บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ในการทำการทดลองวิทยานิพนธ์เรื่อง "การเปรียบเทียบค่างานพิมพ์บนโลหะกับค่ามาตรฐาน ISO 12647-2 เพื่อการจัดการสีสำหรับการปรู๊ฟระบบดิจิตอล" สามารถสรุปอภิปราย และมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ค่าความดำ (Density)

วัดจากงานพิมพ์ที่มีค่าความดำต่างกัน 3 ระดับกับค่าความแตกต่างของสี (ΔE_{ab}) พบว่าค่าความดำที่ระดับ Standard คือ C = 1.26, M = 1.21, Y = 1.14 และค่า K = 1.44 มีค่าอยู่ในขอบเขตที่โรงพิมพ์กำหนดไว้ (In-house Standard) คือผิดพลาดได้ไม่เกินสีละ 0.1 และมีค่า ΔE_{ab} เท่ากับ 7.77 ดังตารางที่ 4.3 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าสีมาตรฐาน FOGRA39 มากที่สุด คือ ΔE_{ab} ไม่เกิน 5

5.1.2 คุณภาพงานพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์โลหะ

5.1.2.1 ความแตกต่างขอบเขตการผลิตสี(Color Gamut)ของงานพิมพ์แผ่นโลหะที่มีค่าความดำ (Density) ต่างกัน 3 ระดับ กับขอบเขตการผลิตสีของมาตรฐาน FOGRA39 พบว่าขอบเขตการผลิต สีของงานพิมพ์แผ่นโลหะมีขอบเขตสีแคบกว่า เมื่อเทียบกับขอบเขตการผลิตสีของมาตรฐาน FOGRA 39 ที่มีขอบเขตสีกว้างกว่า ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งทำให้งานพิมพ์ที่ได้จะมีสีที่แตกต่างกัน

5.1.2.2 มาตรฐานค่าสีวัสดุรองพิมพ์ ค่าสีขาวของแผ่นโลหะมีค่าความสว่างของสี (L*) เกินช่วงการยอมรับ ดังตารางที่ 4.2 ทำให้ความสว่างของสีขาวบนแผ่นโลหะมีมากกว่า ความสว่าง ของสีขาวบนแผ่นกระดาษประเภทที่ 1 ซึ่งค่าสีขาวของแผ่นโลหะที่ใช้เป็นวัสดุรองพิมพ์ ยังไม่ได้ตามมาตรฐาน ISO 12647-2

5.1.2.3 ค่าการจับหมึก (Trapping) งานพิมพ์แผ่นโลหะที่มีค่าความดำ (Density) ต่างกัน 3 ระดับ ถ้าค่าความดำสูงขึ้นค่าการจับหมึกหรือค่าการซ้อนทับก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งจากทดลองทั้ง 3 ตัวอย่างนั้นอยู่ในเกณฑ์ดี

5.1.2.4 ค่าความเพี้ยนของสีหมึก และค่าความเป็นเทา (Hue error & Grayness) สี Magenta มีค่าความเพี้ยนสี (Hue error) เกินกว่าค่าที่เหมาะสม ซึ่งค่าเหมาะสมอยู่ที่ 46% ดังรูปที่ 4.4 ซึ่งหมายความว่าในสี Magenta จะมีสี Cyan และ Yellow ปนมาด้วย จึงทำให้ค่า Hue error เกินกว่าค่าที่เหมาะสม และสี Cyan เป็นสีที่มีค่าความเป็นเทา (Grayness) เกินกว่าค่าที่เหมาะสม ซึ่งค่าเหมาะสมอยู่ที่ 14% ดังรูปที่ 4.5 การวัดค่าทั้งสองนี้จะช่วยบอกถึงคุณสมบัติของหมึกพิมพ์ที่ใช้ เนื่องจากโรงพิมพ์บรรจุ ภัณฑ์โลหะต้องการสีที่พิเศษกว่า

5.1.2.5 ค่าเม็ดสกรีนบวม (% Dot gain) จากรูปที่ 4.6-4.9 ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain) แปรผันตามค่าความดำ (Density) กล่าวคืองานพิมพ์ที่มีค่าความดำ (Density) มาก ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain) ก็จะมากตามไปด้วย ในทางเดียวกันงานพิมพ์ที่มีค่าความดำ (Density) น้อย ค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain) ก็จะน้อยเช่นเดียวกัน ดังนั้นค่าความดำ (Density) ส่งผลต่อค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain) โดยตรงดังรูปที่ 4.6 – 4.9 สี Yellow มีค่าเม็ดสกรีนบวม (Dot gain) มากที่สุด แต่ก็ยังอยู่ในช่วงการยอมรับได้และค่า Tone Value Increase (TVI) ที่ดีที่สุด คือ สีม่วงแดง (Magenta) และสีดำ (Black)

5.1.2.6 การจัดการสีที่ได้มีค่าความแตกต่างสีที่ได้คือ 2.03 ในแผ่นที่ทำการจัดการสีซึ่งเป็นค่าที่ตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้แล้ว ส่วนแผ่นที่ไม่ได้ทำการจัดการสีนั้นได้ค่า 13.7 ซึ่งสามารถแยกความแตกต่างของสีได้ด้วยตาเปล่า

5.2 อภิปรายผล

จากการทดลองหาค่าความดำที่เหมาะสมในการพิมพ์บรรจุภัณฑ์โลหะ จำเป็นต้องหาค่า ความแตกต่างสี (ΔE_{ab}) มาวิเคราะห์เทียบกับค่าความดำ (Density) ที่ภายใต้สภาวะการทำงานจริงของโรงพิมพ์ (In-house Standard) โดยพิมพ์ด้วยค่าความดำ 3 ระดับ คือ ระดับน้อยกว่ามาตรฐาน (Minimum), ระดับมาตรฐาน (Standard) และระดับมากกว่ามาตรฐาน (Maximum) แต่ละระดับมีค่าความดำต่างกัน 0.1 พบว่างานพิมพ์ที่มีค่าความดำที่ระดับน้อยกว่ามาตรฐาน (Minimum) และระดับมากกว่ามาตรฐาน (Maximum) มีค่าความแตกต่างสี (ΔE_{ab}) สูง ส่วนงานพิมพ์ที่มีค่าความดำระดับมาตรฐาน (Standard) จะมีค่าความแตกต่างสี (ΔE_{ab}) น้อย ดังรูปที่ 4.10 เนื่องจากค่าความดำที่น้อยเกินไป หรือมากเกินไปจะทำให้ค่าความแตกต่างสี (ΔE_{ab}) มีมาก จึงควรกำหนดค่าความดำที่เหมาะสม ซึ่งในที่นี้คือค่าความดำระหว่างระดับน้อยกว่ามาตรฐาน (Minimum) ถึงระดับมากกว่ามาตรฐาน (Maximum) ดังรูปที่ 4.10 เพื่อให้ได้ค่าความแตกต่างสี ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานให้มากที่สุด โดยการหาค่า ความแตกต่างสีนั้นต้องใช้การจัดการสีแบบใช้มาตรฐานไอซีซี ระหว่าง มาตรฐานไอซีซี FOGRA39 เทียบกับ มาตรฐานไอซีซีของงานพิมพ์แผ่นโลหะที่มีค่าความดำ (Density) ระดับมาตรฐาน (Standard) ซึ่งพบว่ามี ค่าความ แตกต่างสี (ΔE_{ab}) เท่ากับ 4.54 จากค่ามาตรฐานสากล ค่าความแตกต่างสีที่สามารถยอมรับได้อยู่

ระหว่าง 0 - 1 ซึ่งเป็นค่าที่ตามนุษย์ไม่ สามารถเห็นความแตกต่างสีได้ และค่าความแตกต่างสีที่ตามนุษย์ สามารถเห็นความแตกต่างของสีได้เล็กน้อย ซึ่งยังเป็นค่าที่มาตรฐานสากลยังสามารถยอมรับได้มีค่าอยู่ ระหว่าง 2 - 3 แต่ถ้าค่าความแตกต่างสีรวมมีค่าเท่ากับ 4 - 5 นั้นเป็นค่าที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นถึง ความแตกต่างของสีระหว่างงานพิมพ์ทั้ง 2 ชนิดได้ ซึ่งตามมาตรฐานสากล แล้วไม่สามารถยอมรับได้ จึงถือว่างานพิมพ์แผ่นโลหะที่มีค่าความดำ (Density) ระดับมาตรฐาน Standard ที่นำมาศึกษานี้ยังไม่ได้ ตามมาตรฐานสากลที่กำหนดเนื่องจากการวิเคราะห์ค่าตัวแปร (Parameter) ที่ได้จากการวัดคุณภาพ งานพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์โลหะมีค่าตัวแปร (Parameter) บางค่า ที่ส่งผลต่อค่าความแตกต่างสี (ΔE_{ab}) ที่เกิดขึ้นในข้างต้น ได้แก่

ค่าสีขาวของแผ่นโลหะมีค่าความสว่างของสี (L*) เกินช่วงการยอมรับ ทำให้ความสว่างของ สีขาวบนแผ่นเหล็กมีมาก เนื่องจากการเลือกใช้สีพิมพ์ปูพื้น เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้งานพิมพ์ มีสีที่ ผิดเพี้ยนไป ทำให้ได้ค่าความแตกต่างของสี (ΔE_{ab}) ที่ผิดเพี้ยนไป

ค่าการจับหมึก (Ink Trapping) ของทั้ง 3 ระดับ อยู่ในเกณฑ์ดีเนื่องจากการพิมพ์โลหะเป็นการ พิมพ์แบบทิ้งให้แห้งก่อนแล้วค่อยพิมพ์ (Wet on dry) หมึกพิมพ์สีที่หนึ่งซึ่งแห้งจะจับหมึกพิมพ์สีที่ สองได้ดีกว่าแบบพิมพ์อย่างต่อเนื่องโดยไม่รอให้แห้ง (Wet on wet)

ค่าความเพี้ยนของสีหมึกและค่าความเป็นเทา (Hue error & Grayness) จากผลการทดลองที่ได้ สีม่วงแดง (Magenta) มีค่าความเพี้ยนของสีหมึก (Hue error) เกินกว่าค่าที่เหมาะสม และสีฟ้า (Cyan) เป็นสีที่มีค่าความเป็นเทา (Grayness) เกินกว่าค่าที่เหมาะสม เนื่องจาก การเลือกใช้หมึกที่นำมาทำการ พิมพ์จึงทำให้ส่งผลต่อค่าความแตกต่างของสี (ΔE_{ab}) โดยจะทำให้ค่าสีที่วัดได้ผิดเพี้ยนไป

ส่วนค่าเม็ดสกรีนบวมที่เกิดขึ้นนั้นส่วนใหญ่น้อยกว่าเกรด A ซึ่งถือว่าเกิดน้อยมาก เป็นเพราะ การพิมพ์บนแผ่นโลหะนั้นจะไม่เกิดการดูดซับ (Adsorb) ของตัวหมึกเหมือนกับที่พิมพ์บนกระดาษ

อีกปัญหาที่พบค่อนข้างมากนั้นคือ ความผิดเพี้ยนของสีซึ่งเกิดขึ้นจากหลาย ๆ ปัจจัย ได้แก่ ทางสถานประกอบการไม่ได้นำระบบการจัดการสีเข้ามาช่วยในกระบวนการทำงาน และไม่มีการระบุโปรไฟล์สีก่อนที่จะทำการปรู๊ฟงาน ดังนั้นการสร้างระบบการจัดการสี เพื่อที่จะเลือกใช้โปรไฟล์ให้เหมาะสมกับงานพิมพ์จะสามารถช่วยลดปัญหาความผิดเพี้ยนของสีงานพิมพ์ได้ ซึ่งในการดำเนินการสร้างระบบการจัดการสีได้เกิดปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ได้แก่ การขาดความรู้ความเข้าใจของพนักงาน ในสถานประกอบการในเรื่องของความหมายของระบบการจัดการสี ความสำคัญของการใช้ระบบการ จัดการสีตลอดจนประโยชน์ที่ได้จากการทำระบบการจัดการสี ดังนั้นจึงต้องมีการทำเข้าใจ

พื้นฐานเกี่ยว กับความรู้เรื่องระบบการจัดการสี เพื่อให้ทุกคนตระหนักถึงความสำคัญและเต็มใจให้ความร่วมมือ

ในการศึกษาและสร้างระบบการจัดการสีในครั้งนี้ พบว่ามีโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการ สร้างระบบการจัดการสีอยู่หลากหลายโปรแกรม ตัวอย่างเช่น โปรแกรม GMG, โปรแกรม ORIS และโปรแกรม EFI ซึ่งในการทดลองในครั้งนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Oris color tuner เนื่องจากเป็นโปรแกรม ที่มีการพัฒนาและปรับปรุงออกมาใหม่ ทำให้สามารถทำความเข้าใจขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ได้ง่ายและรวดเร็ว นอกจากนี้โปรแกรมยังมีการคำนวณค่าความแตกต่างสี (ΔE_{ab}) ให้โดยอัตโนมัติและ สามารถบีบอัดไฟล์ได้หลายครั้ง ทำให้สามารถได้งานพิมพ์ที่ใกล้เคียงกับต้นฉบับหรือมาตรฐานที่ กำหนดไว้มากที่สุด

ระบบจัดการสีสำหรับการหามาตรฐานงานพิมพ์ และจัดการสีบนวัสดุพิมพ์ประเภทโลหะได้ ทำการประเมินผลประสิทธิภาพของระบบการจัดการสีที่สร้างขึ้นโดยทำการพิมพ์แผ่นทดสอบ (Test Chart) ECI2002 ด้วยเครื่องพิมพ์ปรู๊ฟเพื่อใช้เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบคุณภาพของเฉดสีของอุปกรณ์เครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก (Ink jet) แล้วจึงนำตาราง ECI2002 มาทำการวัดค่าสีเพื่อให้ได้ขอบเขตสี และ ได้โปรไฟล์ของเครื่องพิมพ์เป็นตามที่ต้องการ จากนั้นทำการพิมพ์แผ่นทดสอบ (Test Chart) ECI2002 ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก เพื่อนำตาราง ECI2002 มาวัดค่าขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึกทำการเปรียบเทียบขอบเขตสีของเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก และคำนวณหาค่าความแตกต่างสี (ΔEab) ผ่านโปรแกรมการจัดการสีโปรแกรม Oris color tuner ซึ่งได้ค่าความแตกต่างสี (ΔEab) เท่ากับ 2.03 ซึ่งเป็นค่าใกล้เคียงกับค่า standard จากแท่นพิมพ์ปรู๊ฟ คือ 4.54

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ปัจจุบันมีการใช้งานเครื่องพิมพ์ออฟเซต ที่หมึกสามารถแห้งตัวด้วยรังสี UV มากขึ้นทำให้ เครื่องพิมพ์โลหะในปัจจุบันไม่ต้องผ่านหน่วยอบแห้งที่ต้องใช้ความสูงในการอบ เนื่องจากความ ร้อนจะทำ ให้ค่า สีขาวที่พิมพ์ปูพื้นไว้ มีการเพี้ยนเป็นสีเหลืองได้ งานพิมพ์ที่พิมพ์จากระบบ UV จึงมีสีที่สดใสมากกว่า จึงควรมีการทำการทดลองเกี่ยวกับระบบจัดการสีบนแผ่นโลหะสำหรับเครื่องพิมพ์ออฟเซต UV เพื่อ ช่วยลดระยะเวลา และเพิ่มคุณภาพของงานพิมพ์ต่อไป

5.3.2 ข้อเสนอแนะการนำไปใช้

5.3.2.1 การจะนำงานพิมพ์ไปใช้เพื่อการจัดการสี ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจำเป็นจะต้อง ควบคุมสภาวะ และอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามข้อตกลงไว้

5.3.2.2 ในการพิมพ์งานผู้วิจัยได้ดำเนินการพิมพ์ภายใต้สภาวะการทำงานจริงของโรงงานที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งอาจจะแตกต่างกันได้ในแต่ละสถานที่ ควรควบคุมสภาวะแวดล้อมให้ใกล้เคียงกันมากที่สุด

5.3.2.3 ในการควบคุมงานพิมพ์ผู้วิจัยได้อ้างอิงถึง มาตรฐาน ISO 12647-2 ซึ่งในอนาคตอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานตัวนี้ได้ จึงควรมีการหาข้อมูลให้ดีก่อน