บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

มนุษย์ได้ค้นพบพลังงานชนิดใหม่ คือ พลังงานปรมาณู โดยสามารถควบคุมให้มีปฏิกริยาต่อเนื่อง (Chain Reaction) ได้เป็นครั้งแรกในเดือนธันวาคมของปี 1942 ที่ใต้ถุนอัฒจันทร์สนามกีฬาของมหาวิทยาลัยชิคาโก โดยมี ศาสตราจารย์ เอนริโก เฟอร์มิ เป็นหัวหน้าคณะในการทดลองครั้งนี้ ต่อจากนั้นนักวิทยาศาสตร์ก็ได้ศึกษาค้นคว้าและพัฒนา เพื่อนำพลังงานปรมาณูมาใช้ประโยชน์ แต่เป็นที่น่าเสียดายอย่างยิ่งที่พลังงานปรมาณูถูกนำมาใช้ตอนปลายสงครามโลกครั้งที่สอง ในการทำลายล้างมนุษยชาติ จนทำให้คนส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ไม่ดีต่อพลังงานชนิดใหม่นี้ อย่างไรก็ตาม เมื่อสงครามโลกสงบลง พลังงานปรมาณูได้ถูกประยุกต์ให้เป็นประโยชน์ในทางสันติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการผลิตพลังงานไฟฟ้า โรงไฟฟ้าปรมาณูเริ่มใช้งานเป็นครั้งแรกในราวปี 1956 ประมาณ 14 ปี หลังจากศาสตราจารย์เฟอร์มิ ได้สร้างเตาปฏิกรณ์สำเร็จ และภายในเวลา 20 ปีต่อมา โรงไฟฟ้าปรมาณูที่ใช้งานกันอยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว กล่าวคือ ที่ใช้งานอยู่แล้วมีจำนวนถึง 142 เครื่อง ใน 17 ประเทศ และที่กำลังก่อสร้างหรือสั่งซื้อเรียบร้อยแล้วมีจำนวน 321 เครื่อง จึงเป็นที่แน่ชัดว่า มีแนวโน้มที่พลังงานปรมาณูจะถูกนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าแทนน้ำมัน หรือถ่านหิน ซึ่งนับวันจะมีจำนวน ร่อยหรอลงและมีราคาแพงขึ้น

โรงไฟฟ้าปรมาณูมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับโรงไฟฟ้าน้ำมันหรือถ่านหิน คือ ใช้ไอน้ำเป็นพลังขับเคลื่อนกังหัน (Turbine) เพื่อหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) ในขั้นสุดท้ายเช่นเดียวกัน ต่างกันแต่แหล่งที่ให้ความร้อน (Heat Source) เท่านั้น กล่าวคือ โรงไฟฟ้าน้ำมัน หรือถ่านหินใช้น้ำมันหรือถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง ต้มน้ำให้กลายเป็นไอที่หม้อน้ำ (Boiler) ส่วนโรงไฟฟ้าปรมาณูใช้ยูเรเนียม -235 เป็นเชื้อเพลิงในเตาปฏิกรณ์ (Reactor) พลังความร้อนที่ได้จากการแตกตัว (Fission Process) อาจจะถ่ายเทให้กับน้ำโดยตรง (Direct

Cycle) หรืออาจจะมีตัวกลางนำไปถ่ายเทให้กับน้ำในอีกระบบหนึ่ง (Indirect Cycle) ที่เครื่องผลิตไอน้ำ (Steam Generator) ของเสียที่ได้จากโรงไฟฟ้าน้ำมันหรือถ่านหินก็คือขี้เถ้าและแกสที่เป็นออกไซด์ของซัลเฟอร์ คาร์บอน และไนโตรเจน ส่วนของเสียจากโรงไฟฟ้าปรมาณูก็คือ สารกัมมันตรังสีที่เกิดจากการแตกตัว (Fission Products) ของยูเรเนียม 235 นั่นเอง

ผลที่เกิดจากฟิสชั่นทำให้เกิดธาตุใหม่ขึ้นมาเกือบ 200 ไอโซโทป อย่างไรก็ตาม ไอโซโทปที่เกิดขึ้นมากย่อมมีความสำคัญกว่า เนื่องจากอันตรายที่จะมีต่อสุขภาพมนุษย์เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของไอโซโทปที่เกิดขึ้น และปริมาณที่เล็ดลอดออกมาจากโรงไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้ไอโซโทปที่มีสถานะเป็นแกส ซึ่งมีโอกาสที่จะเล็ดลอดออกมาจากเชื้อเพลิงได้ง่าย จึงมีความสำคัญกว่าพวกที่เป็นของแข็ง และในบรรดาสารกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นเหล่านี้ มีเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่มี half - life ยาวและทำปฏิกริยาทางชีวภาพ (Biochemically Reactive) กับมนุษย์และสัตว์ เมื่อรวบรวมองค์ประกอบเหล่านี้เข้าด้วยกัน ทำให้ธาตุที่น่าสนใจลดลงมาเหลือเพียงไม่กี่ธาตุ ได้แก่ Krypton, Xenon, Iodine, Tellurium, Caesium, Strontium และ Ruthenium โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไอโซโทป I 131, Cs 137 และ Sr 90

มนุษย์ได้รับทราบอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากกัมมันตภาพรังสี ตั้งแต่ปี 1896 จากประสบการณ์อันยาวนานนี้เป็นสิ่งเตือนให้มนุษย์ปฏิบัติต่อสารกัมมันตรังสีเหล่านี้ด้วยความระมัดระวัง นอกจากนี้ได้มีการตั้งกฎเกณฑ์และขีดจำกัดในการรับรังสี เพื่อความปลอดภัยขึ้นในปี 1920 ซึ่งกฎเกณฑ์อันนี้ได้พัฒนาเรื่อยมา ตามประสบการณ์และเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น กฎเกณฑ์ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลก ได้แก่กฎเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นโดย The International Commission on Radiological Protection (ICRP)

สำหรับประเทศไทย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ ก็ได้มีโครงการที่จะสร้างโรงไฟฟ้าพลังปรมาณู ขนาด 600 เมกกะวัตต์ขึ้น ที่บ้านอ่าวไผ่ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เนื่องจากกากที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานปรมาณู (Nuclear Wastes) ส่วนใหญ่เป็นสารกัมมันตรังสี ดังนั้น จึงสมควรที่จะศึกษาการเกิด, วิธีขจัด ตลอดจนการรั่วไหลและคำนวณปริมาณของสารกัมมันตรังสีเหล่านี้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการเกิดขึ้นและปริมาณของสารกัมมันตรังสีในแท่งเชื้อเพลิง

1.2.2 เพื่อศึกษาการรั่วไหลของสารกัมมันตรังสีออกสู่สภาพแวดล้อมในขณะเดินเครื่องปกติ โดยสมมติให้มีข้อบกพร่องในแท่งเชื้อเพลิง 1% และใช้ระบบกำจัดกากของโรงไฟฟ้าปรมาณูแบบ PWR เป็นตัวอย่างในการวิเคราะห์

1.2.3 เพื่อเป็นแนวทางในการทำ Safety Analysis Report ซึ่งจะต้องจัดทำในการขออนุญาตก่อสร้างโรงไฟฟ้า

1.2.4 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบกำจัดกากให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้จะทำการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของสารรังสีที่เกิดขึ้นในแกนเครื่องปฏิกรณ์และที่เล็ดลอดออกมาในส่วนต่าง ๆ ของโรงไฟฟ้าปรมาณูแบบ PWR ขนาด 600 เมกกะวัตต์ ดังนี้

1.3.1 ในแท่งเชื้อเพลิงปรมาณู

1.3.2 ในระบบระบายความร้อนวงจรแรก

1.3.3 ในระบบระบายความร้อนวงจรที่สอง

1.3.4 จุดที่จะปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย

1.4.1 เนื่องจากโรงไฟฟ้าปรมาณูที่ใช้งานในเชิงพาณิชย์มีอยู่หลายแบบด้วยกัน เช่น Boiling Water Reactor, Pressurized Water Reactor Candu - PHW, Magnox และ Advanced Gas Cooled Reactor แต่ละแบบก็มีระบบกำจัดกากแตกต่างกันออกไป ในการวิจัยนี้จึงจำเป็นต้องเลือกเอาแบบใดแบบหนึ่งเป็นหลัก โดยที่พิจารณาแล้วเห็นว่า แบบ Pressurized Water Reactor เป็นแบบที่มีผู้ใช้มากที่สุดในปัจจุบัน

และมีบริษัทผู้ผลิตหลายบริษัท จึงได้เลือกเอาระบบกำจัดกากและระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสีของเครื่องปฏิกรณ์แบบนี้ไว้เป็นหลักในการวิจัยนี้

1.4.2 Parameters บางตัวที่นำมาใช้ในการคำนวณได้มาจากเอกสารและบางตัวผู้วิจัยใช้วิธีสมมติขึ้น

1.4.3 ผู้วิจัยไม่สามารถตรวจสอบผลการคำนวณกับปริมาณสารกัมมันตรังสีที่ปล่อยออกมาจริง ๆ จากโรงไฟฟ้าปรมาณู

1.5 สมมติฐานของการวิจัย

1.5.1 ปริมาณสารกัมมันตรังสีที่ออกมาจากโรงไฟฟ้าปรมาณูที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันไม่ควรเกินความเข้มข้นสูงสุด (Maximum Permissible Concentration) ที่กำหนดขึ้นโดย The International Commission on Radiological Protection (ICRP)

1.5.2 สารกัมมันตรังสีที่มีค่าต่ำกว่าความเข้มข้นสูงสุด ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.6.1 การวิจัยนี้อาจเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างโรงไฟฟ้าปรมาณูในประเทศไทย ได้พิจารณาถึงโอกาสและหนทางที่สารกัมมันตรังสีจากแกนเครื่องปฏิกรณ์จะเล็ดลอดออกสู่ภายนอกอย่างละเอียด

1.6.2 อาจมีส่วนช่วยในการปรับปรุงระบบขจัดกากให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าเดิม

1.6.3 อาจมีส่วนช่วยให้ผู้ที่จะทำการวิจัยต่อไป ใช้เป็นแนวทางที่จะวิเคราะห์หาผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยประยุกต์เข้ากับข้อมูลทางสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ของสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณู

1.6.4 อาจมีส่วนช่วยในการตัดสินใจว่า สมควรจะมีโรงไฟฟ้าปรมาณูในประเทศไทยหรือไม่

1.7 วิธีดำเนินการวิจัย

1.7.1 รวบรวมข้อมูลและข้อเขียนจากเอกสาร และหนังสือต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสีที่เกิดจากขบวนการฟิสชั่น และระบบขจัดกาก เพื่อมิให้ออกสู่สภาพแวดล้อม ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์

1.7.2 คำนวณหาปริมาณสารกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นจากการใช้งานโรงไฟฟ้าปรมาณูขนาด 600 เมกกะวัตต์ และปริมาณสารกัมมันตรังสีที่อาจเล็ดลอดออกสู่สภาพแวดล้อมถายนอกโรงไฟฟ้า ในสภาวะที่มีความบกพร่องที่แท่งเชื้อเพลิง 1%

1.7.3 เปรียบเทียบผลการคำนวณกับข้อกำหนดเกี่ยวกับความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับให้มีสารกัมมันตรังสีของ ICRP