

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้าง โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล กรณีศึกษา พื้นที่อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 25 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 15,625 ไร่ จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าบริเวณพื้นที่ดังกล่าวมีการทำนาุ้งกระจายอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษา และมีบ่อเลี้ยงกุ้งที่ถูกปล่อยทิ้งร้างเป็นจำนวนมาก ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลภาพถ่ายจาก ดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ PRISM บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 13 มกราคม พ.ศ.2551 จำนวนทั้งสิ้น 1 ภาพ และข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ AVNIR-2 บันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 13 มกราคม พ.ศ.2551 จำนวนทั้งสิ้น 4 ภาพ ได้แก่ แบนด์ 1 (0.42 - 0.50 μm .) แบนด์ 2 (0.52 - 0.60 μm .) แบนด์ 3 (0.61 - 0.69 μm .) และ แบนด์ 4 (0.76 - 0.89 μm .) มาทำการ หลอมข้อมูลภาพด้วยวิธีที่แตกต่างกันเพื่อให้ข้อมูลภาพถ่ายที่ได้มีรายละเอียดเชิงพื้นที่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ PALSAR บันทึก ข้อมูลในช่วงคลื่นไมโครเวฟ โดยบันทึกข้อมูลเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ.2550 จำนวนทั้งสิ้น 1 ภาพ เพื่อใช้ศึกษาถึงการประยุกต์ใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมในระบบบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่น ไมโครเวฟในการศึกษาบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้าง ได้ผลการศึกษาดังนี้

การนำเข้าข้อมูล (Input)

การนำเข้าข้อมูล หมายถึง การแปลงประเภทของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมให้อยู่ใน รูปแบบการจัดเก็บของโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางการสำรวจระยะไกล PCI Geomatica 9.0 โดยการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ได้รับจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิ สารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ที่ไม่มีนามสกุล ยกตัวอย่างดังภาพที่ 18 ซึ่งไฟล์ ชนิดนี้สามารถทำการเปิดดูข้อมูลได้ในโปรแกรม PCI Geomatica 9.0 แต่ไม่สามารถทำการปรับแก้ หรือวิเคราะห์ได้ จึงจำเป็นต้องทำการแปลงชนิดของข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเฉพาะของการใช้งาน ในโปรแกรม PCI Geomatica 9.0 (*.pix) โดยประเภทของชนิดของไฟล์นี้มีความสามารถในการ จัดเก็บข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกภาพ AVNIR-2 ทั้ง 4 ช่วงคลื่นรวมเข้ามาไว้ เป็นภาพเดียวกันได้ เมื่อทำการนำเข้าข้อมูลแล้วจะได้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลภาพที่มีความเหมาะสมต่อ การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม PCI Geomatica 9.0 ทั้งสิ้น 4 ภาพ ได้แก่ ข้อมูลจากแผนที่ภูมิ ประเทศมาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 ลำดับชุด L7018 กรมแผนที่ทหาร ระวาง 5236III ชื่อระวาง

จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวนทั้งสิ้น 1 ภาพ, ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ AVNIR-2 จำนวนทั้งสิ้น 1 ภาพ, ระบบบันทึกข้อมูลแบบ PRISM จำนวนทั้งสิ้น 1 ภาพ และระบบบันทึกข้อมูลแบบ PALSAR จำนวนทั้งสิ้น 1 ภาพ

 IMG-01-ALAV2A070323320-O1B2G_U
 IMG-02-ALAV2A070323320-O1B2G_U
 IMG-03-ALAV2A070323320-O1B2G_U
 IMG-04-ALAV2A070323320-O1B2G_U
 LED-ALAV2A070323320-O1B2G_U
 TRL-ALAV2A070323320-O1B2G_U
 VOL-ALAV2A070323320-O1B2G_U

ภาพที่ 18 รูปแบบของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ที่ได้รับจาก GISTDA

การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Resampling)

ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ที่ได้นี้ ยังไม่มีพิกัดอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นผิวโลก ทำให้ไม่สามารถทำการซ้อนทับในตำแหน่งเดียวกันได้ จึงต้องนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ทั้งหมดมาปรับแก้เชิงเรขาคณิตเพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งและสามารถอ้างอิงตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้ โดยแบ่งวิธีการปรับแก้เชิงเรขาคณิตให้แก่ภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS เป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การปรับแก้เชิงเรขาคณิตให้แก่แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 ลำดับชุด L7018 กรมแผนที่ทหาร ระวาง 5236III ชื่อระวาง จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้วิธีการกำหนดค่าพิกัดแบบกำหนดจุดภาพเอง (User Entered Coordinates) ทำการอ้างอิงค่าพิกัดจากข้อมูลตัวเลขกำหนดตำแหน่งที่บ่งบอกอยู่บริเวณของของระวาง ดังภาพที่ 19 โดยทำการกำหนดจุดภาพลงทั้ง 4 มุมของข้อมูลภาพของแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 ลำดับชุด L7018 กรมแผนที่ทหาร ระวาง 5236III ชื่อระวาง จังหวัดฉะเชิงเทราที่ได้ทำการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว โดยกำหนดพิกัดอ้างอิงเป็นแบบพิกัดกริด (UTM) เขตกริด (Zone) 47 P พื้นหลักฐานทางราบในระบบ WGS 1984



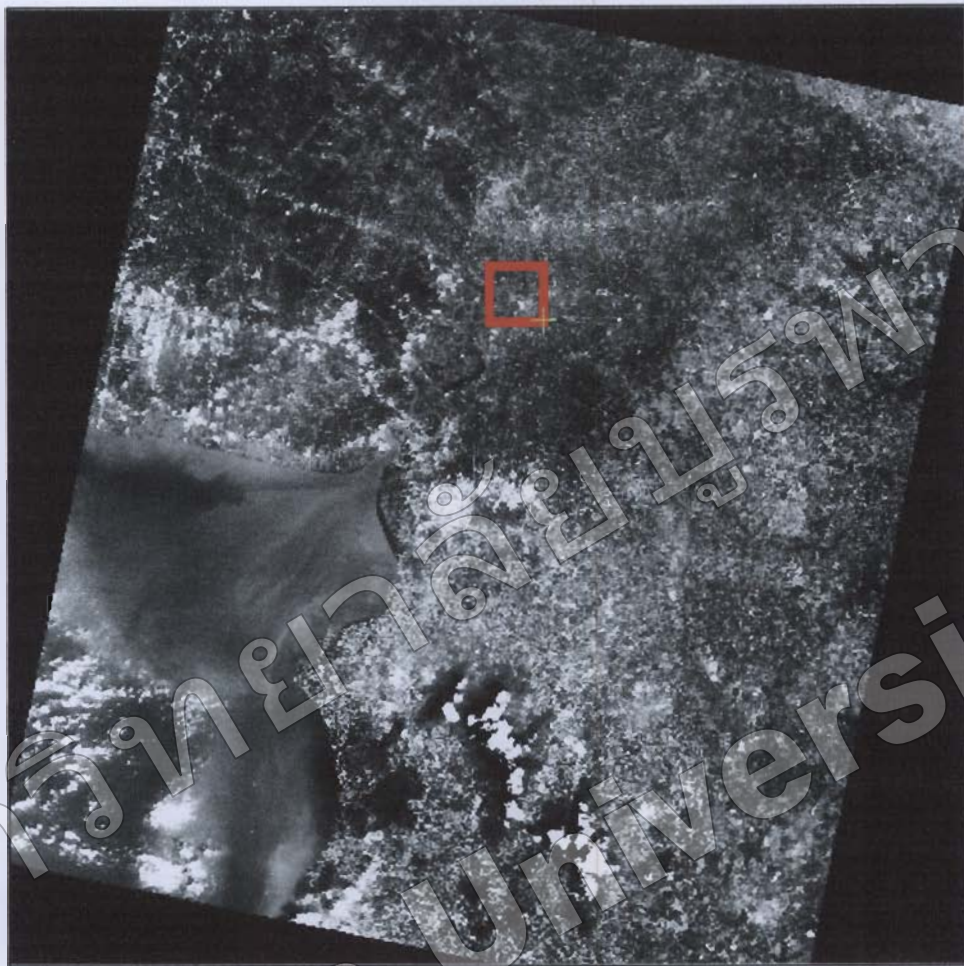
ภาพที่ 19 ค่าตัวเลขกำหนดตำแหน่งบริเวณขอบมุมซ้ายล่างของแผนที่ภูมิประเทศ

2. การปรับแก้เชิงเรขาคณิตให้แก่ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS โดยใช้วิธีการ

กำหนดค่าพิกัดแบบกำหนดภาพต่อภาพ (Image to Image) ทำการอ้างอิงค่าพิกัดจากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศที่มีทำการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้ว ได้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ALOS ที่มีการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้วรวมทั้งสิ้น 3 ภาพ ได้แก่ ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบ AVNIR-2 ที่ทำการนำเข้าข้อมูลแล้ว 1 ภาพ, ระบบบันทึกข้อมูลแบบ PRISM จำนวน 1 ภาพ และระบบบันทึกข้อมูลแบบ PALSAR จำนวน 1 ภาพ

การตัดขอบเขตพื้นที่ศึกษา (Clipping)

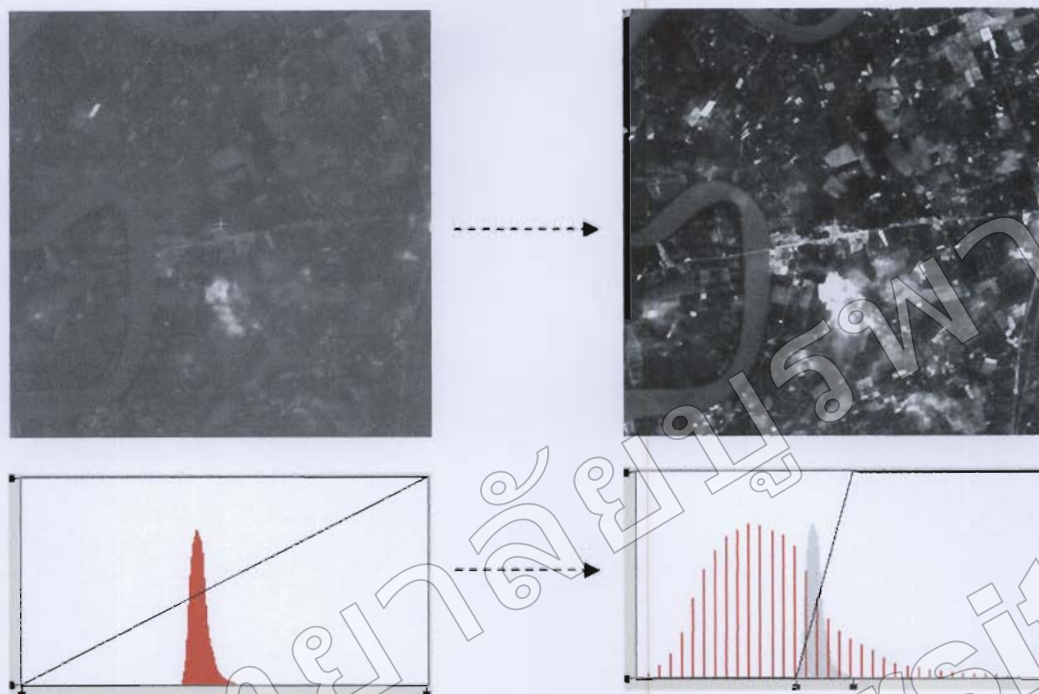
ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ได้จากการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้วนั้นมีขนาดที่ใหญ่และครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างเกินกว่าขอบเขตของพื้นที่ศึกษามากดังจะเห็นได้จากภาพที่ 20 จึงต้องนำข้อมูลเหล่านี้ไปตัดขอบเขตให้อยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อให้มีขนาดข้อมูลที่เล็กลงและสามารถประมวลผลได้เร็วยิ่งขึ้น โดยการนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการปรับแก้เชิงเรขาคณิตแล้วมาทำการตัดข้อมูลด้วยวิธีการ “Clipping/Subsetting...” ทำให้ได้ข้อมูลที่มีขนาดเล็กลงและสามารถประมวลผลข้อมูลได้รวดเร็วขึ้นอย่างมาก



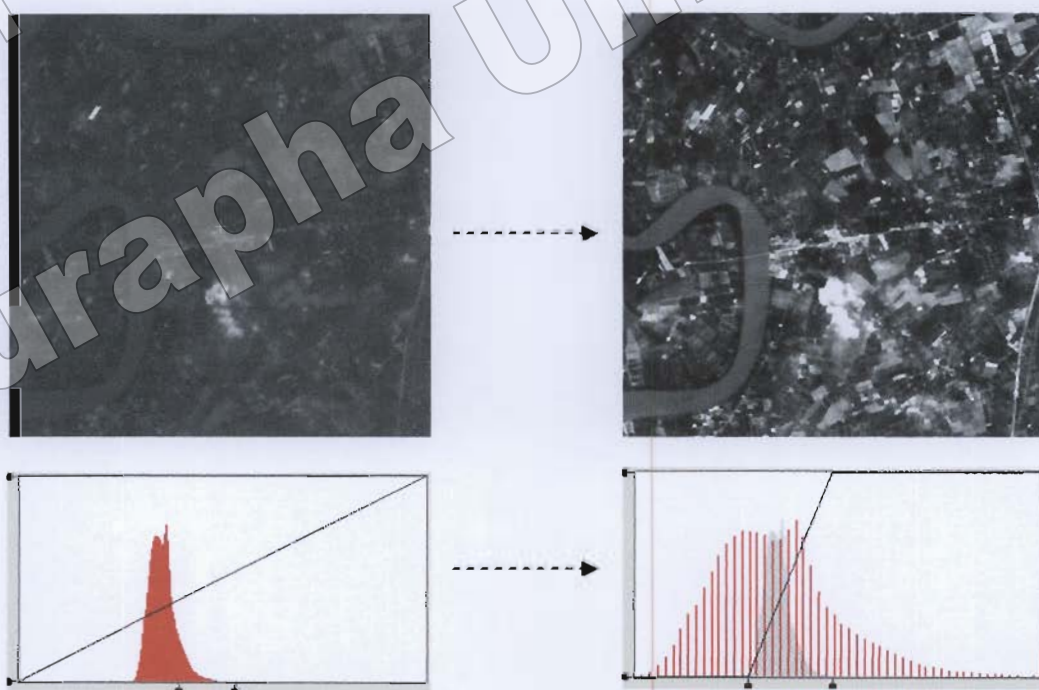
ภาพที่ 20 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา (กรอบสีแดง) ภายในข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS

การปรับแก้เชิงรังสี (Image Enhancement)

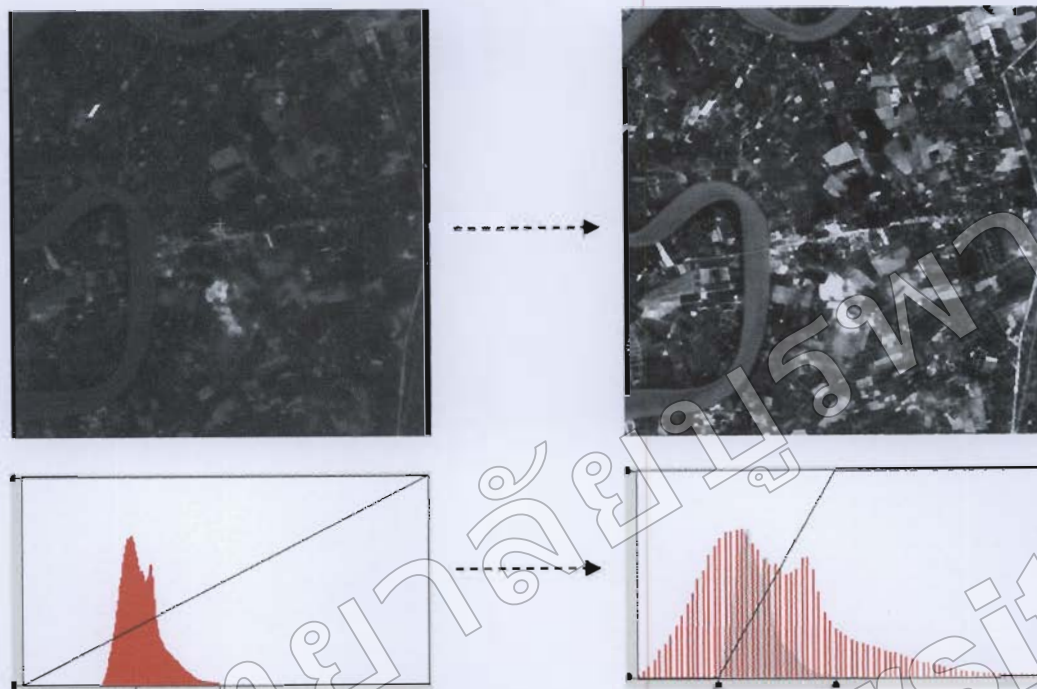
นำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ AVNIR-2 และ PRISM มาทำการปรับแก้เชิงรังสีด้วยเทคนิคการขยายค่าระดับสีเทาด้วยวิธีการขยายแบบเส้นตรง (Linear Contrast Stretch) โดยเป็นวิธีการเน้นข้อมูลภาพด้วยการทำให้ข้อมูลมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะได้ภาพผลลัพธ์ที่มีการกระจายของข้อมูลอย่างสม่ำเสมอปรากฏอยู่ในข้อมูลกราฟของข้อมูลแต่ละช่วงคลื่น ดังแสดงผลลัพธ์ดังภาพที่ 21, 22, 23, 24 และ 25 ตามลำดับ



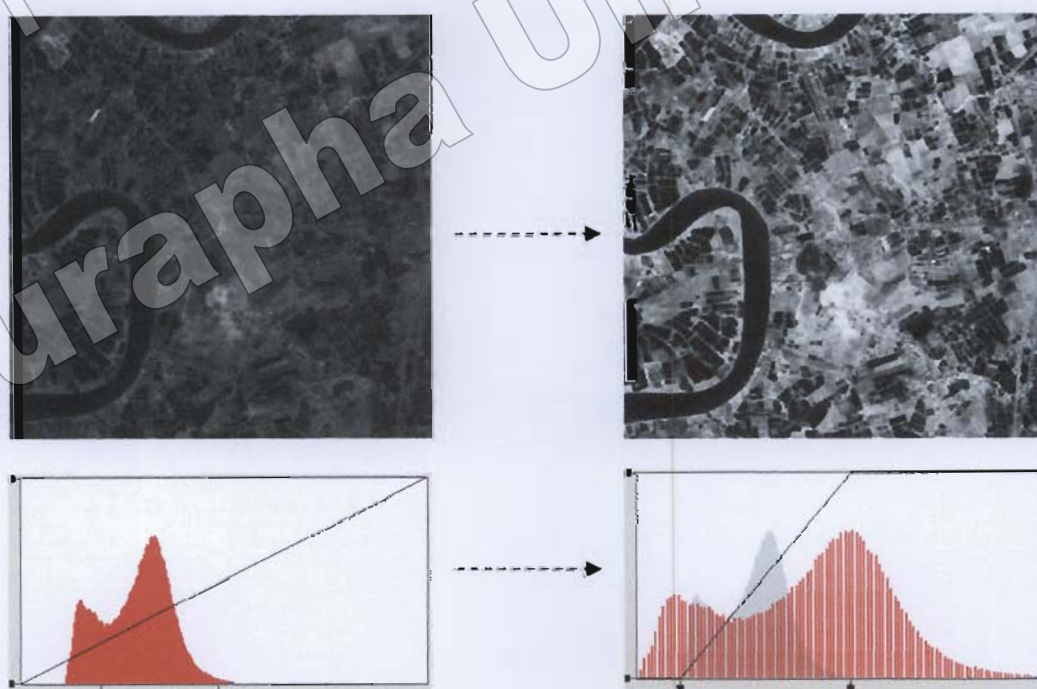
ภาพที่ 21 ความแตกต่างก่อนและหลังการปรับแก้เชิงรังสีของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม
ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ AVNIR-2 แบนด์ที่ 1 ด้วยวิธีการขยายแบบเส้นตรง



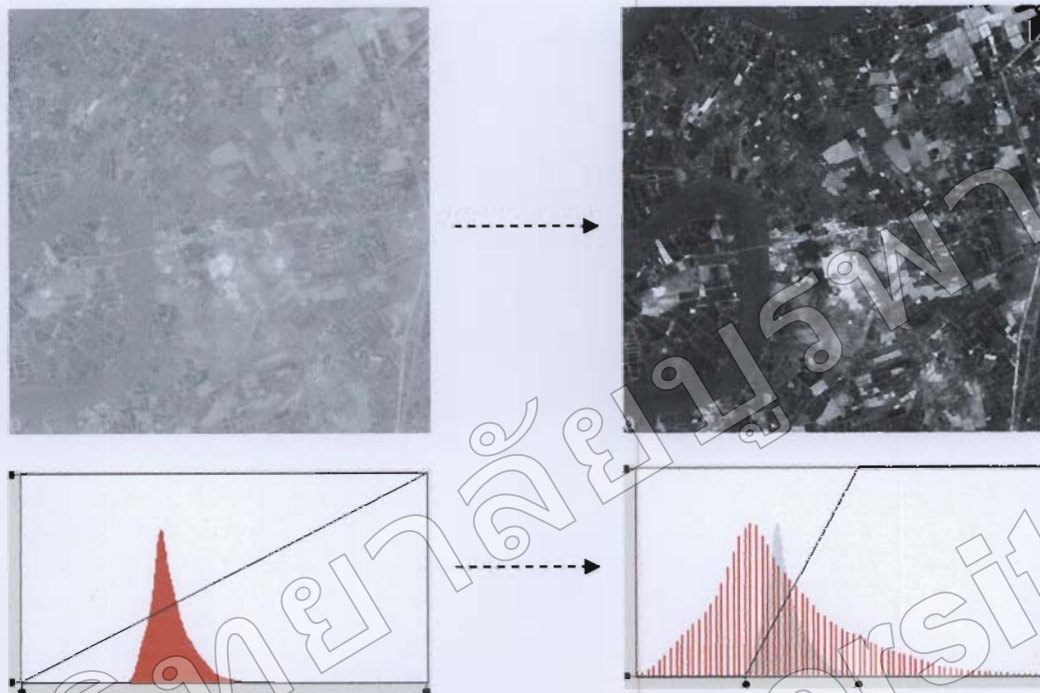
ภาพที่ 22 ความแตกต่างก่อนและหลังการปรับแก้เชิงรังสีของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม
ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ AVNIR-2 แบนด์ที่ 2 ด้วยวิธีการขยายแบบเส้นตรง



ภาพที่ 23 ความแตกต่างก่อนและหลังการปรับแก้เชิงรังสีของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม
ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ AVNIR-2 แบนด์ที่ 3 ด้วยวิธีการขยายแบบเส้นตรง

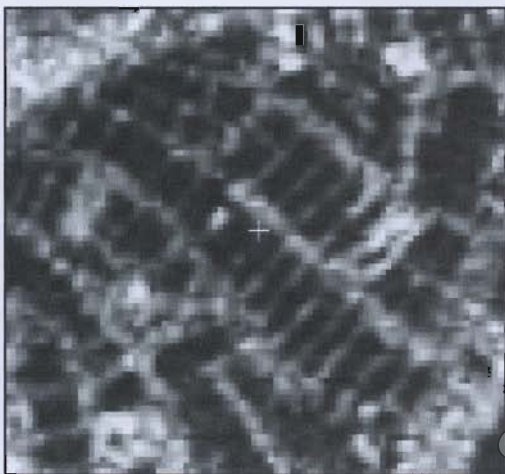


ภาพที่ 24 ความแตกต่างก่อนและหลังการปรับแก้เชิงรังสีของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม
ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ AVNIR-2 แบนด์ที่ 4 ด้วยวิธีการขยายแบบเส้นตรง



ภาพที่ 25 ความแตกต่างก่อนและหลังการปรับแก้เชิงรังสีของข้อมูลภาพจากดาวเทียม
ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ PRISM ด้วยวิธีการขยายแบบเส้นตรง

ส่วนข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ PALSAR ซึ่งเป็นระบบบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นไมโครเวฟ พบว่าข้อมูลที่ได้มีลักษณะของข้อมูลแตกต่างจากข้อมูลในระบบบันทึกภาพ AVNIR-2 และ PRISM เป็นอย่างมาก โดยข้อมูล ALOS มีลักษณะข้อมูลการจัดเก็บอยู่ที่ 16 bit ซึ่งมีค่าสูงกว่าข้อมูล AVNIR-2 และ PRISM เป็นอย่างมาก ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้งานร่วมกันได้ จึงต้องทำการแปลงข้อมูล PALSAR จาก 16 bit ไปเป็นข้อมูล 8 bit เหมือนกับข้อมูล AVNIR-2 และ PRISM นอกจากนี้ยังพบว่าข้อมูล PALSAR ที่ได้มีลักษณะของข้อมูลที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกันและมีปัญหาจากสัญญาณรบกวนทำให้ยากต่อการแปลผลเป็นอย่างมาก ดังนั้นหลังจากการปรับแก้ข้อมูลภาพเชิงรังสีด้วยวิธีการขยายแบบเส้นตรงแล้ว ยังต้องนำข้อมูลที่ได้ไปทำการกรองข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพ (Noise) และกำจัดข้อมูลบางส่วนออกไป ทำให้ภาพมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ต่อไป โดยใช้ตัวกรองข้อมูลเชิงพื้นที่แบบ GAUSSIAN Filter ดังแสดงขั้นตอนการปรับแก้เชิงรังสีดังภาพที่ 26



1. ข้อมูลภาพ PALSAR ต้นฉบับ



2. ข้อมูล PALSAR ที่ผ่านการทำ
วิธีการขยายแบบแบบเส้นตรง



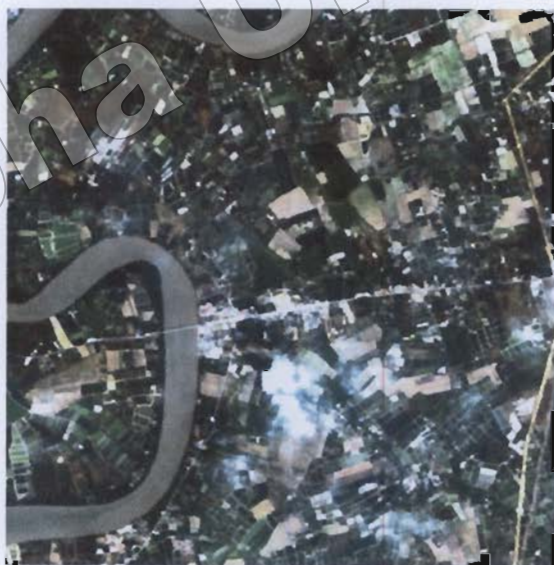
3. PALSAR ที่ผ่านการทำ GAUSSIAN Filter เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพ

ภาพที่ 26 ขั้นตอนการปรับแก้เชิงรังสีให้แก่ข้อมูลภาพถ่ายในระบบบันทึกข้อมูล
แบบ PALSAR

การผสมสีภาพ (Image Color Composite)

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาช่วงคลื่นที่มีความเหมาะสมต่อการแปลตีความสภาพพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้างของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกแบบ AVNIR-2 บันทึกภาพในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็นและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (0.42-0.89 μm) สามารถบันทึกภาพได้ 4 ช่วงคลื่น ได้แก่ แบนด์ 1 (0.42 – 0.50 μm), แบนด์ 2 (0.52 – 0.60 μm), แบนด์ 3 (0.61 – 0.69 μm) และ แบนด์ 4 (0.76 – 0.89 μm) มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 10 เมตร บันทึกภาพเมื่อวันที่ 13 มกราคม พ.ศ.2551 มาทำการผสมสีด้วยช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน 3 ช่วงคลื่นแทนในฟิลเตอร์แม่สี 3 สี ได้แก่ สีแดง (Red : R) สีเขียว (Green : G) และสีน้ำเงิน (Blue : B) โดยเลือกทำการผสมสีภาพทั้งสิ้น 3 ประเภท ได้แก่

1. ภาพสีผสมสีธรรมชาติ (Natural Color Composite : 3-2-1) หรือเรียกย่อว่า NCC เป็นการผสมสีข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยแทนช่วงคลื่นที่สายตามองเห็นด้วยฟิลเตอร์ตามแม่สีที่เรามองเห็นในธรรมชาติ โดยแทนแบนด์ 3, 2 และ 1 ด้วยฟิลเตอร์สีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามลำดับ ได้ผลลัพธ์เป็นภาพที่สามารถมองเห็นวัตถุได้ใกล้เคียงกับสายตามนุษย์จึงมองเห็นวัตถุในภาพมีสีสันทันไม่แตกต่างจากการใช้สายตามองมากนัก ตัวอย่างเช่น สีของข้อมูลที่เป็นพืชพรรณที่ปรากฏในภาพสีผสมสีธรรมชาติจะมีสีเขียวเหมือนที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ดังแสดงตามภาพที่ 27



ภาพที่ 27 ภาพสีผสมสีธรรมชาติจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS

2. ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ (Pseudo Natural Color Composite : 3-4-1) หรือเรียกย่อว่า PNCC เป็นการผสมสีข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมโดยแทนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ด้วยฟิลเตอร์สีเขียว ส่วนฟิลเตอร์สีแดงและสีน้ำเงินแทนด้วยช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น โดยภาพสีผสมที่ได้นี้จะมีลักษณะใกล้เคียงกับระดับสีจริงตามธรรมชาติ แตกต่างกันที่ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาตินี้จะมองเห็นพืชพรรณเป็นสีเขียวสดชัดเจนกว่าภาพสีผสมสีธรรมชาติ เนื่องจากการนำช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้มาแทนในช่วงฟิลเตอร์สีเขียวที่สายตามองเห็น ซึ่งคุณสมบัติของช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้นี้สามารถสะท้อนคลอโรฟิลล์ในพืชได้เป็นอย่างดี จึงมีความเหมาะสมสำหรับการจำแนกข้อมูลประเภทพืชพรรณได้อย่างชัดเจนมาก ดังแสดงตามภาพที่ 28



ภาพที่ 28 ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS

3. ภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite : 4-2-1) หรือเรียกย่อว่า FCC เป็นการผสมสีข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมโดยแทนช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ด้วยฟิลเตอร์สีแดง ส่วนฟิลเตอร์สีเขียวและสีน้ำเงินแทนด้วยช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น ทำให้ภาพสีผสมเท็จนี้มีความแตกต่างจากภาพสีผสมแบบสีธรรมชาติและภาพสีเทียมแบบสีธรรมชาติอย่างชัดเจน ซึ่งไม่มีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนในการนำช่วงคลื่นใดมาผสมสีกัน โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการจำแนกข้อมูลที่ต้องการเป็นหลัก ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกช่วงคลื่นที่ 4-2-1 มาใช้ในการผสมสี เนื่องจากข้อมูลภาพสีผสมที่ได้ มีความชัดเจนในการจำแนกพืชพรรณ และสิ่งปกคลุมพื้นดินได้เป็นอย่างดี โดยในภาพสีผสมจะปรากฏพืชพรรณเป็นสีแดง น้ำเงินดำ และพื้นที่ว่างเปล่าเป็นสีขาว ดังแสดงตามภาพที่ 29



ภาพที่ 29 ภาพสีผสมเท็จจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS

การหลอมข้อมูลภาพ (Pan-sharpening)

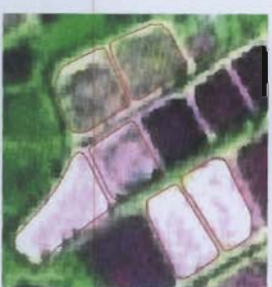
ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ที่ผ่านการปรับแก้เชิงเรขาคณิตและการปรับแก้เชิงรังสีแล้ว พบว่าข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกข้อมูลแบบ AVNIR-2 และ PALSAR มีความแตกต่างกันมากทางด้านคุณลักษณะ ทำให้ไม่สามารถใช้กระบวนการวิเคราะห์ร่วมกันได้ ผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องแยกขั้นตอนการหลอมข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ตามระบบบันทึกข้อมูลดังนี้

1. AVNIR-2

ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกภาพ AVNIR-2 บันทึกภาพในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็นและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ($0.42-0.89 \mu\text{m}$) มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 10 เมตร นับว่ามีรายละเอียดเชิงพื้นที่น้อยมาก ไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้ในการศึกษาการจำแนกข้อมูลสภาพพื้นที่บ่อเลี้ยงกุ้งที่ร้างได้อย่างชัดเจน จึงนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS มาทำการหลอมข้อมูลภาพกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกภาพ PRISM บันทึกภาพในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น ($0.52 - 0.72 \mu\text{m}$) มีรายละเอียดภาพเชิงพื้นที่สูงประมาณ 2.5 เมตร บันทึกภาพเมื่อวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2551 ได้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลภาพสีผสมที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงขึ้น (2.5 เมตร) และมีรายละเอียดเชิงคลื่นดั้งเดิม โดยใช้วิธีการหลอมข้อมูลภาพที่แตกต่างกันทั้งสิ้น 3 วิธีการ ได้แก่

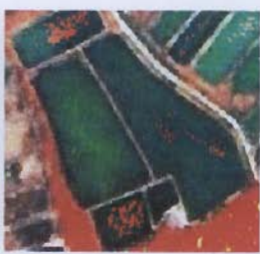
1.1 เทคนิคด้านสี : IHS Transformation (Intensity Hue Saturation) สามารถจำแนกประเภทบ่อน้ำทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยง บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่มีดินปูพาดย บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่ไม่มีน้ำขัง และบ่ออื่น ๆ ตามชนิดของภาพสีผสมได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ภาพการจำแนกบ่อน้ำทั้ง 4 ประเภทด้วยเทคนิคด้านสี

ประเภทบ่อ	NCC	PNCC	FCC
1. บ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยง			
2. บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่มีดินปูพาดย			
3. บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่ไม่มีน้ำขัง			
4. บ่ออื่น ๆ			

1.2 เทคนิคทางสถิติ : PCA Transformation (Principal Component Analysis) สามารถจำแนกประเภทบ่อน้ำทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยง บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้างที่มีดินรูปถาวย บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้างที่ไม่มีน้ำขัง และบ่ออื่น ๆ ตามชนิดของภาพสีผสมได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ภาพการจำแนกบ่อน้ำทั้ง 4 ประเภทด้วยเทคนิคทางสถิติ

ประเภทบ่อ	NCC	PNCC	FCC
1. บ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยง			
2. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้างที่มีดินรูปถาวย			
3. บ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้างที่ไม่มีน้ำขัง			
4. บ่ออื่น ๆ			

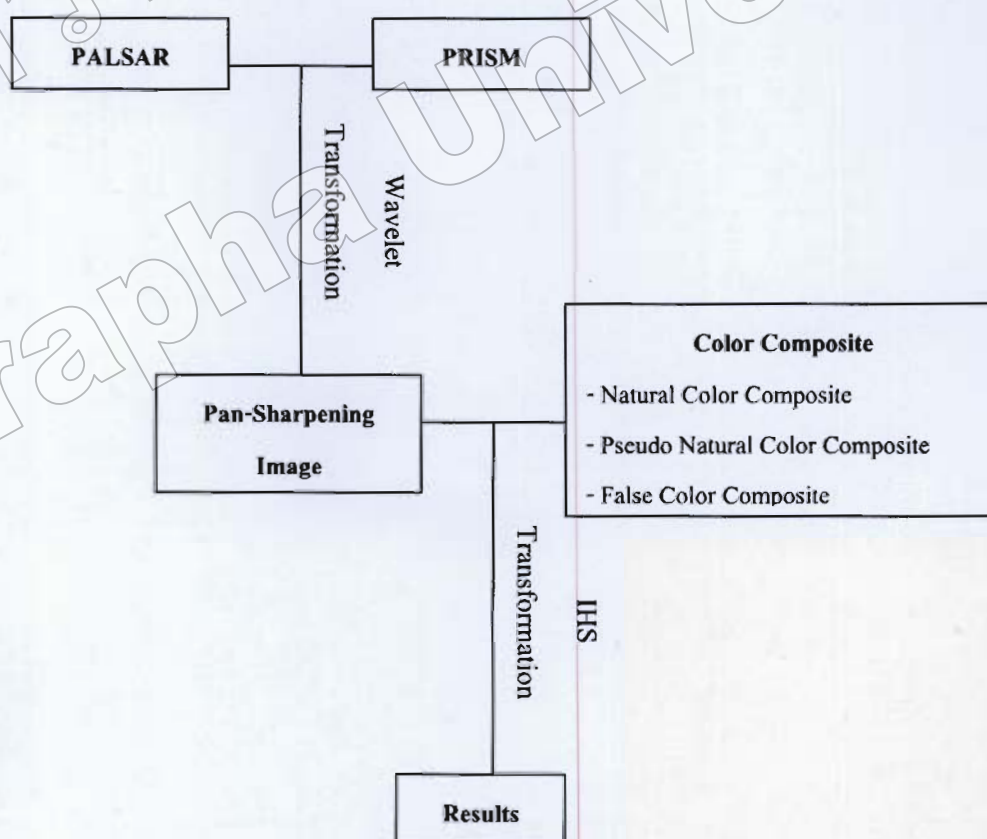
1.3 เทคนิคทางคณิตศาสตร์ : Brovey Transformation สามารถจำแนกประเภทบ่อน้ำ
ทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยง บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่มีต้นธูปฤาษี บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่ไม่มี
น้ำขัง และบ่ออื่น ๆ ตามชนิดของภาพสีผสมได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ภาพการจำแนกบ่อน้ำทั้ง 4 ประเภทด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์

ประเภทบ่อ	NCC	PNCC	FCC
1. บ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยง			
2. บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่มีต้นธูปฤาษี			
3. บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่ไม่มีน้ำขัง			
4. บ่ออื่น ๆ			

2. PALSAR

การหลอมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกภาพ PALSAR บันทึกภาพในช่วงคลื่นไมโครเวฟ (L-แบนด์ :1.27 GHz) ในโหมด Fine Resolution มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ประมาณ 10 เมตร สามารถบันทึกภาพทุกสภาพภูมิอากาศและบันทึกภาพได้ทุกช่วงเวลา บันทึกภาพเมื่อวันที่ 23 มิถุนายน พ.ศ.2550 นำมาทำการหลอมข้อมูลภาพกับข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกภาพ PRISM บันทึกภาพในช่วงคลื่นที่สายตามองเห็น (0.52 – 0.72 μm) มีรายละเอียดภาพเชิงพื้นที่สูงประมาณ 2.5 เมตร บันทึกภาพเมื่อวันที่ 13 มกราคม พ.ศ.2551 โดยใช้วิธีการหลอมข้อมูลภาพด้วยวิธีการแปลงแบบเวฟเล็ต (Wavelet Transformation) ได้ผลลัพธ์เป็นข้อมูลภาพระดับสีเทาที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่สูงขึ้น จากนั้นนำภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการหลอมข้อมูลด้วยวิธีการแปลงแบบเวฟเล็ตมาทำการหลอมด้วยเทคนิคการหลอมข้อมูลด้านสี (IHS Transformation) ด้วยภาพสีผสมจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ในระบบบันทึกข้อมูลแบบ AVNIR-2 เพื่อให้ข้อมูลภาพผลลัพธ์ท้ายสุดเป็นภาพสีที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ 2.5 เมตร ดังแสดงขั้นตอนการหลอมข้อมูลดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 ขั้นตอนการหลอมข้อมูลด้วยวิธีการแปลงแบบเวฟเล็ต

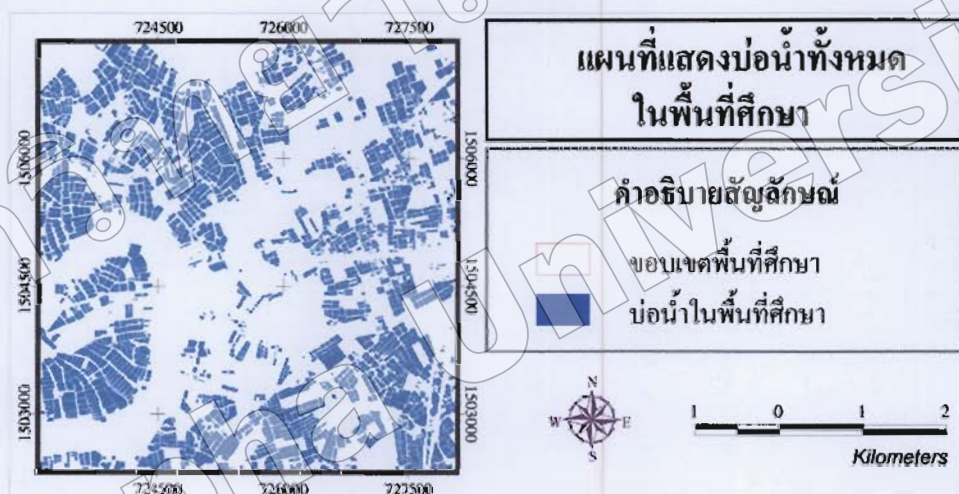
เทคนิคการแปลงเวฟเลต : Wavelet Transformation สามารถจำแนกประเภทบ่อน้ำทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ บ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยง บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งไร่ที่มีคันรูปถาวย บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งไร่ที่ไม่มีน้ำขัง และบ่ออื่น ๆ ตามชนิดของภาพสีผสมได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ภาพการจำแนกบ่อน้ำทั้ง 4 ประเภทด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเลต

ประเภทบ่อ	NCC	PNCC	FCC
1. บ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยง			
2. บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งไร่ที่มีคันรูปถาวย			
3. บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งไร่ที่ไม่มีน้ำขัง			
4. บ่ออื่น ๆ			

ผลการหลอมข้อมูลภาพ

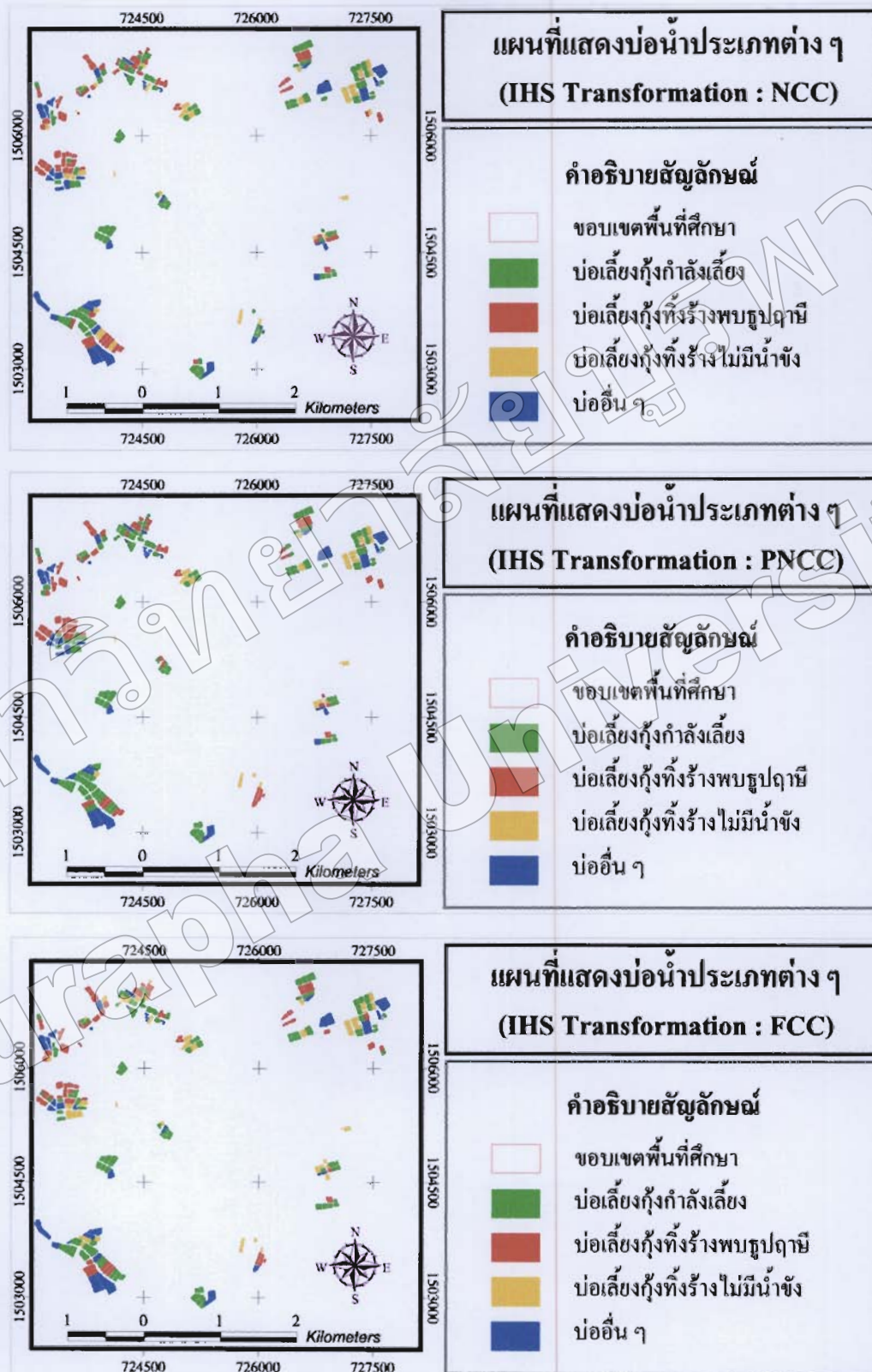
ข้อมูลภาพสีผสมที่ผ่านกระบวนการหลอมข้อมูลภาพเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ที่สูงขึ้น คือ มีรายละเอียดเชิงพื้นที่ที่ประมาณ 2.5 เมตร เช่นเดียวกับรายละเอียดเชิงพื้นที่ของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกแบบ PRISM โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกี่ยวข้องกับบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้างในพื้นที่ศึกษา โดยผลลัพธ์ที่ได้มาจากการจำแนกข้อมูลบ่อเลี้ยงกุ้งประเภทต่าง ๆ ในบริเวณที่สามารถเข้าไปตรวจสอบพื้นที่ได้จริงทุกบ่อ โดยมีจำนวนบ่อที่ได้ทำการสำรวจจากสนามทั้งสิ้น 312 บ่อ ดังแสดงในภาพที่ 32 จากจำนวนบ่อทั้งสิ้นในพื้นที่ศึกษา 2,890 บ่อ ดังแสดงในภาพที่ 31 คิดเป็นจำนวนบ่อที่ทำการศึกษาร้อยละ 10.80 ของจำนวนบ่อในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด เปรียบเทียบกับจำนวนบ่อที่ได้จากการจำแนกข้อมูลภาพที่ผ่านกระบวนการหลอมข้อมูลภาพทั้ง 12 วิธีการ ดังแสดงในภาพที่ 33 ถึง 36



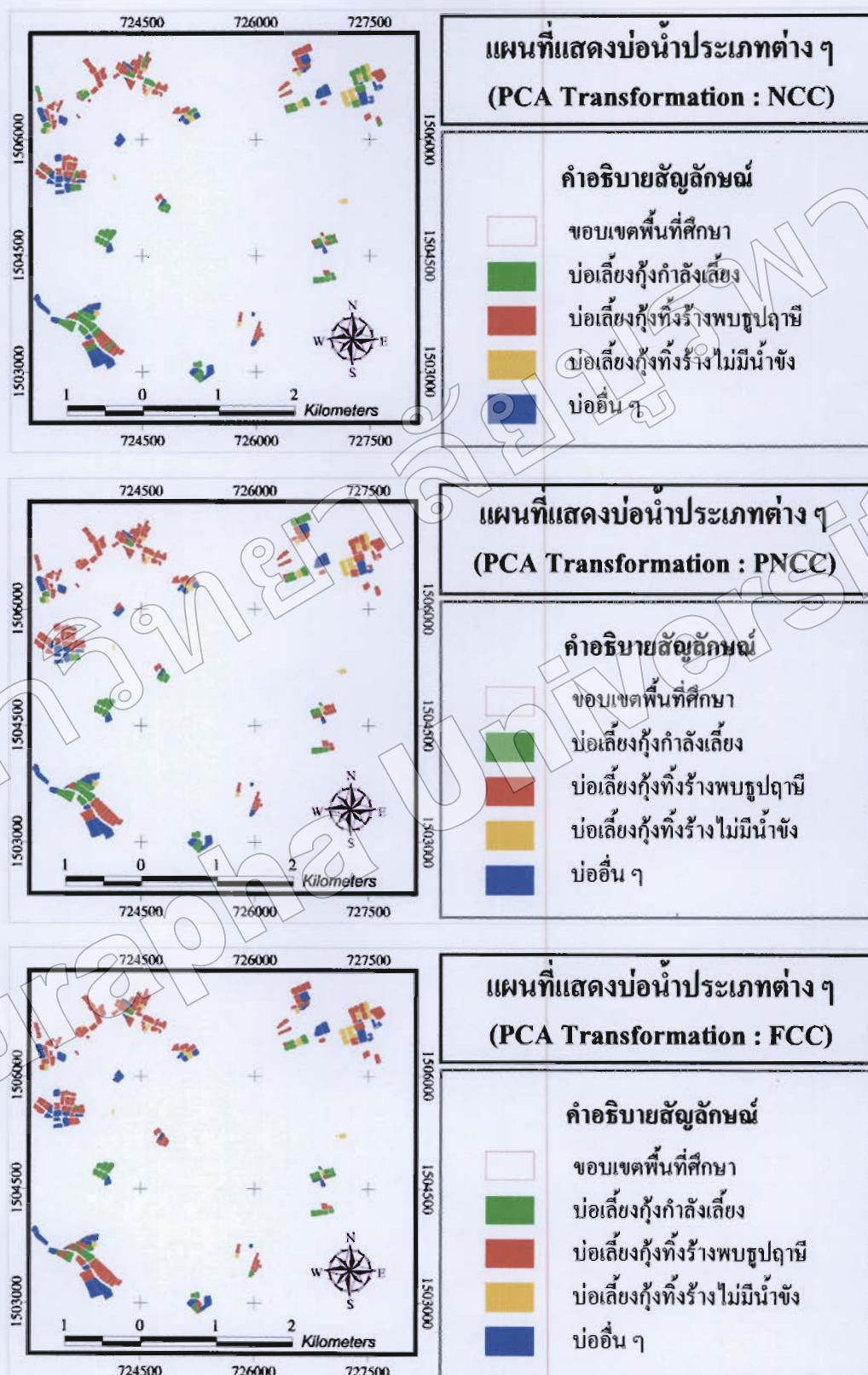
ภาพที่ 31 แผนที่ข้อมูลบ่อน้ำทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา



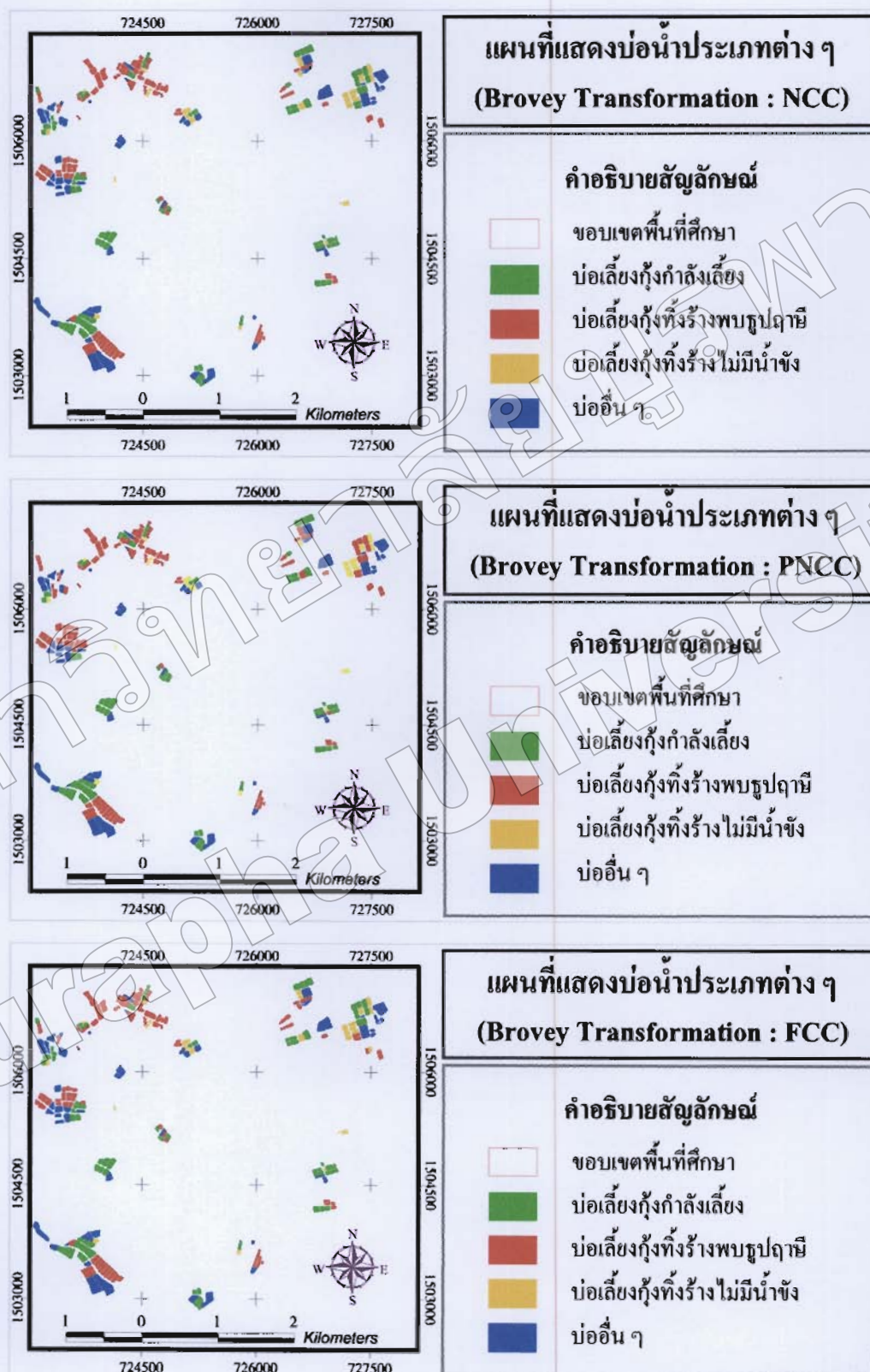
ภาพที่ 32 แผนที่ข้อมูลบ่อน้ำประเภทต่าง ๆ ที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม



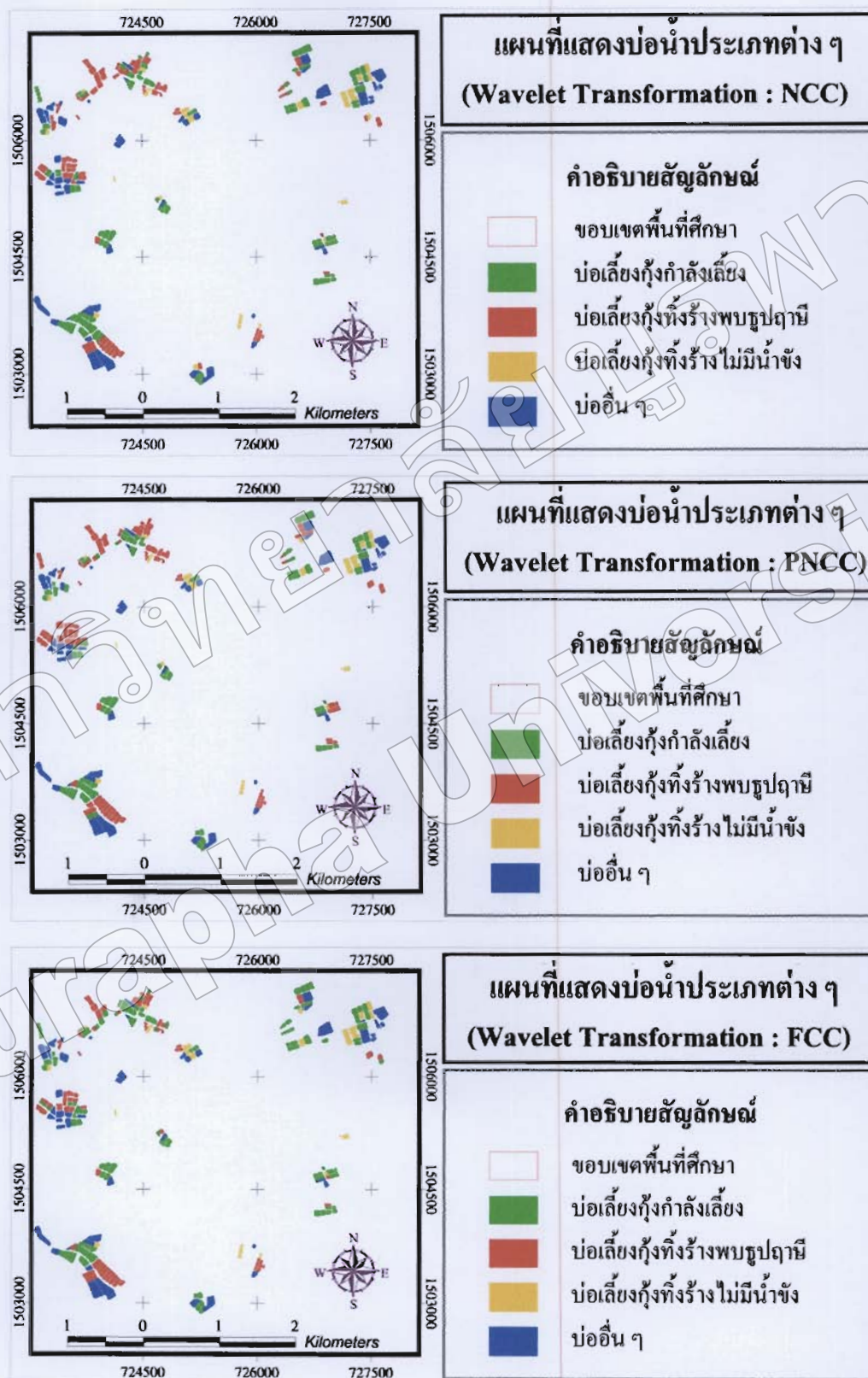
ภาพที่ 33 แผนที่ผลลัพธ์จากการจำแนกข้อมูลด้วยสายตาด้วยวิธี IHS Transformation



ภาพที่ 34 แผนที่ผลลัพธ์จากการจำแนกข้อมูลด้วยสายตาด้วยวิธี PCA Transformation



ภาพที่ 35 แผนที่ผลลัพธ์จากการจำแนกข้อมูลด้วยภาพถ่ายด้วยวิธี Brovey Transformation



ภาพที่ 36 แผนที่ผลลัพธ์จากการจำแนกข้อมูลด้วยสายตาดำวิธี Wavelet Transformation

การเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละวิธีการหลอมข้อมูล

การเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการแปลงข้อมูลภาพที่ผ่านกระบวนการหลอมข้อมูลในแต่ละประเภทภาพสี่ผสมด้วยการทดสอบแบบไคสแควร์ (Chi-square test) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบทางสถิติวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการทดสอบกับข้อมูลเชิงคุณภาพหรือข้อมูลเชิงจำแนกประเภท เพื่อทดสอบความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงข้อมูลภาพสี่ผสมที่ผ่านการหลอมข้อมูลด้วยเทคนิคการหลอมข้อมูลภาพที่แตกต่างกันเป็นจำนวนทั้งสิ้น 12 ภาพ โดยการนำข้อมูลบ่อน้ำทั้ง 4 ประเภทที่ได้จากการจำแนกด้วยสายตามาทำการทดสอบค่าสถิติด้วยการทดสอบแบบไคสแควร์เปรียบเทียบ ด้วยค่าของข้อมูลบ่อน้ำทั้ง 4 ประเภทในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการสำรวจภาคสนามจริง ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบผลการแปลงข้อมูลภาพสี่ผสมที่ผ่านกระบวนการหลอมข้อมูลภาพ

Fused	Color Composite	บ่อเลี้ยงกุ้ง กำลังเลี้ยง	บ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง ร้างพบรูปปลา	บ่อเลี้ยงกุ้งทั้ง ร้างแห้ง	บ่ออื่นๆ	P-value
Survey	-	103	127	18	64	-
IHS	NCC	119	96	49	48	.037*
	PNCC	133	97	36	46	.024*
	FCC	119	92	60	41	.047*
	NCC	90	141	29	52	.000*
PCA	PNCC	55	188	29	40	.000*
	FCC	39	193	29	51	.000*
	NCC	95	124	33	60	.018*
Brovey	PNCC	81	145	30	56	.031*
	FCC	91	128	33	60	.023*
	NCC	109	105	38	60	.006*
Wavelet	PNCC	98	123	35	56	.080
	FCC	134	82	36	60	.015*

NCC = ภาพสี่ผสมสีธรรมชาติ

PNCC = ภาพสี่ผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ

FCC = ภาพสี่ผสมเท็จ

* ค่า P-value < .05

จากตารางที่ 13 พบว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบแบบไคสแควร์ ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ (PNCC) ที่ผ่านกระบวนการหลอมข้อมูลแบบ Wavelet Transformation มีค่าความน่าจะเป็นมากกว่า .05 แสดงว่า ความน่าจะเป็นของการแปลข้อมูลภาพเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม พบว่ามีความสัมพันธ์กัน ($p > .05$)

ส่วนภาพสีผสมที่ผ่านกระบวนการหลอมข้อมูล IHS Transformation, PCA Transformation, Brovey Transformation และ Wavelet Transformation (ยกเว้น PNCC) ล้วนที่ค่าความน่าจะเป็นน้อยกว่า .05 แสดงว่า ความน่าจะเป็นของผลการแปลข้อมูลภาพสีผสมที่ผ่านกระบวนการหลอมข้อมูลภาพเปรียบเทียบกับข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน ($p < .05$)

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการออกสำรวจพื้นที่ภาคสนามในพื้นที่ศึกษาเพื่อนำข้อมูลมาอ้างอิงกับการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกี่ยวข้องกับบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้างในพื้นที่ศึกษาที่ปรากฏในภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ผ่านกระบวนการหลอมข้อมูลภาพและการปรับแก้เชิงรังสีด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลผลข้อมูลจากภาพถ่ายจากดาวเทียมในแต่ละวิธีการหลอมข้อมูล (ภาคผนวก ข) ได้ผลสรุปการเปรียบเทียบดังตารางที่ 14 และตารางที่ 15

ตารางที่ 14 การเปรียบเทียบผลการแปลงข้อมูล จำแนกตามประเภทของภาพสีผสมในแต่ละวิธีการ
การหลอมข้อมูลภาพ

Accuracy	IHS	PCA	Brovey	Wavelet
บ่อเลี้ยงกุ้งกำลังเลี้ยง	PNCC (67.98)	NCC (48.54)	NCC (55.34)	FCC (66.99)*
บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่มีต้น รูปถ่าย	PNCC (65.35)	PNCC (90.55)*	PNCC (78.74)	PNCC (77.95)
บ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่ไม่มี น้ำขัง	NCC (83.33)*	All (61.11)	NCC&FCC (72.22)	All (72.22)
บ่ออื่นๆ	NCC (32.81)	NCC&FCC (42.19)	All (43.75)*	All (43.75)*
Total	PNCC (58.65)	PNCC (60.58)	PNCC (62.50)	PNCC (63.78)*

NCC = ภาพสีผสมสีธรรมชาติ

PNCC = ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ

FCC = ภาพสีผสมเท็จ

* ค่าความถูกต้องมากที่สุด (ร้อยละ)

1. การเปรียบเทียบผลการแปลงข้อมูล จำแนกตามประเภทของภาพสีผสมในแต่ละวิธีการ หลอมข้อมูลภาพ

1.1 ภาพสีผสมสีธรรมชาติ (Natural Color Composite)

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยงด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ตมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 57.28 ร้อยลงมา ได้แก่ เทคนิคทางคณิตศาสตร์, เทคนิคด้านสี และเทคนิคทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 55.34, 54.37 และ 48.54 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งรังที่มีต้นรูปถ่ายด้วยเทคนิคทางสถิติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 77.17 ร้อยลงมา ได้แก่ เทคนิคทางคณิตศาสตร์, เทคนิคการแปลงเวฟเล็ต และเทคนิคด้านสี มีค่าเท่ากับ 70.08, 64.57 และ 55.12 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร่างที่ไม่มีน้ำขังด้วยเทคนิคด้านสีมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 83.33 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เทคนิคการแปลงเวฟเล็ต มีค่าเท่ากับ 72.22 และเทคนิคทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 61.11 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่ออื่น ๆ ด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์และเทคนิคการแปลงเวฟเล็ตมีค่าความถูกต้องมากที่สุดเท่ากัน คือ 43.75 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางสถิติ เทคนิคด้านสี มีค่าเท่ากับ 42.19 และ 32.81 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งประเภทต่าง ๆ ด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์มีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 59.94 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางสถิติ เทคนิคการแปลงเวฟเล็ต และเทคนิคด้านสี มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 59.62, 58.33 และ 51.92 ตามลำดับ

1.2 ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ (Pseudo Natural Color Composite)

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยงด้วยเทคนิคด้านสีมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 67.96 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคการแปลงเวฟเล็ต เทคนิคทางคณิตศาสตร์ และเทคนิคทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 57.28, 53.40 และ 40.78 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร่างที่มีต้นรูปถ่ายด้วยเทคนิคทางสถิติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 90.55 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เทคนิคการแปลงเวฟเล็ต และเทคนิคด้านสี มีค่าเท่ากับ 78.74, 77.95 และ 65.35 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร่างที่ไม่มีน้ำขังด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ตมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 72.22 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 66.67 และเทคนิคด้านสีมีค่าเท่ากับเทคนิคด้านทางสถิติ คือ 61.11 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่ออื่น ๆ ด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์และเทคนิคการแปลงเวฟเล็ตมีค่าความถูกต้องมากที่สุดเท่ากัน คือ 43.75 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางสถิติ เทคนิคด้านสี มีค่าเท่ากับ 32.81 และ 29.69 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งประเภทต่าง ๆ ด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ตมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 63.78 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เทคนิคทางสถิติ และเทคนิคด้านสี มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 62.50, 60.58 และ 58.65 ตามลำดับ

1.3 ภาพสีผสมเท็จ (False Color Composite)

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยงด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเล็ตมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 66.99 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคด้านสี เทคนิคทางคณิตศาสตร์ และเทคนิคทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 57.28, 51.46 และ 26.21 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้างที่มีต้นรูปถ่ายด้วยเทคนิคทางสถิติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 85.04 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เทคนิคด้านสี และเทคนิคการแปลงเวฟเลต มีค่าเท่ากับ 69.29, 59.84 และ 57.48 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้างที่ไม่มีน้ำขังด้วยเทคนิคด้านสีมีค่าความถูกต้องมากที่สุดเท่ากัน คือ 77.78 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางคณิตศาสตร์และเทคนิคการแปลงเวฟเลต มีค่าเท่ากัน คือ 72.22 และเทคนิคทางสถิติ มีค่าเท่ากับ 61.11 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่ออื่น ๆ ด้วยเทคนิคทางคณิตศาสตร์และเทคนิคการแปลงเวฟเลตมีค่าความถูกต้องมากที่สุดเท่ากัน คือ 43.75 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางสถิติและเทคนิคด้านสี มีค่าเท่ากับ 42.19 และ 28.13 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งประเภทต่าง ๆ ด้วยเทคนิคการแปลงเวฟเลตมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 58.65 รองลงมา ได้แก่ เทคนิคทางคณิตศาสตร์ เทคนิคทางสถิติ และเทคนิคด้านสี มีค่าความถูกต้องเท่ากับ 58.33, 55.45 และ 53.53 ตามลำดับ

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบผลการแปลงข้อมูล จำแนกตามวิธีการหลอมข้อมูลภาพ
ในแต่ละประเภทของภาพสีผสม

Accuracy	NCC	PNCC	FCC
บ่อกำลังเลี้ยง	Wavelet (57.28)	IHS (67.96)	Wavelet (66.99)
บ่อทิ้งร้าง (ต้นรูปถาขี้)	PCA (77.17)	PCA (90.55)	PCA (85.04)
บ่อทิ้งร้าง (แห้ง)	IHS (83.33)	Wavelet (72.22)	IHS (77.78)
บ่ออื่น ๆ	Brovey&Wavelet (43.75)	Brovey&Wavelet (43.75)	Brovey&Wavelet (43.75)
Total	Brovey (59.94)	Wavelet (63.78)	Wavelet (58.65)

NCC = ภาพสีผสมสีธรรมชาติ

PNCC = ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ

FCC = ภาพสีผสมเท็จ

* ค่าความถูกต้องมากที่สุด (ร้อยละ)

2. การเปรียบเทียบผลการแปลงข้อมูล จำแนกตามวิธีการหลอมข้อมูลภาพ

ในแต่ละประเภทของภาพสีผสม

การศึกษาการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทิ้งร้าง กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัด

ฉะเชิงเทรา โดยการนำภาพถ่ายจากดาวเทียม ALOS ระบบบันทึกข้อมูล AVNIR-2 มาทำการหลอม
ข้อมูลภาพด้วยวิธีที่แตกต่างกัน พบว่า

2.1 เทคนิคด้านสี : IHS Transformation (Intensity Hue Saturation)

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยงด้วยภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติมีค่าความ
ถูกต้องมากที่สุด คือ 67.96 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเท็จ และภาพสีผสมสีธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ
57.28 และ 54.37 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้างที่มีต้นรูปถั่วด้วยภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 65.35 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเท็จ และภาพสีผสมสีธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 59.84 และ 55.12 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้างที่ไม่มีน้ำขังด้วยภาพสีผสมสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 83.33 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเท็จ และภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 77.78 และ 61.11 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่ออื่น ๆ ด้วยภาพสีผสมสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 32.81 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ และภาพสีผสมเท็จ มีค่าเท่ากับ 29.69 และ 28.13 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งประเภทต่าง ๆ ด้วยภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 58.65 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเท็จ และภาพสีผสมสีธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 53.53 และ 51.92 ตามลำดับ

2.2 เทคนิคทางสถิติ : PCA Transformation (Principal Component Analysis)

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยงด้วยภาพสีผสมสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 48.54 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเท็จ และภาพสีผสมเท็จ มีค่าเท่ากับ 40.78 และ 26.21 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้างที่มีต้นรูปถั่วด้วยภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 90.55 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเท็จ และภาพสีผสมสีธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 85.04 และ 77.17 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งทั้งร้างที่ไม่มีน้ำขังด้วยภาพสีผสมทั้ง 3 แบบมีค่าความถูกต้องเท่ากัน คือ 61.11

ผลการจำแนกบ่ออื่น ๆ ด้วยภาพสีผสมสีธรรมชาติและภาพสีผสมเท็จมีค่าความถูกต้องมากที่สุดเท่ากัน คือ 42.19 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 32.81

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งประเภทต่าง ๆ ด้วยภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 60.58 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมสีธรรมชาติและภาพสีผสมเท็จ มีค่าเท่ากับ 59.62 และ 55.45 ตามลำดับ

2.3 เทคนิคทางคณิตศาสตร์ : Brovey Transformation

ผลการจำแนกบ่อเลี้ยงกุ้งที่กำลังเลี้ยงด้วยภาพสีผสมสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 55.34 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ และภาพสีผสมเท็จมีค่าเท่ากับ 53.40 และ 51.46 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเสียงกึ่งทั้งร่างที่มีต้นรูปถาวยด้วยภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 78.74 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมสีธรรมชาติ และภาพสีผสมเท้ง มีค่าเท่ากับ 70.08 และ 69.29 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเสียงกึ่งทั้งร่างที่ไม่มีน้ำขังด้วยภาพสีผสมสีธรรมชาติและภาพสีผสมเท้งมีค่าความถูกต้องมากที่สุดเท่ากัน คือ 72.22 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 66.67

ผลการจำแนกบ่ออื่น ๆ ด้วยภาพสีผสมทั้ง 3 แบบ มีค่าความถูกต้องเท่ากันคือ 43.75

ผลการจำแนกบ่อเสียงกึ่งประเภทต่าง ๆ ด้วยภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 62.50 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมสีธรรมชาติ และภาพสีผสมเท้ง มีค่าเท่ากับ 59.94 และ 58.33 ตามลำดับ

2.4 เทคนิคการแปลงเวฟเลต : Wavelet Transformation

ผลการจำแนกบ่อเสียงกึ่งที่กำลังเสียงด้วยภาพสีผสมเท้งมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 66.99 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติและภาพสีผสมเท้ง มีค่าเท่ากับ 57.28

ผลการจำแนกบ่อเสียงกึ่งทั้งร่างที่มีต้นรูปถาวยด้วยภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 77.95 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมสีธรรมชาติ และภาพสีผสมเท้ง มีค่าเท่ากับ 64.57 และ 57.48 ตามลำดับ

ผลการจำแนกบ่อเสียงกึ่งทั้งร่างที่ไม่มีน้ำขังด้วยภาพสีผสมทั้ง 3 แบบ มีค่าความถูกต้องเท่ากัน คือ 72.22

ผลการจำแนกบ่ออื่น ๆ ด้วยภาพสีผสมทั้ง 3 แบบ มีค่าความถูกต้องเท่ากันคือ 43.75

ผลการจำแนกบ่อเสียงกึ่งประเภทต่าง ๆ ด้วยภาพสีผสมเทียมแบบสีธรรมชาติมีค่าความถูกต้องมากที่สุด คือ 63.78 รองลงมาได้แก่ ภาพสีผสมเท้ง และภาพสีผสมสีธรรมชาติ มีค่าเท่ากับ 58.65 และ 58.33 ตามลำดับ