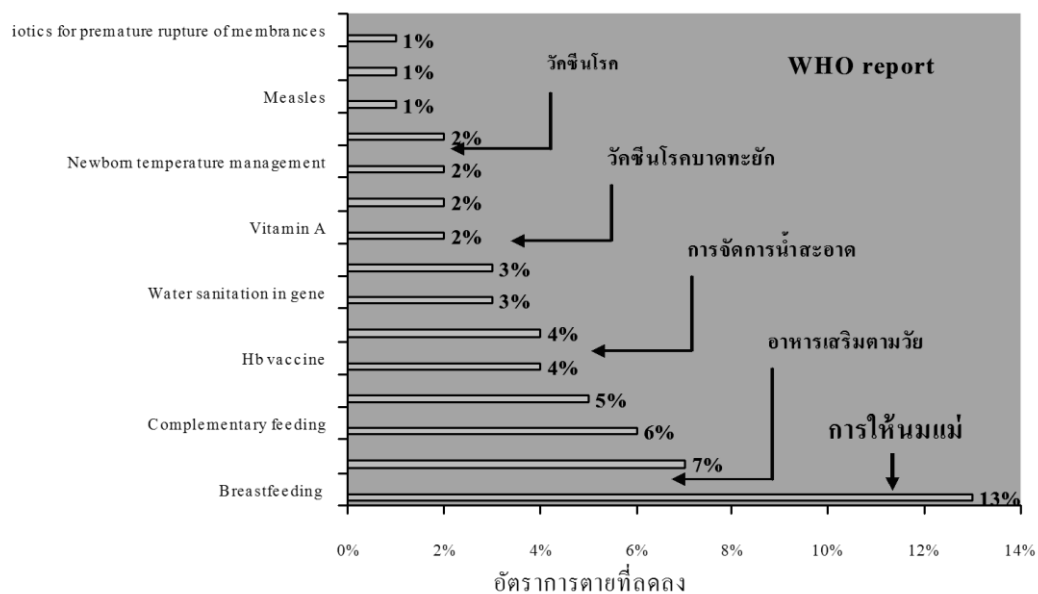


บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ [1-2]

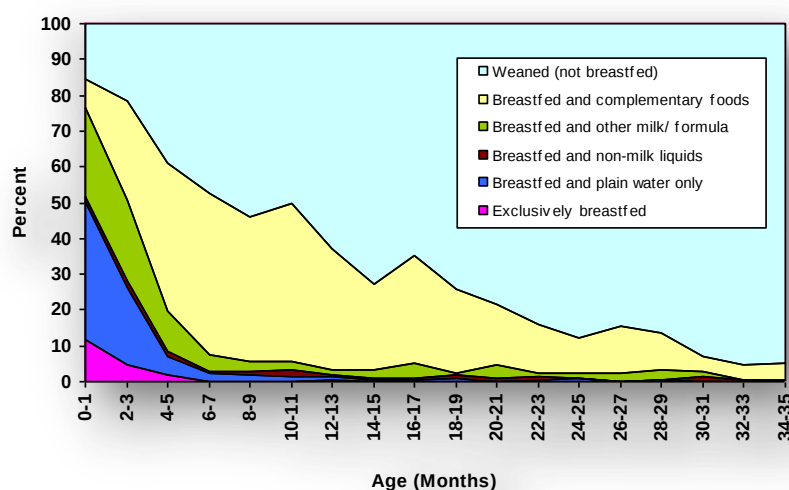
การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ทำให้เด็กได้รับสารอาหารที่เหมาะสมกับสภาวะของร่างกายในวัยเริ่มต้นของชีวิต นมแม่เป็นอาหารที่มาพร้อมกับภูมิคุ้มกัน เป็นอาหารไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ เหมาะสมกับการส่งเสริมการเจริญเติบโตของร่างกายเด็ก โดยเฉพาะสมอง และมาพร้อมอ้อมกอดของแม่ การได้กินนมแม่ และกินอย่างถูกต้อง จึงช่วยให้เด็กไม่ป่วยบ่อย ไม่แพ้ง่าย สมองมีการเจริญเติบโตได้ดีเต็มที่ และกระตุ้นการเรียนรู้และสร้างพัฒนาการที่เหมาะสม ข้อมูลระดับโลก [2] พบว่าการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่เป็นมาตรการที่ช่วยลดอัตราการตายของเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี ได้สูงถึง 13% และสูงที่สุดเมื่อเทียบกับมาตรการป้องกันด้วยวิธีอื่นๆ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อัตราการตายของเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี [3]

แม้จะเห็นว่านมแม่มีประโยชน์ แต่จากสถานการณ์การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ในประเทศไทย จากข้อมูลการสำรวจสถานะสุขภาพเด็กไทย 43,400 ครอบครัวทั่วประเทศ ในเดือนธันวาคม 2548 - กุมภาพันธ์ 2549 ของ องค์การ UNICEF [4] (Multiple Indicator Cluster Surveys: MICS) ซึ่งสำรวจโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าอัตราการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่เพียงอย่างเดียวในช่วง 3 เดือนแรก ร้อยละ 7.6 และลดลงเหลือ ร้อยละ 5.4 ในเด็กอายุ 0-5 เดือน เด็กที่ไม่เคยกินนมแม่เลย ร้อยละ 15 กินนมแม่ร่วมกับอาหารอื่น อายุ 6-9 เดือน ร้อยละ 43.6 อายุ 1 ปี ร้อยละ 31 และถึงอายุ 2 ปี ร้อยละ 18.7

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ระหว่างประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียง และแปซิฟิก ประเทศไทยอยู่ในอัตราที่ต่ำที่สุด สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนเกาหลีอัตราการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ ในเด็กอายุ 0-5 เดือน ร้อยละ 65 ประเทศกัมพูชา ร้อยละ 60 ประเทศจีน ร้อยละ 48 ประเทศฟิลิปปินส์ ร้อยละ 34 ประเทศติมอร์ ร้อยละ 31 ประเทศเวียดนาม ร้อยละ 19



รูปที่ 2.2 อัตราการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวนในเด็กอายุต่ำกว่า 3 ปี
ในประเทศไทยปี ค.ศ. 2005 – 2006 [4]

เห็นได้ว่าสถานการณ์ของประเทศไทยอยู่ในระดับที่น่าเป็นห่วง หากไม่มีกระบวนการที่จะช่วยนำให้สังคมไทยเห็นคุณค่าของการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ และปล่อยสภาพให้เป็นสังคมนมผสม จะทำให้ทารกสูญเสียโอกาสที่จะได้รับอาหารและการเลี้ยงดูที่จะทำให้เขาเจริญเติบโตอย่างเต็มศักยภาพ และประเทศยังต้องสูญเสียเงินตราจากการซื้อนมกระป๋องจากต่างประเทศเป็นจำนวนมาก

ภายใต้ยุทธศาสตร์การดำเนินงานของศูนย์นมแม่ร่วมกับภาคีเครือข่ายในระหว่างพ.ศ. 2550-2551 เพื่อให้เด็กได้รับนมแม่อย่างเดียวน 6 เดือน และได้รับนมแม่ต่อเนื่องพร้อมอาหารตามวัยที่เหมาะสมอย่างน้อย 2 ปี ปัจจัยความสำเร็จของแผนงานฯ คือ

2.1.1. การจัดตั้งกลุ่มสนับสนุนนมแม่ในชุมชน ที่สามารถให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ และติดตามดูแลแม่ในชุมชนอย่างสม่ำเสมอตั้งแต่ระยะตั้งครรภ์ หลังคลอด และต่อเนื่องจนทารกอายุ 1-2 ปี ซึ่งดำเนินการในพื้นที่นำร่อง 4 จังหวัด คือ มหาสารคาม ขอนแก่น เชียงใหม่ และจันทบุรี จนสามารถจัดตั้งกลุ่มสนับสนุนนมแม่ในชุมชนได้สำเร็จ และทำให้อัตราการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวน 6 เดือน ได้สูงกว่าร้อยละ 40 ซึ่งสูงกว่าเป้าหมาย ของประเทศที่ตั้งไว้ร้อยละ 25 นอกจากนั้นยังเป็นแบบอย่างของการจัดตั้งกลุ่มสนับสนุนนมแม่ในชุมชนให้แก่โรงพยาบาลต่างๆทั่วประเทศ ภายใต้ “ชมรมสายใยรักแห่งครอบครัว” สืบเนื่องจากนโยบายของกรมอนามัย การจัดตั้งกลุ่มสนับสนุนนม

แม่ในชุมชนเป็นเรื่องที่เป็นไปได้ แต่การที่จะดำรงคงไว้ให้ยั่งยืนได้นั้นจะต้องมีกลไกในการผลักดันให้หน่วยงานภาครัฐในระดับส่วนกลางและส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องมีนโยบายในการจัดการให้งานบริการส่วนนี้เชื่อมโยงเข้าสู่ระบบบริการหลัก

2.1.2. การสนับสนุนการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ในสถานประกอบกิจการ ถือว่าเป็นการสนับสนุนทางสังคมอย่างหนึ่งที่แม่พึงได้รับ สำหรับนโยบายสนับสนุนในเรื่องดังกล่าวในประเทศไทย ยังไม่มีความชัดเจน แม้ว่ารัฐบาลได้กำหนดให้สถานประกอบกิจการที่สตรีทำงานตั้งแต่ 100 คนขึ้นไป จัดสถานรับเลี้ยงเด็กไว้ในสถานประกอบกิจการ แต่ในทางปฏิบัติเป็นไปได้ค่อนข้างน้อย แนวคิดของการจัดมุมมนมแม่ในสถานประกอบกิจการสำหรับให้พนักงานได้มาบีบเก็บน้ำนมให้ลูกในระหว่างทำงาน เพื่อสนับสนุนการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ให้แก่พนักงานจึงเกิดขึ้นเป็นรูปธรรม นวัตกรรมในเขตนิคมอุตสาหกรรมส่งออก 3 จังหวัด (สมุทรปราการ ชลบุรีและอยุธยา) โดยเริ่มจากการสำรวจและ ศึกษาสถานการณ์การเลี้ยง ลูกด้วยนมแม่ในสถานประกอบกิจการ 3 จังหวัดนำร่องดำเนินงานโดย สถาบันวิจัยและโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับศูนย์นมแม่ มีกลุ่มตัวอย่าง 720 คน จาก 21 โรงงาน เป็นแรงงานตั้งครรภ์ 372 คน (52%) แม่ลูก อ่อน 326 คน (45%) และเป็นแรงงานที่ทั้งตั้งครรภ์และมีลูกอ่อน จำนวน 20 คน (3%) พบว่า

- ร้อยละ 67 ใช้สิทธิลาคลอดครบ 90 วัน
- การเลี้ยงลูกหลังกลับเข้าทำงาน ส่งกลับบ้านให้ญาติเป็นผู้เลี้ยงร้อยละ 49.3 ที่เหลือยังดูแลลูกเองโดยให้ญาติช่วยเลี้ยงร้อยละ 40 และจ้าง คนเลี้ยง ร้อยละ 10.7
- ความคิดเห็นต่อมุมมนมแม่ในที่ทำงาน ร้อยละ 47.5 เชื่อว่าการบีบ-เก็บน้ำนมแม่ในที่ทำงานสามารถทำได้จริง ร้อยละ 7.8 คิดว่าทำไม่ได้ ร้อยละ 44.7 ไม่ทราบ
- ร้อยละ 52 คิดว่าจะใช้มุมมนมแม่ในสถานประกอบกิจการ (ถ้ามี) ร้อยละ 15.3 ไม่ใช่ และอีกร้อยละ 33 ไม่แน่ใจว่าจะใช้

ผลการดำเนินงาน มีโรงงานเข้าร่วมในโครงการฯจำนวน 38 แห่ง มีโรงงานที่จัดมุมมนมแม่ได้มาตรฐานและมีนโยบายสนับสนุน จำนวน 27 แห่ง สถานประกอบกิจการที่สามารถเป็นต้นแบบสำหรับการศึกษาดูงานหรือเรียนรู้ มีจำนวน 4 แห่ง ปัจจัยความสำเร็จ แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ 1) ด้านนโยบายที่สนับสนุนให้พนักงานได้มาบีบเก็บน้ำนมได้โดยสะดวก มีผู้รับผิดชอบในการบริหารจัดการ และมีกิจกรรมอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างแรงจูงใจในการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ รวมทั้งการสนับสนุนจากหัวหน้างานและเพื่อนร่วมงาน 2) มีพยาบาลประจำโรงงานให้คำแนะนำ ปรีกษาและให้ความรู้การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่และการบีบ เก็บน้ำนม 3) มีสถานที่ที่สะอาด เป็นส่วนตัว และสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่พนักงาน เช่น ตู้เย็น อ่างล้างมือ บางแห่งให้ถุงเก็บน้ำนม หรือจัดเครื่องปั้มน้ำนมไว้ให้สำหรับพนักงานที่ได้รับสวัสดิการนี้สามารถเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ได้ยาวนานขึ้น และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นทั้งด้านกำลังใจ การประหยัดค่าใช้จ่ายจากการที่ไม่ต้องซื้อนมผสม และลูกมีสุขภาพแข็งแรง จาก

ตัวอย่างความสำเร็จนี้ ได้รับพระกรุณาธิคุณจากพระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าศรีรัศมิ์ พระวรชายาฯ เสด็จเยี่ยมและทอดพระเนตร โครงการมุนนมแม่ในสถานประกอบกิจการ ณ นิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ บริษัท เอลต้า อิเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด และ บริษัท แมริกอท จิวเวลรี่ (ประเทศไทย) จำกัด ทำให้ข่าวการจัดมุนนมแม่ได้เผยแพร่ออกสู่สังคม

ปัจจุบันการจัดสถานรับเลี้ยงเด็กเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก ดังนั้นมุนนมแม่จึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับสถานประกอบกิจการ เพราะเป็นสวัสดิการที่ให้ผลคุ้มค่าเป็นประโยชน์ทั้งต่อสถานประกอบกิจการและพนักงาน การลงทุนต่ำ และทำได้ง่าย แต่ปัญหาอุปสรรคที่สำคัญที่สุด คือ มีพนักงานมาใช้บริการน้อยมาก ประมาณร้อยละ 10 ด้วยข้อจำกัดของพนักงาน เรื่องการไม่สามารถเลี้ยงลูกเองได้ ต้องส่งลูกกลับภูมิลำเนาเดิมต่างจังหวัด ความไม่เข้าใจถึงประโยชน์และคุณค่าของการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ รวมถึงการตลาดของบริษัทนมผสม ที่ส่งพนักงานมาให้ความรู้แก่พนักงานตั้งครรภ์ในสถานประกอบกิจการบางแห่งที่มีพนักงานตั้งครรภ์จำนวนมาก และแจกชุดของขวัญและคำแนะนำผลิตภัณฑ์ การสนับสนุนการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ในสถานประกอบกิจการเป็นความจำเป็นที่ต้องได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชนอย่างจริงจัง และผลักดันให้มีการขับเคลื่อนนโยบายนี้ในระดับประเทศ

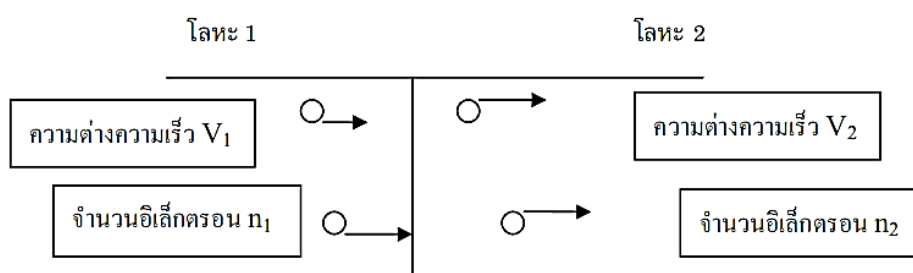
2.1.3. การบริการในสถานพยาบาลเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จของการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ จากผลการวิจัยเรื่องการศึกษาติดตามตั้งแต่แรกเกิดถึงอายุ 2 ปี ปัจจัยและผลลัพธ์ด้านสุขภาพของการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือน รายงานเบื้องต้น มีโรงพยาบาลเข้าร่วมในการวิจัย 11 แห่ง จำนวนตัวอย่าง แม่-ลูก 3,600 คน พบว่า การปฏิบัติตามแนวทางบันได 10 ขั้นสู่ความสำเร็จของการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่นั้นทำให้การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ประสบความสำเร็จสูง การเกิดภาวะแทรกซ้อนในแม่และทารกทำให้ทารกไม่สามารถได้รับน้ำนมแม่ ได้แก่ น้ำหนักแรกเกิดที่น้อยกว่า 2,500 กรัม ทารกที่มีภาวะขาดออกซิเจนรุนแรงในรายแรกเกิด ทารกครรภ์แฝด ทารกที่ไม่ได้คลอดปกติทางช่องคลอด ภาวะแทรกซ้อนขณะตั้งครรภ์และขณะคลอด เป็นอุปสรรคที่ทำให้เริ่มต้นดุนนมครั้งแรกช้า เช่น ความดันโลหิตสูง และการมีน้ำคร่ำปนขี้เทา เป็นที่น่าสังเกตว่าทารกที่มีอุณหภูมิร่างกายต่ำ หายใจเร็วหรือมีน้ำตาลในเลือดต่ำเกิดในทารกที่ไม่ได้เริ่มต้นดุนเร็ว ภาวะตัวเหลืองต้องส่องไฟพบบ่อยเป็นทารกที่ไม่ได้ดุนนมเร็วค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามการช่วยเหลือแม่ให้มีความสามารถในการให้นมลูกอย่างถูกต้อง บิบน้ำนมได้ และทารกแสดงลักษณะการได้รับน้ำนมอย่างเพียงพอเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แม่เกือบทุกคนเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวก่อนจำหน่ายออกจากโรงพยาบาลในระยะหลังคลอด

2.2 อุปกรณ์เพลเทียร์ (Peltier) [5]

อุปกรณ์ทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริกที่ใช้กันอยู่ทั่วไปส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ ทางด้านโซ

ลิตสเทต (Solid state) ที่สามารถปั๊มความร้อนออกจากพื้นผิวได้รวดเร็วโดยหลักการนี้เหมาะสำหรับการทำความเย็นให้กับอุปกรณ์ขนาดเล็ก เช่น ใช้ทำความเย็นให้กับอุปกรณ์ตรวจจับคู่ควบประจุ หรือ CCD (Charge Coupled Device sensors) โฟโตไดโอดและอุปกรณ์กำเนิดแสงเลเซอร์ที่ผลิตจากหลักการสารกึ่งตัวนำโดยหลักการทำงานดังกล่าวใกล้เคียงกับปรากฏการณ์ซีเบก (See-beck effect) กล่าวคือเมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างขั้วต่อ 2 ขั้ว ก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic field) เหนี่ยวนำให้เกิดความร้อนและความเย็นที่แตกต่างกันระหว่างขั้วทั้งสอง นั่นก็คือหลักการของคู่ควบความร้อน (thermocouple)

ส่วนวิธีการของปรากฏการณ์เพลเทียร์ (Peltier) ก็คือจะผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในรอยต่อของสารกึ่งตัวนำ P - N ผลที่ได้ทั้งความร้อนและความเย็นที่บริเวณรอยต่อ จะขึ้นอยู่กับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ดังแสดงหลักการทำงานพื้นฐานดังรูปที่ 2.3 โดยแสดงให้เห็นว่า



รูปที่ 2.3 ปรากฏการณ์เพลเทียร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อโลหะซึ่งมีพลังงาน 2 ผังแตกต่างกัน [5]

อิเล็กตรอนไหลจากซ้ายข้ามไปทางขวา ตัดผ่านรอยต่อโลหะไป โดยสนามไฟฟ้า E_1 เป็นค่าแสดงคุณสมบัติของโซลิตสเทต ว่ามีพลังงานเฉลี่ยของโลหะที่ 1 เป็นเท่าไร ส่วนค่าสนามไฟฟ้า E_2 ก็เช่นเดียวกันจะแสดงคุณสมบัติของโลหะที่ 2 ดังนั้นอิเล็กตรอนในโลหะที่ 1 จะมีพลังในการเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อเท่ากับ

$$E_{in} = n_1 E_1 v_1 \quad (2.1)$$

ในทำนองเดียวกัน พลังงานเฉลี่ยเอาต์พุตออกจากรอยต่อเท่ากับ

$$E_{out} = n_2 E_2 v_2 \quad (2.2)$$

โดยที่ E_{in}, E_{out} คือพลังงานอินพุตและพลังงานเอาต์พุต ตามลำดับ

E_1, E_2 คือสนามไฟฟ้าที่โลหะ 1 และ 2 ตามลำดับ

n_1, n_2 คือจำนวนของอิเล็กตรอนฝั่งโลหะที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

v_1, v_2 คือความเร็วในการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนฝั่งโลหะที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

และจากสมการกระแสไฟฟ้า (I) ที่ไหลผ่านรอยต่อก็จะมีค่าเท่ากับ

$$I = n_1 * v_1 * q = n_2 * v_2 * q \quad (2.3)$$

โดยที่ q คือประจุไฟฟ้า และ I คือกระแสไฟฟ้า โดยสรุปแล้วจะได้ผลรวมของพลังงานความร้อนที่บริเวณรอยต่อมีค่าเท่ากับ

$$E_{out} - E_{in} = I/P (E_2 - E_1) \quad (2.4)$$

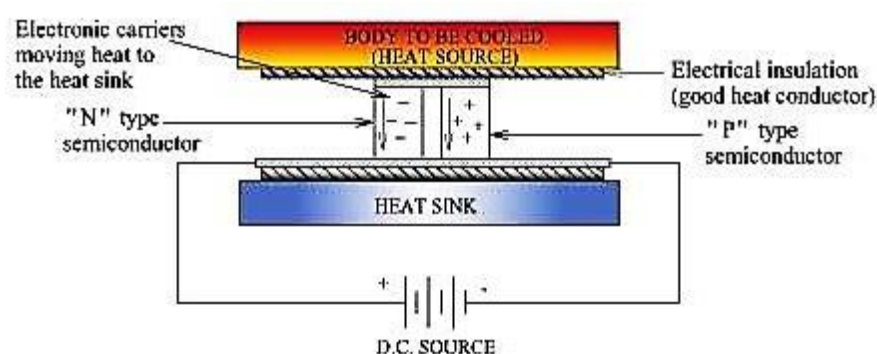
สรุปจากสมการแสดงให้เห็นได้ว่า ความร้อนที่ถูกดึงออกด้วยอุปกรณ์เพลเทียร์ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสไฟฟ้าและผลต่างของสนามไฟฟ้าที่โลหะที่ 1 และ 2

ปรากฏการณ์เพลเทียร์นี้จะขึ้นอยู่กับโลหะทั้งสองฝั่งซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าว ผลของการสะสมทางความร้อนจะขึ้นอยู่กับค่าความเหนี่ยวนำของอิเล็กตรอนที่เปลี่ยนแปลงข้ามรอยต่อ ของโลหะดังกล่าวผลตอบสนองด้านความร้อนของปรากฏการณ์นี้กับโลหะธรรมดา เช่น เหล็ก หรือ ทองแดงนั้น จะมีผลตอบสนองน้อยมากและยากแก่การวัดค่าได้ แต่ทางปฏิบัติแล้วต้องการความร้อนสูงมาก เพื่อนำไปใช้งาน ดังนั้นจึงต้องเปลี่ยนจากโลหะธรรมดาเป็นสารกึ่งตัวนำ ซึ่งจะให้ผลตอบสนองสูงมาก อีกทั้งนำไปใช้งานได้ทั้งความเย็นและความร้อน ขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแสไฟฟ้า

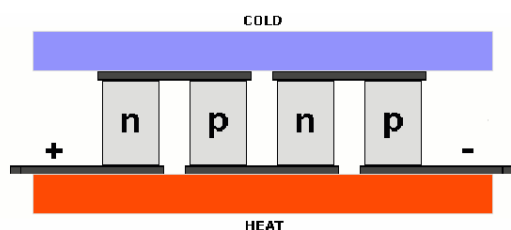
อุปกรณ์ทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก จะประกอบด้วยแผงรอยต่อ P-N วางเรียงกันระหว่างแผ่นเพลตเซรามิกตัวนำทั้ง 2 เพลต เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าเพลตด้านแรกผ่านรอยต่อ P-N ความเย็นก็จะถูกสะสมที่เพลตนั้น ส่วนความร้อนจะส่งผ่านไปยังรอยต่อ P-N สู่เพลตอีกด้านหนึ่งทำให้เพลตอีกด้านมีความร้อนสะสมอยู่สูง โดยความร้อนจะถูกดูดกลืนที่เพลตด้านไบแอสกลับ (reverse biased junction) ส่วนด้านไบแอสตรง (forward biased) จะเป็นด้านปล่อยความร้อนแทน สารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้จึงจำเป็นต้องมีช่องว่างแบนด์ (bandgap) แคบ โดยปกติจะใช้สารบิสมัท เทลลูไรด์ (bismuth telluride) เพื่อที่จะได้ผลิตพาหะส่วนน้อย (minority carriers) เพียงพออุณหภูมิปกติ

ในทางกลับกัน ถ้าจะประยุกต์นำอุปกรณ์ดังกล่าวไปใช้งานเป็นตัวทำความร้อนก็สามารถทำได้เช่นกัน เพียงแต่ใช้งานในเพลตตรงข้ามเท่านั้นเอง แต่ยังคงต้องพยายามรักษาอุณหภูมิต่างๆ ให้

คงที่ ถึงแม้อุณหภูมิรอบข้างจะเปลี่ยนแปลงไป สูงหรือต่ำตามค่าที่ตั้งไว้ก็ตาม แต่ส่วนใหญ่แล้วตามมาตรฐานพื้นผิวเพลตทางด้านเย็นจะถูกนำไปใช้เป็นตัวทำความเย็นเทอร์โมอิเล็กทริก โดยจะต่อเข้ากับแผงควบคุมความเย็น ส่วนเพลตทางฝั่งตรงข้ามที่เป็นเพลตความร้อนนั้น มักจะต่อเข้ากับแผ่นระบายความร้อน (heat sink) เพื่อระบายความร้อนด้วยอากาศขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปประยุกต์ใช้งานว่าจะทำความเย็นหรือความร้อน



รูปที่ 2.4 ลักษณะของรอยต่อ P-N Junction ของ เพลเทียร์ [5]



รูปที่ 2.5 ลักษณะของการส่งผ่านพลังงานความร้อนระหว่างเพลตร้อนกับเพลตเย็น
เมื่อป้อนพลังงานไฟฟ้า [5]

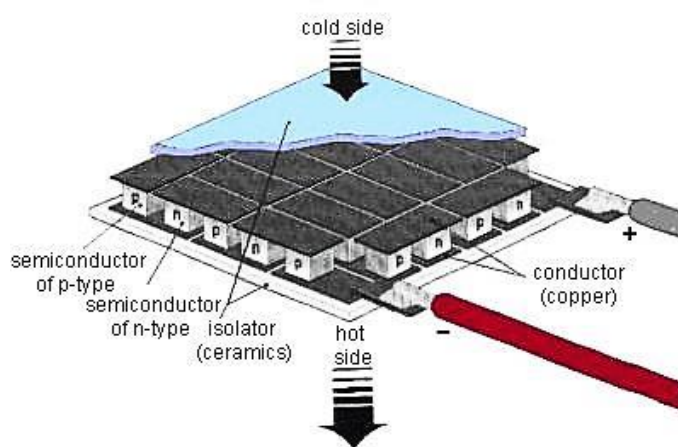
พารามิเตอร์ 2 ตัวที่จะต้องพิจารณาเป็นพิเศษสำหรับตัวทำความเย็นเทอร์โมอิเล็ก-ตริกคือ อุณหภูมิสูงสุดที่อุปกรณ์ยังสามารถคงอยู่ได้และความร้อนที่ป้อนเข้าไปความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดที่วัดได้ต้องเป็นค่าที่ไม่มีไหลความร้อนจากภายนอกบนเพลตความเย็นดังนั้นจะเห็นได้ว่าพลังงานไฟฟ้าอินพุตทั้งหมดที่ส่งเข้าไปยังตัวทำความเย็นจะถูกใช้เอาชนะพลังงานความร้อนภายในที่รั่วไหลออกมาจะใช้ในการต่อต้านความร้อนที่แพร่ทะลุผ่านเพลตความเย็นยิ่งรั่วมากยิ่งทำให้ประสิทธิภาพในการทำความเย็นก็จะลดลงด้วย

อุณหภูมิระหว่างเพลตทั้งสองจะแตกต่างกันมากที่สุดโดยวิธีการนำเพลตความร้อนไปใส่ไว้ในสภาวะสุญญากาศ และใส่ไนโตรเจนแห้งเข้าไปด้วยในสภาวะสุญญากาศนี้จะเป็น การกำจัดกา

แพร่กระจายของความร้อน ดังนั้นความร้อนภายในจึงไม่สามารถร่วออกมาได้ ทำให้ได้เพลตความเย็นที่มีความเย็นสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเพลตความร้อนความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเพลตทั้งสองจะอยู่ระหว่าง 60 ถึง 70 องศาเซลเซียสที่สภาวะสูญญากาศผสมไนโตรเจนแห้งถ้าจะใช้โดยให้มีอุณหภูมิมากกว่านี้สามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์ชนิดหลายชั้น (multistage) ลักษณะจะคล้ายปิรามิดโดยเพลตความร้อนของชั้นบนก็คือเพลตความเย็นของชั้นล่างที่อยู่ติดกันการใช้จะลดอุณหภูมิลงมาตามชั้นพิจารณาเพลตความเย็นของชั้นบนสุดกับเพลตความร้อนของชั้นต่ำสุดผลลัพธ์ที่ได้ ก็จะเหมือนมีเพลตแค่ 2 เพลตที่เสมือนเป็นเทอร์โม-อิเล็กทริกชั้นเดียวแต่จะมีความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างเพลตสูงกว่าชนิดชั้นเดียว เช่น อุปกรณ์ชนิดสามชั้นจะมีอุณหภูมิต่างกันสูงสุด 100 องศาเซลเซียสแต่อุปกรณ์ชนิดหกชั้นมีอุณหภูมิต่างกันสูงสุด 130 องศาเซลเซียสเท่านั้นและจากตัวอย่างของอุปกรณ์เพลเดียร์ที่ใช้งานกันทั่วไปได้แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 รูปร่างของเพลเทียร์ที่ใช้กันทั่วไป [5]



รูปที่ 2.7 การจัดเรียงตัวของ P-N Junction ภายในตัวเพลเทียร์ [5]

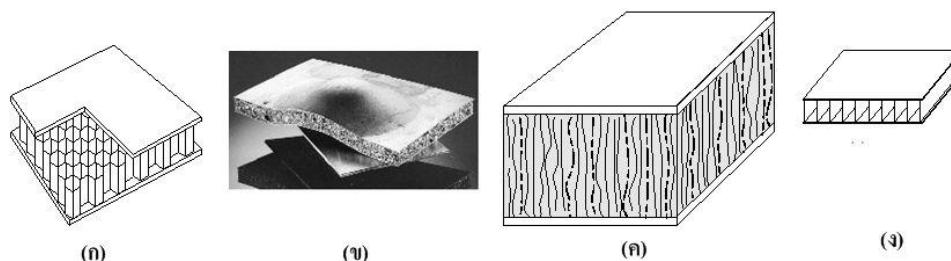
2.3 วัสดุทนทานกันความร้อนแบบแผ่นแซนวิชรังผึ้ง

โครงสร้างแซนวิช (Sandwich structure) เป็นโครงสร้างประเภทหนึ่งของวัสดุเชิงประกอบ (composite material) ประกอบด้วยส่วนแกนกลาง (Core) ซึ่งเป็นวัสดุอ่อน ประกบเข้ากับแผ่น

ประกบบนและล่าง (Facesheet) ซึ่งถูกยึดเข้าด้วยกันด้วยกาวอีพอกซี ประกอบด้วยแผ่นประกบ ด้านบนและด้านล่าง [6, 7] วัสดุแกนวิชถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และลดน้ำหนักของโครงสร้างต่าง ๆ (Lightweight construction) [8, 9, 10, 11]

2.3.1 ประเภทวัสดุแกนวิช

องค์ประกอบหลักของวัสดุแกนวิชคือแกนกลางซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างวัสดุแกนวิช ซึ่งต้องมีความแข็งแรงเพียงพอในการคงที่ระยะระหว่างแผ่นประกบ กล่าวคือมีความคงรูปต้านทานการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากแรงเฉือนได้ดี วัสดุแกนวิชสามารถแบ่งออกได้เป็นสี่ประเภทใหญ่ตามชนิดของแกนกลาง คือ Honeycomb, Cellular foams, Balsa wood และ Corrugated core ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ซึ่ง Balsa wood ถือเป็นวัสดุแกนวิชชนิดแรกที่ถูกนำมาใช้งาน จากนั้น Honeycomb ถูกนำมาใช้งานตามลำดับ การประยุกต์ใช้งานก็ขึ้นอยู่กับชนิดของงานเป็นหลัก



รูปที่ 2.8 ชนิดของวัสดุแกนวิช: (ก) Honeycomb (ข) Cellular foams (ค) Balsa wood และ (ง) Corrugated core [6, 7, 12]

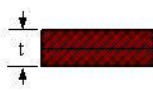
2.3.2 คุณสมบัติของวัสดุแกนวิช

คุณสมบัติของวัสดุแกนวิชคือมี อัตราส่วนของความแข็งแรงสูงเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนัก ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ดังรูปที่ 2.9 พบว่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้นสูงมากเมื่อมีการ เพิ่มความหนาของวัสดุแกนกลาง ขณะที่น้ำหนักเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

แผ่นประกบ (Face sheets) ทำหน้าที่รับความเค้นแรงดึงและความเค้นแรงอัดในวัสดุแกนวิช ดังรูปที่ 5 ซึ่งค่าความแข็งแรงการดัดโค้ง (Flexural rigidity) มีน้อยมาก วัสดุส่วนใหญ่ที่นำมาทำแผ่นประกบ เช่น เหล็ก เหล็กกล้า ไรซินิม อะลูมิเนียม และไฟเบอร์กลาส เป็นต้น คุณสมบัติของแผ่นประกบมีดังนี้ [11]

- แข็งแรงสูง
- ต้านทานแรงดึงและแรงอัด
- ต้านทานแรงกระแทก
- ผิวเรียบ
- ต้านทานสิ่งแวดล้อม

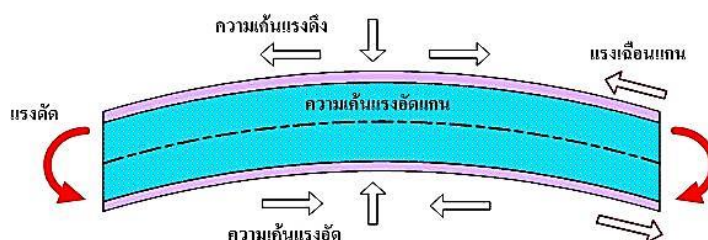
■ ด้านทานการสีกหรือ

	Only Facesheet	Core Thickness [t]	Core Thickness [3t]
			
Stiffness	1.0	7.0	37.0
Flexural rigidity	1.0	3.5	9.2
Weight	1.0	1.03	1.06

รูปที่ 2.9 การเปรียบเทียบความแข็งแรงต่อน้ำหนักของวัสดุแซนวิช [13]

แกนกลาง (Core) ทำหน้าที่รับแรงเฉือนเป็นหลัก ดังรูปที่ 2.10 ดังนั้นควรมีคุณสมบัติแข็งแรงในทิศทางต่างๆ และมีความหนาแน่นน้อย ซึ่งวัสดุที่ใช้ส่วนใหญ่ใช้ทำแกนกลาง เช่น เหล็ก พลาสติกโฟม และไม้ เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของวัสดุแซนวิช ดังได้กล่าวไว้ข้างต้น แกนกลางมีคุณสมบัติดังนี้

- ความหนาแน่นน้อย
- โมดูลัสการเฉือนสูง
- ความแข็งแรงการเฉือนสูง
- เป็นฉนวนกันความร้อนดี
- การดูดซับความชื้นดี
- แข็งแรงในทิศทางตั้งฉากกับแผ่นประกบ



รูปที่ 2.10 พฤติกรรมการรับแรงของวัสดุแซนวิช [14]

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

มาจากคำว่า “Micro” ที่แปลว่าเล็กๆ รวมกับคำว่า “Controller” ซึ่งหมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม รวมกันแล้วก็หมายถึงอุปกรณ์ควบคุมที่มีขนาดเล็ก ซึ่งตัว Microcontroller เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก เพราะว่าประกอบด้วย CPU, Memory และ Port ต่างๆ

2.4.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของ Microcontroller

- หน่วยประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ประมวลผลทุกอย่างเหมือนกับหน่วยประมวลผลกลางในคอมพิวเตอร์

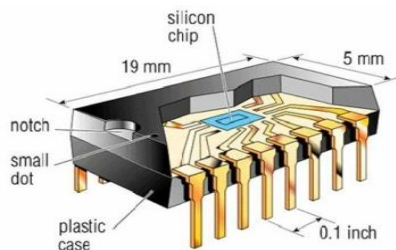
- หน่วยความจำ มีหน้าที่ในการเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ หน่วยความจำโปรแกรม (Program memory) และ หน่วยความจำข้อมูล (Data memory) โดยที่ หน่วยความจำโปรแกรมจะเก็บข้อมูลหลักของโปรแกรมเอาไว้เหมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ หมายถึงต่อให้ไม่จ่ายไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะยังคงอยู่ในนั้นแต่ หน่วยความจำข้อมูลจะทำหน้าที่คล้ายกระดาษทด คือเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราว ถ้าไม่จ่ายไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไป

- พอร์ต เป็นส่วนที่ใช้สำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกมี 2 แบบ คือ พอร์ตอินพุตและเอาต์พุตหน้าที่คือเป็นตัวติดต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อที่จะรับข้อมูลเข้ามา เช่น สวิตช์ เซ็นเซอร์ นำมาต่อที่อินพุตพอร์ต เพราะจะเป็นตัวรับข้อมูลเข้า ส่วนเอาต์พุตพอร์ตจะต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ เพื่อจะส่งข้อมูลไปแสดงผลเช่น หลอดไฟแอลอีดี หน้าจอแอลซีดีต้องมาต่อที่เอาต์พุต

- บัสหรือช่องทางเดินของสัญญาณคือเส้นทางที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง หน่วยประมวลผลกลาง, หน่วยความจำและพอร์ตเปรียบเสมือนถนน ซึ่งแบ่งเป็น บัสข้อมูล (Data bus), บัสที่อยู่ (Address bus) และ บัสควบคุม (Control bus)

2.4.2 PIC

- PIC คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์อีกตระกูลหนึ่ง ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่ง ลักษณะของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้คือมีการรวมองค์ประกอบที่จำเป็นประกอบในตัวของมันไม่ว่าจะเป็น หน่วยความจำโปรแกรม, RAM, EEPROM, SERIAL, I2C, PWM, A/D ฯลฯ โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เสริมจากภายนอกและในตัวของ PIC จะมีฟังก์ชันที่ใช้ในการประมวลผล รวมทั้งหน่วยความจำ ซึ่งทำให้มันเหมือนกับ CPU ตัวหนึ่ง ลักษณะของ PIC ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 Peripheral Interface Controller [15]

การแบ่ง PIC ตามชนิดของ หน่วยความจำโปรแกรมสามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบคือ

- PIC แบบ OTP เป็นชิพที่มีราคาถูกที่สุดในสามประเภท สาเหตุมาจากชิพแบบ OTP สามารถทำการโปรแกรมได้แค่ครั้งเดียวเท่านั้น หลังจากชิพได้ถูกโปรแกรมไปแล้วจะไม่สามารถโปรแกรมเข้าไปใหม่ได้อีก ดังนั้นชิพประเภทนี้จะนิยมใช้หลังจากได้พัฒนาโปรแกรมจนกระทั่งจุดบกพร่องต่าง ๆ ในโปรแกรมไม่มีอีกแล้วเพราะจะมีต้นทุนต่ำเมื่อเทียบตัว Memory ประเภทอื่น จะมีตัวอักษร C แสดงบนตัวชิพ ลักษณะรูปร่างไอซี OTP ดังแสดงรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ OTP [15]

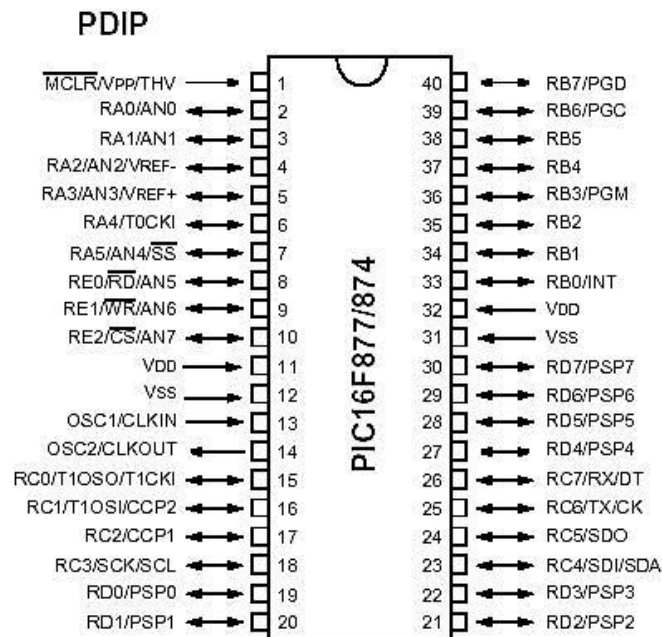
- PIC แบบ EPROM เป็นชิพที่มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบเมื่อเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถโปรแกรมใหม่อีกครั้งด้วยการลบโปรแกรมเดิมโดยให้แสง UV (Ultra Violet) ส่องผ่านเข้าไปยังชิพประมาณ 5-10 นาที ดังนั้นที่ด้านบนของชิพจะมีกรอบกระจกเพื่อให้แสง UV สามารถส่องผ่านเข้าไปในตัวชิพได้ แต่มีจำนวนครั้งในการลบโปรแกรมเช่นกัน เมื่อลบโปรแกรมด้วยแสง UV มากๆ เข้าจะเกิดการด้าน คือโปรแกรมไม่เข้า จะมีตัวอักษร JW หรือว่าดูว่ามีกรอบกระจกอยู่บนชิพหรือไม่ ลักษณะรูปร่างไอซี EPROM ดังแสดงในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ EPROM Program memory [15]

- PIC แบบ EEPROM/Flash เป็นชิพที่เริ่มผลิตออกมาเร็ว ๆ นี้ ส่วนหน่วยความจำโปรแกรมสามารถอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า ใช้เวลาในการลบข้อมูลไม่กัวินาที สามารถลบและเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง ทำให้เป็นที่นิยมที่สุดใน 3 ประเภท มีตัวอักษร F เป็นตัวบอก เช่น 16F84, 16F877

2.4.3 ขาต่าง ๆ ของ PIC



รูปที่ 2.14 ขาต่างๆของ PIC [15]

- MCLR/Vpp: Master Clear (Reset) Input/Programming Voltage Input ทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรีเซ็ต เมื่อขานี้ได้รับลอจิก 0 Microcontroller จะถูกรีเซ็ตและทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณรับแรงดัน ขณะบันทึกโปรแกรมลงหน่วยความจำของ Microcontroller

- VDD: Positive Supply (+7.00 V ถึง +5.5 V) ทำหน้าที่เป็นขาไฟเลี้ยงของ Microcontroller

- VSS: Ground ทำหน้าที่เป็นขากราวด์

- OSC1/CLKIN: Oscillator Crystal OSC2 / CLKOUT: Oscillator Crystal Output /External Clock ทั้งสองขาทำหน้าที่เป็นขาสัญญาณสำหรับต่อคริสตัล ในกรณีที่อยู่ในโหมดการใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก (Crystal Oscillator Mode)

- RA0 – RA5: พอร์ต A มีจำนวน 6 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง (Bi-directional I/O Port) คือ เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตใช้ในการส่งและรับข้อมูล

- RB0 – RB7: พอร์ต B มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทางใช้ในการส่งและรับข้อมูลนอกจากนี้บางขายังทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากการ Interrupt จากภายนอก

- RC0 – RC7: พอร์ต C มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล

- RD0 – RD7: พอร์ต A มีจำนวน 8 ขา ขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล

- RE0 – RE2: พอร์ต E มีจำนวน 3 ขา เป็นพอร์ตแบบสองทิศทาง ใช้ในการส่งและรับข้อมูล