บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการคำนวณค่าคงที่กลุ่มนิวตรอนเร็วและกลุ่มเรโซแนนซ์

5.1.1.1 การที่ไม่มีโปรแกรมสำหรับคำนวณค่าเรโซแนนซ์เอสเคปพรอบาบิลิตี ซึ่งเป็นข้อมูลอินพุทหนึ่งของมอดูล FARCON ทำให้ต้องใช้การคำนวณภายในมอดูลซึ่งให้ผลที่ไม่ดีนักเนื่องจากคำนวณด้วย วิธีการที่ง่าย ทำให้ผลการคำนวณของมอดูล FARCON มีความแตกต่างกับผลลัพธ์ที่คำนวณด้วยโปรแกรมมาตรฐานค่อนข้างมาก

5.1.1.2 การคำนวณรีเจียนของตัวกลางที่ไม่สามารถฟิชชันได้ (nonfissionable media) เช่นตัวสะท้อนนิวตรอน จะให้ผลลัพธ์ที่ขัดกับความเป็นจริงคือภาคตัดขวางมหภาคของการดูดกลืนของน้ำมีค่าเท่ากับ 0 แต่ถ้าสมมุติให้รีเจียนตัวสะท้อนนิวตรอนเป็นรีเจียนเชื้อเพลิงคือให้มีส่วนประกอบของเชื้อเพลิงเพียงเล็กน้อย (ให้รัศมีแท่งเชื้อเพลิงน้อยมาก เช่นเท่ากับ 0.05 ซม.) การคำนวณก็จะให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับผลลัพธ์จากโปรแกรมมาตรฐาน

5.1.2 ผลการคำนวณค่าคงที่กลุ่มเทอร์มัล

5.1.2.1 การคำนวณค่าคงที่ของรีเจียนเชื้อเพลิง ให้ผลที่แตกต่างจากโปรแกรมมาตรฐานไม่มากนัก สาเหตุของความแตกต่างอันหนึ่งก็คือ การคำนวณของ SLOCON เป็นชนิดเซลล์เอกพันธุ์ มิได้มีการแก้ความผิดพลาดเนื่องจากความแตกต่างระหว่างฟลักซ์ในส่วนของเชื้อเพลิงกับวัสดุหน่วงนิวตรอน

5.1.2.2 การคำนวณตัวกลางที่ประกอบด้วยเชื้อเพลิงล้วนๆ ไม่มีส่วนประกอบของไฮโดรเจน ไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากเกิดความผิดพลาดชนิด "REAL devided by zero" ขึ้น

5.1.3 ผลการคำนวณค่าดิสแอดวานเตจแฟกเตอร์

เนื่องจากไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างมอดูล SLOCON กับ DISFAC ได้ ทำให้ไม่มีประโยชน์ในการใช้มอดูลนี้มากนัก การใช้มอดูล DISFAC มีข้อจำกัดเฉพาะตัว ข้อมูลอินพุทที่จะเตรียมให้กับมอดูล DISFAC เป็นข้อมูลที่ได้จากตารางมาตรฐานนิวเคลียร์ทั่วไป ซึ่งเป็นข้อมูลที่นิวตรอนพลังงาน .0253 อิเล็กตรอนโวลต์

5.1.4 ผลการคำนวณสมการการแพร่กระจายของนิวตรอน 1 กลุ่ม ใน 1 มิติ

มอดูล ODOG ใช้คำนวณหาค่าไอเกน ซึ่งเป็นคำตอบของสมการการแพร่กระจายของนิวตรอน ค่าไอเกนนี้ก็คือค่ามัลติพลิเคชันแฟกเตอร์ มอดูล ODOG เป็นมอดูลที่ได้นำเสนอวิธีการในการคำนวณสมการการแพร่กระจายโดยใช้เทคนิคเชิงตัวเลข ผลการคำนวณที่ได้จากมอดูล ODOG ให้ผลที่ใกล้เคียงกับค่าไอเกนที่ถูกต้อง (exact eigenvalue)

5.1.5 ผลการคำนวณสภาวะวิกฤตของนิวตรอน 3 กลุ่มพลังงาน

มอดูล ODMUG ใช้คำนวณสภาวะวิกฤตของแกนกลางเครื่องปฏิกรณ์ โดยพิจารณานิวตรอน 3 กลุ่ม ข้อมูลของมอดูล ODMUG ส่วนหนึ่งมาจากผลลัพธ์ของมอดูล FARCON และ SLOCON การคำนวณใช้เวลารวดเร็วเนื่องจากใช้เทคนิคการเร่งการลู่เข้า นอกจากนั้นมอดูล ODMUG ยังมีความสามารถในการตรวจสอบหาค่าภาคตัดขวางพอยซินที่ทำให้ได้ค่ามัลติพลิเคชันแฟกเตอร์ตามที่ออกแบบไว้ ในการทดสอบได้ทำการเปลี่ยนค่าเดาเริ่มต้นของภาคตัดขวางพอยซิน พบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดี

5.1.6 ผลการคำนวณเบิร์นอัพของเชื้อเพลิง

มอดูล FBURN ใช้คำนวณเบิร์นอัพหรือการใช้เชื้อเพลิงในเครื่องปฏิกรณ์ ข้อมูลบางส่วนได้จากผลลัพธ์ของมอดูล FARCON และ SLOCON ผลการคำนวณให้ค่าใกล้เคียงกับผลที่ได้จากโปรแกรมมาตรฐาน ความแตกต่างที่เกิดขึ้นเนื่องจากในมอดูล FBURN ไม่ได้มีการปรับค่าภาคตัดขวางใหม่หลังจากแต่ละขั้นเวลา โดยยังใช้ค่าเดิมที่ขั้นเวลา 0

5.1.7 ผลการคำนวณโดยใช้ชุดโปรแกรมรุ่นเชื่อมโยง

การคำนวณโดยใช้ชุดโปรแกรมรุ่นเชื่อมโยง เหมาะสำหรับการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาการจัดการเชื้อเพลิง เนื่องจากการเตรียมข้อมูลอินพุททำได้ง่ายและสามารถคำนวณได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ต้องมีการเตรียมอินพุทใหม่ การคำนวณวัฏจักรเชื้อเพลิงถัดไปสามารถทำได้ทันที โดยไม่ต้องการข้อมูลอินพุทเพิ่มแต่อย่างใด

5.1.8 เวลาที่ใช้ในการคำนวณมอดูลต่างๆ

ได้ทำการคำนวณมอดูลต่างๆ โดยใช้ปัญหาทดสอบเพื่อตรวจสอบเวลาที่ใช้ในการคำนวณด้วยเครื่องไอบีเอ็มพีซี เปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้คำนวณด้วยเครื่องซีดีซี ดังแสดงในตาราง 5.1

5.1.9 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

5.1.9.1 ในการดัดแปลงโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ให้สามารถใช้ได้ด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ทำให้ไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีราคาแพงและมีขั้นตอนการใช้ที่ยุ่งยากซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการเรียนการสอน ถึงแม้ว่าความเร็วในการคำนวณด้วยไมโครคอมพิวเตอร์จะช้ากว่าการคำนวณด้วยเครื่องใหญ่หลายเท่า แต่การใช้งานไมโครคอมพิวเตอร์ก็มีความสะดวกมากกว่า

5.1.9.2 โปรแกรมระบบจัดการที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ ทำให้การใช้งานชุดโปรแกรมมีความสะดวกมากขึ้น ไม่ว่าในการเตรียมข้อมูลเพื่อการคำนวณปัญหาซึ่งมีลักษณะเป็นการถาม-ตอบระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์หรือในด้านการแสดงผลทางจอภาพหรือเครื่องพิมพ์ ซึ่งจะมีประโยชน์อย่างมากกับผู้ใช้ที่ไม่ค่อยมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์

5.1.9.3 ชุดโปรแกรม VPI รุ่นเชื่อมโยงที่ได้ปรับปรุงขึ้นใหม่ จะทำให้การศึกษาปัญหาการจัดการเชื้อเพลิงทำได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากได้ทำการปรับปรุงรูปแบบของข้อมูลอินพุทใหม่เป็นข้อมูลที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนเหมือนข้อมูลของชุดโปรแกรมรุ่นปกติ และสามารถคำนวณมอดูลต่างๆ ได้อย่างต่อเนื่องโดยการเตรียมอินพุทเพียงครั้งเดียว อีกทั้งยังได้ปรับปรุงให้มอดูลมีประสิทธิภาพสูงขึ้นคือสามารถคำนวณวัฏจักรเชื้อเพลิงถัดไปได้ทันที โดยไม่ต้องทำการเตรียมข้อมูลอินพุทใหม่

ตาราง 5.1 เวลาที่ใช้คำนวณปัญหาทดสอบ เปรียบเทียบระหว่างเครื่องไอบีเอ็มพีซีกับซีดีซี

มอดูล	ไอบีเอ็มพีซี	ซีดีซี (8)
FARCON	53.5 วินาที	1.479 วินาที
SLOCON	8 นาที 45 วินาที	1.38 วินาที
DISFAC	15 วินาที	.051 วินาที
ODOG	4 นาที	.948 วินาที
ODMUG	4 นาที 40 วินาที	1.38 วินาที
FBURN	53.6 วินาที	.624 วินาที

5.1.9.4 ชุดโปรแกรมที่ได้ดัดแปลงและพัฒนาขึ้นนี้ อาจเป็นประโยชน์ในการช่วยการเรียนการสอนวิชาทฤษฎีเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในประเทศด้อยพัฒนาอื่น ๆ โดยจะจัดส่งไปเข้าคลังโปรแกรมของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA)

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรให้มีการศึกษาโปรแกรม REP ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้คำนวณค่าเรโซแนนซ์เอสเคปพรอบาบิลิตี เพื่อคำนวณค่าเรโซแนนซ์เอสเคปพรอบาบิลิตีที่มีความถูกต้องมากกว่าเดิม แล้วใส่เป็นอินพุทให้กับมอดูล FARCON ซึ่งจะทำให้ได้ผลลัพธ์จากมอดูล FARCON ที่ดีขึ้นกว่าเดิม โปรแกรม REP ขณะนี้ยังไม่สามารถหาได้จากคลังโปรแกรมของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA)

5.2.2 ควรสนับสนุนให้มีการวิจัยเพื่อการวัดค่าคงที่ทางนิวเคลียร์ แล้วจัดทำเป็นคลังข้อมูลนิวเคลียร์ขึ้น เนื่องจากในการคำนวณต่าง ๆ มักต้องใช้ข้อมูลไลบรารีที่ได้จากการวัด นอกจากนั้นประโยชน์ที่ได้จากการวัดค่าคงที่ทางนิวเคลียร์จะทำให้มีประสบการณ์ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการตรวจสอบพฤติกรรมจริงของนิวตรอนในเครื่องปฏิกรณ์เพื่อเปรียบเทียบกับผลจากการคำนวณด้วยโปรแกรม

5.2.3 ควรเริ่มให้มีการศึกษาเพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับการจัดการเชื้อเพลิงขึ้นเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงและได้ทราบถึงปัญหาที่จะต้องทำการแก้ไขโดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวกับเครื่องปฏิกรณ์วิจัยที่มีใช้ในประเทศไทยขณะนี้

5.2.4 ควรพัฒนาโปรแกรมช่วยสอนนี้ให้มีรูปแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปกราฟฟิก (graphic) ได้ซึ่งจะมีส่วนช่วยให้มีความเข้าใจดีขึ้น