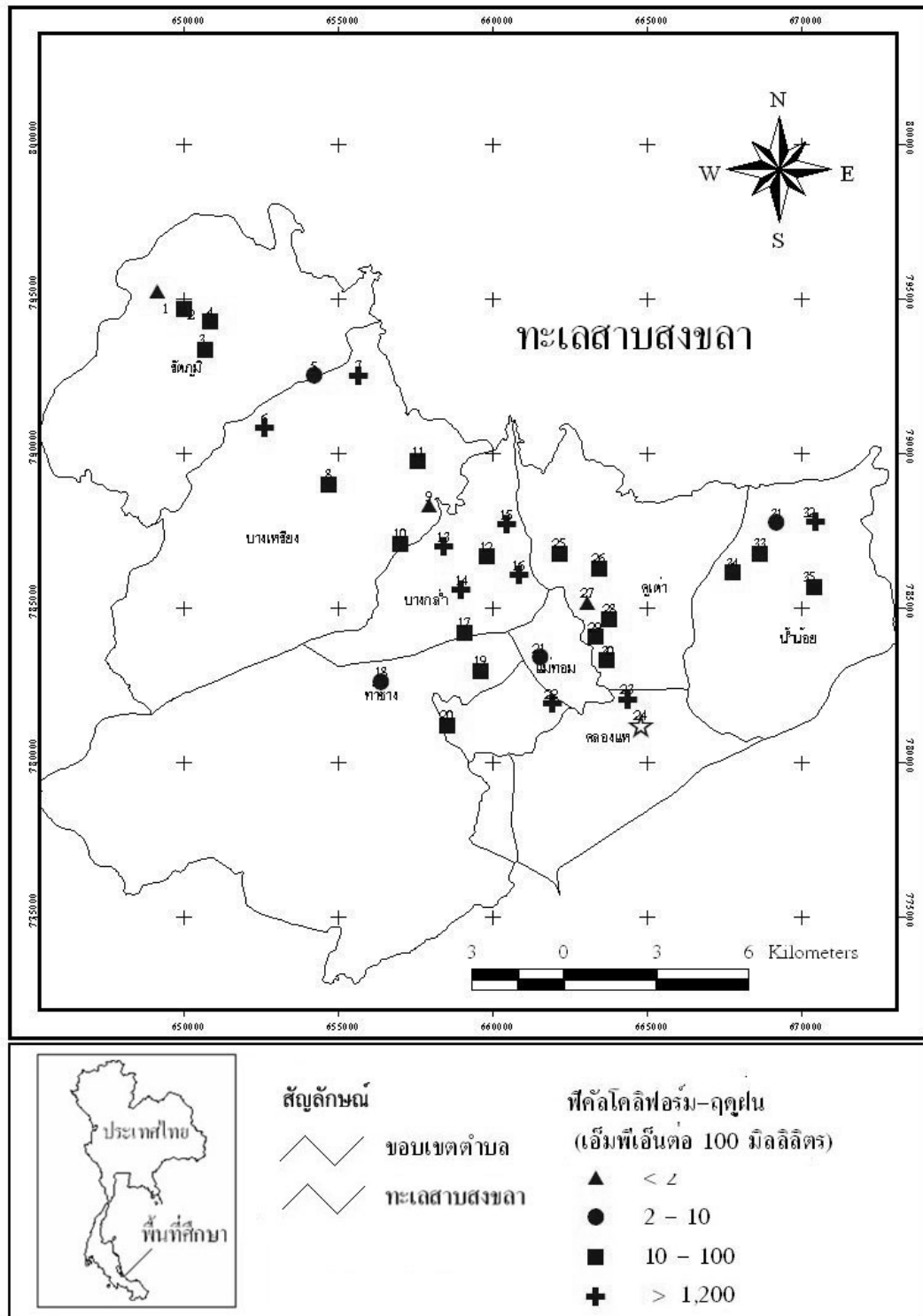
ส่วนในฤดูฝน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-33 พบว่าบ่อหมายเลข 24 บริเวณ ตำบลคลองแห มีค่าพีคัลโคลิฟอร์มสูงสุด เท่ากับ 1,400 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร บริเวณที่มีค่าพีคัลโคลิฟอร์มสูงรองลงมา คือ บ่อหมายเลข 7 ในตำบลบางเหริยง และบ่อหมายเลข 16 ในตำบลบางกล้า มีค่าเท่ากับ 900 และ 500 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ และไม่พบว่ามี การปนเปื้อนในบ่อหมายเลข 1 ในตำบลรัตนภูมิ และบ่อหมายเลข 9 ในตำบลบางเหริยง

จากรูปแบบการแพร่กระจายเชิงพื้นที่ของค่าพีคัลโคลิฟอร์มที่บ่งชี้ว่า น้ำบ่อคั้นมีการปนเปื้อนของสิ่งปฏิกูลที่มาจากสัตว์เลือดอุ่นในที่นี้หมายถึงมีการปนเปื้อนมาจากส้วมซึม และสัตว์เลี้ยงของชาวบ้าน จากการสำรวจพื้นที่บริเวณรอบบ่อเก็บตัวอย่างมีการสร้างส้วมซึมสาธารณะ และมีการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งพบทั่วทุกพื้นที่ศึกษา โดยภาพรวมแล้วบ่อเก็บตัวอย่างมีค่าพีคัลโคลิฟอร์มสูงเกินกว่า เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณน้ำฝน ประกอบกับการสร้างส้วมซึม การเลี้ยงสัตว์ของชาวบ้านในบริเวณใกล้เคียงบ่อน้ำ ซึ่งบางบ่อชำรุด บางบ่อมีการสร้างไม่ถูกต้อง สุขาภิบาลดังกล่าวแล้วเมื่อฝนตกน้ำฝนจะชะล้างสิ่งต่างๆ บนผิวดิน โดยเฉพาะแบคทีเรียในอุจจาระของสัตว์เลือดอุ่น เช่น คน วัว หมู สุนัข เป็นต้น ที่ถ่ายทิ้งปะปนอยู่ตามพื้นดิน (นพพร จิมมากทอง, 2536) แบคทีเรียจำพวกพีคัลโคลิฟอร์มซึ่งปนเปื้อนอยู่ในน้ำ และอาจเป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหารเป็นหลัก โรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหารเป็นปัญหาทางสาธารณสุขที่สำคัญในประเทศไทย อาการของโรคอาจเกิดอาการของระบบทางเดินอาหารอย่างอ่อนๆ จนถึงชนิดที่รุนแรงจนเสียชีวิต นอกจากนั้นยังอาจก่อให้เกิดพาหะของโรค (Carriers) ซึ่งเชื้อโรคเหล่านี้จะติดมากอุจจาระของคนหรือสัตว์ที่เป็นโรคหรือเป็นพาหะของเชื้อโรคดังกล่าวทางน้ำดื่ม จึงใช้จุลินทรีย์เหล่านี้เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงการปนเปื้อนจากอุจจาระทั้งทางตรงและทางอ้อม (คณะเทคนิคการแพทย์, 2535)

เมื่อนำผลการศึกษามาพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคในชนบท (2531) (ภาคผนวก ก) กำหนดให้มีค่าพีคัลโคลิฟอร์มในน้ำเท่ากับ 0 คือ ต้องไม่มีเลย พบว่าค่าพีคัลโคลิฟอร์มในฤดูร้อนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 4 บ่อ ในฤดูฝนมีเพียง 1 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 11.43 และ 2.86 ตามลำดับ และในฤดูฝนมีค่าพีคัลโคลิฟอร์มไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมีจำนวน 31 บ่อ ในฤดูฝนมีจำนวน 34 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 88.57 และ 97.14 ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 3-32 รูปแบบการแพร่กระจายปริมาณฟิซิลโคลิฟอร์มในน้ำบ่อดินฤดูร้อน



ภาพประกอบที่ 3-33 รูปแบบการแพร่กระจายปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำบ่อต้นฤดูฝน  
เมื่อนำข้อมูลคุณภาพน้ำในทุกพารามิเตอร์มาทดสอบความต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้  
Mann-Whitney U Test ซึ่งเป็นการทดสอบสมมติฐานว่าค่าเฉลี่ยระหว่างฤดูร้อนและฤดูฝนเท่ากัน  
หรือไม่ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3-4 โดย

ตั้งสมมติฐาน  $H_0$  : มลสารในแต่ละพารามิเตอร์ของฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน

$H_1$  : มลสารในแต่ละพารามิเตอร์ของฤดูฝนไม่สูงกว่าฤดูร้อน

ตารางที่ 3-4 ค่าเฉลี่ยของมลสารในแต่ละพารามิเตอร์

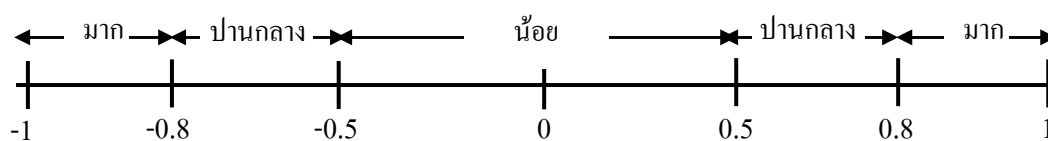
	Mann-Whitney U	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Temperatuer	435.5	-2.08	0.04
Turbidity	130	-4.78	0.00
pH	549	-0.55	0.04
Conductivity	421	-1.58	0.03
TDS	9.5	-6.01	0.00
Hardness	368	-2.26	0.02
Chloride	291	-1.70	0.02
Nitrate-N	68.5	-4.97	0.27
Fe	282	-2.79	0.16
Coliform	293	-0.59	0.56
Fecal coliform	274.5	-0.27	0.79

a Grouping Variable: Season

ซึ่งผลจากตารางที่ 3-4 พบว่า ค่า Sig. ในพารามิเตอร์ อุณหภูมิ ความขุ่น พีเอช การนำไฟฟ้า ทีดีเอส ความกระด้าง และ คลอไรด์ ที่ได้จากการทดสอบมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ดังกล่าวในฤดูร้อนสูงกว่าฤดูฝน ยกเว้นไนเตรท-ไนโตรเจน เหล็ก โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟีคัลโคลิฟอร์ม ที่ค่า Sig. มากกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงยอมรับ  $H_0$  นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ดังกล่าวของฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อน

### 3.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์เชิงสถิติ

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficients :  $r$ ) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกัน สหสัมพันธ์มี 2 แบบ คือ สหสัมพันธ์ทางบวก (positive correlation) หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น อีกตัวแปรจะมีค่าเพิ่มขึ้นตาม และสหสัมพันธ์ทางลบ (negative correlation) หมายถึง เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น อีกตัวแปรจะมีค่าลดลงซึ่งสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นดัชนีแสดงระดับความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง หรือการเกาะกลุ่มของจุดรอบแนวเส้นตรงเท่านั้น กรณีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นตรงไม่เหมาะสมที่จะใช้ นั่นคือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะน่าเชื่อถือและแสดงระดับความสัมพันธ์ได้ก็ต่อเมื่อลักษณะความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง ซึ่งค่า  $r$  มีความสัมพันธ์แบ่งเป็น 3 ระดับ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2542)



เนื่องจากข้อมูลในแต่ละพารามิเตอร์มีความแปรปรวนสูง ก่อนทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์จึงต้องสร้าง boxplot เพื่อทำการตัดข้อมูล Outlier และ Extream ที่ไม่น่าจะเป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลในแต่ละพารามิเตอร์ออกไปก่อน แล้วจึงนำข้อมูลที่ตัดค่าผิดปกติออกไปแล้วมาหาความสัมพันธ์โดยใช้สถิติแบบ Correlation analysis ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3-5 และ 3-6

ตารางที่ 3-5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ทางกายภาพ เคมี และ จุลชีววิทยาที่มีผลต่อคุณภาพน้ำบ่อต้นบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างในฤดูร้อน

	Temperature	Turbidity	pH	TDS	Conductivity	Hardness	Chloride	Nitrate	Fe	Coliform	Fecal coliform
Temperature	1	0.014	-0.024	-0.045	-0.405	-0.018	-0.405	0.439*	0.369	-0.011	-0.043
Turbidity		1	0.638*	-0.205	-0.150	-0.178	-0.149	-0.259	-0.626**	-0.091	-0.017
pH			1	-0.497**	0.037	0.4.68**	0.038	0.167	-0.865	-0.163	-0.054
TDS				1	0.974**	-0.449*	0.295	-0.038	0.272	-0.216	-0.424*
Conductivity					1	-0.092	0.295	0.080	0.013	-0.410	-0.276
Hardness						1	-0.091	0.038	-0.636**	0.124	0.193
Chloride							1	0.080	0.011	-0.410	-0.276
Nitrate								1	-0.042	-0.286	0.011
Fe									1	0.076	-0.060
Coliform										1	0.800*
Fecal coliform											1

\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



ตารางที่ 3-6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ทางกายภาพ เคมี และ จุลชีววิทยาที่มีผลต่อคุณภาพน้ำบ่อต้นบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่างในฤดูฝน

	Temperature	Turbidity	pH	TDS	Conductivity	Hardness	Chloride	Nitrate	Fe	Coliform	Fecal coliform
Temperature	1	0.038	0.013	0.217	-0.216	0.152	-0.172	-0.126	-0.010	0.197	0.179
Turbidity		1	-0.075	0.028	-0.080	0.189	0.010	-0.043	-0.117	0.148	-0.509
pH			1	-0.018	0.029	-0.080	-0.005	0.279	-0.863**	-0.023	-0.221
TDS				1	0.968**	0.418*	0.210	0.200	-0.205	0.078	0.176
Conductivity					1	-0.069	0.184	-0.146	-0.071	-0.162	-0.173
Hardness						1	-0.007	-0.175	-0.021	0.058	-0.455*
Chloride							1	-0.160	-0.104	-0.112	-0.081
Nitrate								1	-0.263	0.257	0.008
Fe									1	0.144	0.120
Coliform										1	0.078
Fecal coliform											1

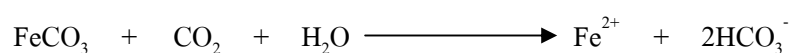
\*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

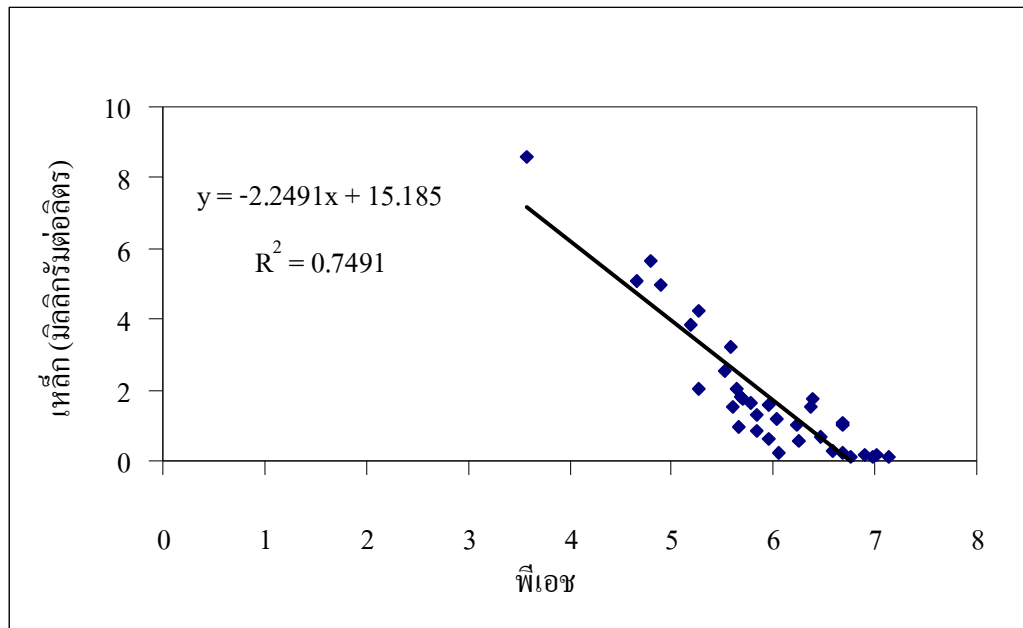
ความสัมพันธ์ทางสถิติของตัวแปรในฤดูร้อน จากตารางที่ 3-5 พบว่า ค่าพีเอชมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลางกับปริมาณเหล็ก ( $r=0.865$ ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ( $p\text{-value} < 0.01$ ) และยังพบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงกับปริมาณสารละลายทั้งหมดที่เหลือจากระเหย (ทีดีเอส) ( $r=0.974$ ) และยังพบว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงกับฟีคัล โคลิฟอร์ม ( $r=0.800$ ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ( $p\text{-value} < 0.05$ )

ความสัมพันธ์ทางสถิติของตัวแปรในฤดูฝน จากตารางที่ 3-6 พบว่าค่าพีเอชมีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลางกับปริมาณเหล็ก ( $r=0.863$ ) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ( $p\text{-value} < 0.01$ ) และยังพบว่าค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงกับปริมาณสารละลายทั้งหมดที่เหลือจากระเหย (ทีดีเอส) ( $r=0.968$ ) เช่นเดียวกับในฤดูร้อนที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ( $p\text{-value} < 0.01$ )

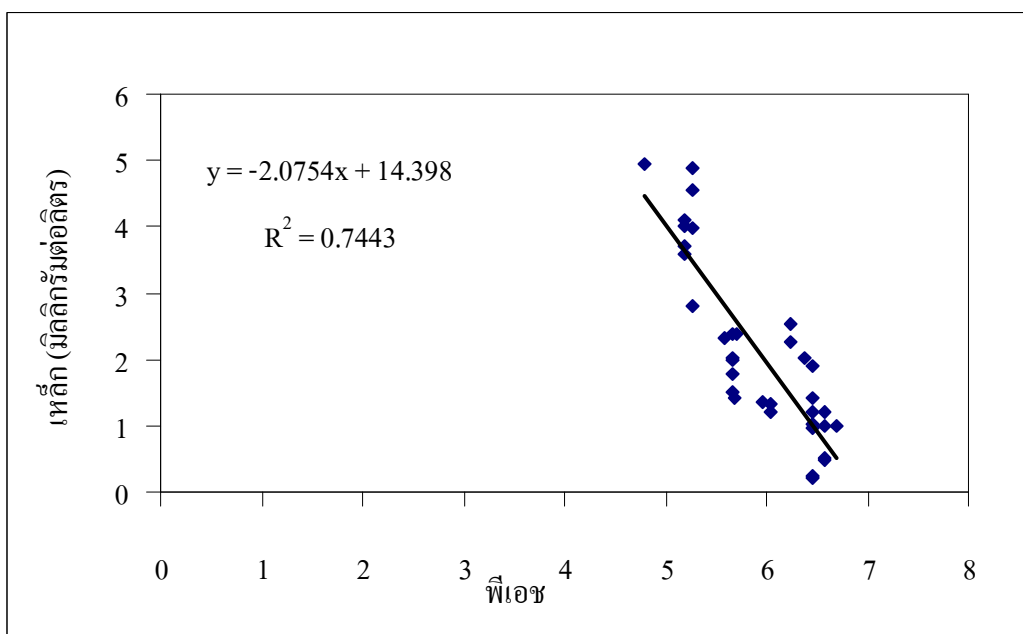
สำหรับความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลางระหว่างค่าพีเอชกับปริมาณเหล็ก ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อค่าพีเอชต่ำลง (มีค่าความเป็นกรดสูง) ปริมาณเหล็กจะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งความเป็นกรดของน้ำเกิดจากการคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งทำปฏิกิริยากับน้ำจะให้กรดคาร์บอนิก และในดินโดยธรรมชาติมีเหล็กซึ่งปกติอยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำแต่เนื่องจากในดินมีแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ น้ำที่เป็นกรดอ่อนเมื่อไหลผ่านชั้นดินที่มีเหล็กก็จะทำปฏิกิริยากับเหล็ก ทำให้เปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ (กรรณิการ์ สิริสิงห, 2522) ดังสมการ



ทั้งนี้  $\text{Fe}^{2+}$  ที่สามารถละลายในน้ำได้เป็นรูปที่ไม่คงที่เมื่อสัมผัสกับอากาศก็จะถูกออกซิไดซ์ให้กลับมามีอยู่ในรูป  $\text{Fe}^{3+}$  ซึ่งไม่ละลายน้ำ แต่ก็ไม่สามารถคงตัวได้นานในสถานะที่น้ำมีค่าพีเอชต่ำจึงตกตะกอนออกมา ที่มีลักษณะเป็นสนิมสีน้ำตาลแดงของในรูปของ  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ทำให้ค่าพีเอชเพิ่มขึ้น ดังนั้นปริมาณเหล็กจึงลดลงเมื่อพีเอชเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-33 และ 3-34



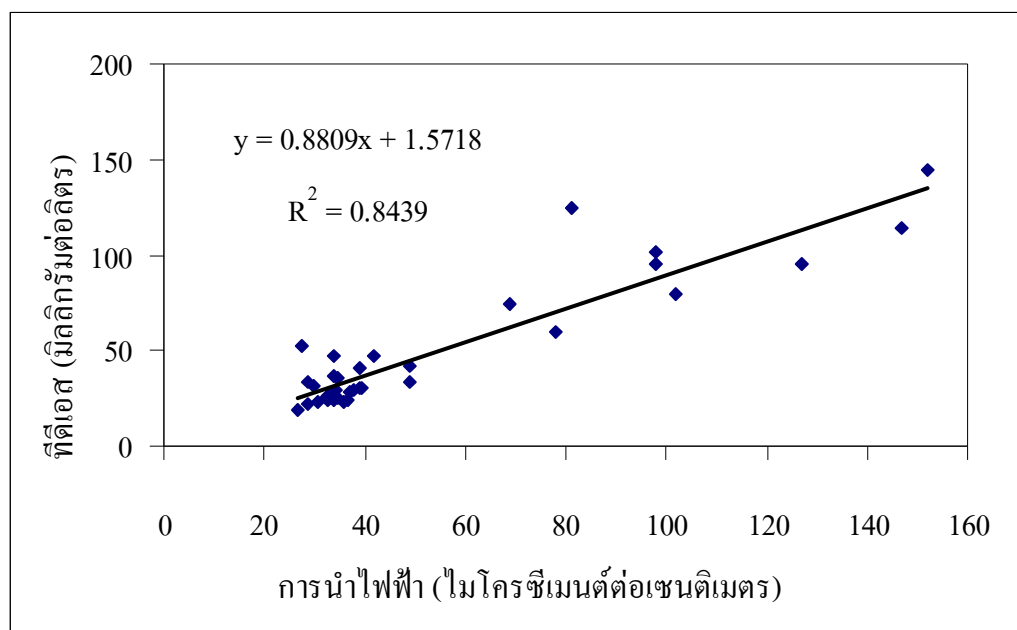
ภาพประกอบที่ 3-33 ความสัมพันธ์ระหว่างฟิเชกับปริมาณเหล็กในฤดูร้อน



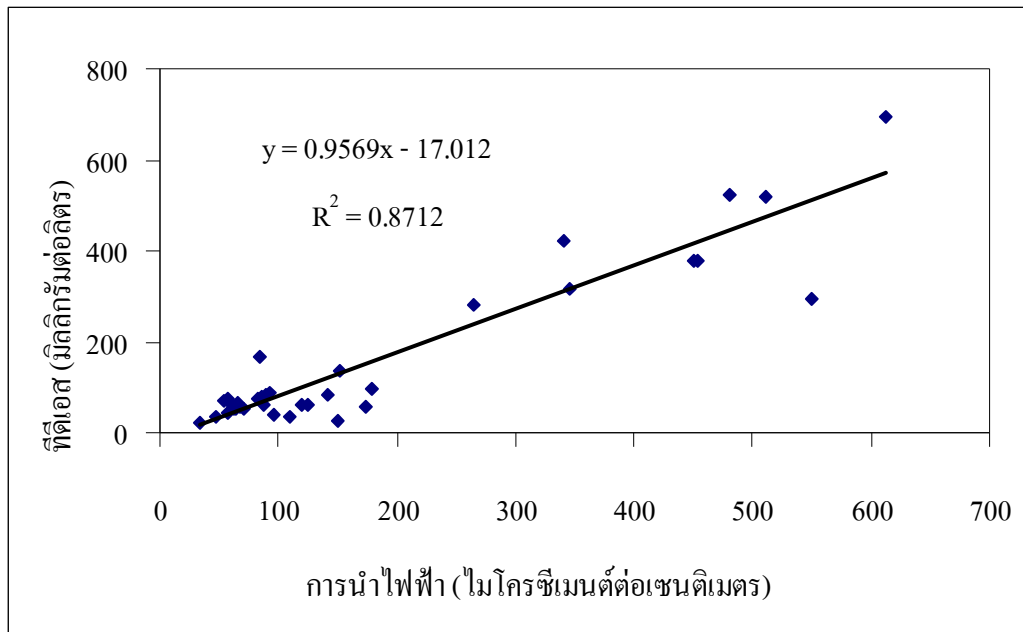
ภาพประกอบที่ 3-34 ความสัมพันธ์ระหว่างฟิเชกับปริมาณเหล็กในฤดูร้อน

สำหรับความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงระหว่างค่าทีดีเอสและค่าการนำไฟฟ้า พบว่าเมื่อค่าทีดีเอสเพิ่มสูงขึ้นค่าการนำไฟฟ้าก็จะสูงตามด้วย ทั้งนี้ค่าทีดีเอสเป็นตัวบอกระดับปริมาณสารอนินทรีย์ทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ และค่าการนำไฟฟ้าเป็นตัวที่บ่งชี้การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารอนินทรีย์ในน้ำ ดังนั้น ถ้าวัดค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายได้สูง แสดงว่ามีปริมาณสารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำสูง แต่ถ้าค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายลดลงแสดงว่า ปริมาณสารอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำต่ำลง ดังแสดงในภาพประกอบที่ 3-35 และ 3-36 จึงนิยมใช้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบอกระดับปริมาณของสารอนินทรีย์ที่ละลายในน้ำอย่างคร่าวๆ หรือที่เรียกว่า Salinity ของน้ำนั่นเอง

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา พบว่าในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในฤดูฝน และความเข้มข้นของมลสารมีแนวโน้มลดลงช่วงในฤดูฝน ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่บ่อมีสูงกว่าในฤดูร้อนเลยทำให้ค่าความเข้มข้นของมลสารเจือจางลง



ภาพประกอบที่ 3-35 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทีดีเอสและค่าการนำไฟฟ้าในฤดูร้อน



ภาพประกอบที่ 3-36 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าทีดีเอสและค่าการนำไฟฟ้าในฤดูฝน