บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ในปัจจุบันนี้โลกมีความต้องการในการใช้พลังงานมากยิ่งขึ้นทุกขณะ โดยที่แหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ และอื่น ๆ ได้ถูกนำไปใช้เป็นจำนวนมากมายมหาศาล เพื่อรองรับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการแขนงต่าง ๆ จนเป็นที่คาดหมายกันว่าในอนาคตอันใกล้นี้ ชนทั่วโลกจะประสพปัญหาการขาดแคลนพลังงานอย่างแน่นอน ทำให้มีการตื่นตัวกันขนานใหญ่ในการค้นคว้าหาแหล่งพลังงานใหม่ที่จะนำมาใช้ทดแทน ไม่ว่าจะเป็นพลังงานจากลม จากน้ำ จากแสงแดด และอื่น ๆ อีกมากมาย

สำหรับประเทศไทยนั้น แหล่งพลังงานที่สำคัญ ได้แก่ น้ำมัน ซึ่งจะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ และนับวันราคาก็จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ นับว่าเป็นปัญหาที่น่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง แม้ว่าประเทศไทยจะมีแหล่งถ่านหินลิกไนต์ หินน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันอยู่บ้างก็ตาม แต่พลังงานเหล่านั้นอาจจะพอเพียงต่อการใช้ในระยะเวลาที่ไม่นานเท่าใดนัก และเมื่อคำนึงถึงแหล่งพลังงานที่มีอยู่กับความต้องการของการใช้พลังงานในอนาคตแล้ว จึงควรที่จะเสาะแสวงหาแหล่งพลังงานอื่น ๆ มาทดแทนแหล่งพลังงานเดิมที่มีอยู่ และควรเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถผลิตขึ้นได้จากทรัพยากรที่มีอยู่ภายในประเทศได้เองด้วย

พลังงานนิวเคลียร์เป็นแหล่งพลังงานอันหนึ่งที่ทั่วโลกได้ให้ความสนใจในการนำมาทดแทนแหล่งพลังงานธรรมชาติอื่น ๆ ที่กำลังจะหมดไปในอนาคต ธาตุซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานนิวเคลียร์ในปัจจุบันที่สำคัญคือ ยูเรเนียม การที่ประเทศไทยจะมีความสามารถพึ่งตนเองได้ในด้านเชื้อเพลิงนิวเคลียร์นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยสองข้อ อันได้แก่ การมีทรัพยากรแร่นิวเคลียร์ในประเทศ และความสามารถทางเทคโนโลยีที่จะผลิตเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ได้เอง

1.2 ปัญหาและความสำคัญของการวิจัย

พลังงานนิวเคลียร์ หมายถึงพลังงานที่ถูกปลดปล่อยออกมา เมื่อมีการแยก รวม หรือแปลงนิวเคลียสของธาตุ มนุษย์ได้ตระหนักถึงอำนาจอันมหาศาลของพลังงานนี้พร้อม ๆ กับการสิ้นสุดลงของสงครามโลกครั้งที่ 2 เมื่อปี พ.ศ. 2488 หลังจากนั้นแม้ว่านักวิทยาศาสตร์บางส่วนจะยังคงวิจัย เพื่อใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์ในทางด้านสงครามต่อไปก็ตาม แต่นักวิทยาศาสตร์อีกส่วนหนึ่งก็ เริ่มวิจัย เพื่อใช้ประโยชน์พลังงานนี้ในทางสันติ โดยในระยะแรกเริ่มนั้นการวิจัยและพัฒนาจะทำได้ในวงจำกัด เฉพาะหมู่ประเทศที่มีอุปกรณ์ เครื่องมือ สารไอโซโทปรังสี ตลอดจนวัสดุต้นกำลัง เท่านั้น

ในปี พ.ศ. 2483 สหรัฐอเมริกาได้ทำการค้นคว้าและพัฒนาวิธีการควบคุมพลังงานนิวเคลียร์ เพื่อประโยชน์ในการใช้พลังงานนิวเคลียร์ในทางสันติ[1] และในปี พ.ศ. 2485 ก็ได้พบวิธีควบคุมปฏิกิริยานิวเคลียร์สำเร็จ เป็นครั้งแรก ทำให้สหรัฐอเมริกามีความต้องการวัสดุนิวเคลียร์ โดยเฉพาะแร่ยูเรเนียม เป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ในการพัฒนาพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งนับว่าเป็นยุคของยูเรเนียมอย่างแท้จริง สำหรับสหรัฐอเมริกานั้นได้ เริ่มผลิตยูเรเนียมจากขี้แร่ของเรเดียม-วาเนเดียมที่ได้กองทิ้งไว้ แต่ผลผลิตที่ได้ไม่เพียงพอกับความต้องการ จึงต้องสั่งซื้อจากแคนาดาและคองโก ด้วยเหตุนี้ในปี พ.ศ. 2491 คณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูแห่งสหรัฐอเมริกาจึงได้หาวิธีการกระตุ้นให้มีการสำรวจหาแหล่งแร่ยูเรเนียมกันอย่างกว้างขวาง โดยการให้รางวัลตอบแทนแก่ผู้สำรวจพบแหล่งแร่ยูเรเนียมที่มีคุณภาพสูง ทั้งยังได้กำหนดราคามาตราฐานของหัวแร่ยูเรเนียมไว้ด้วย ด้วยวิธีการดังกล่าว เป็นผลให้สหรัฐอเมริกาสำรวจพบแหล่งแร่ยูเรเนียมใหญ่ ๆ เพิ่มขึ้นมากกว่า 20,000 แห่ง เป็นผลให้สหรัฐอเมริกากลาย เป็นผู้นำในการผลิตสินแร่ยูเรเนียมของโลกมาจนถึงปัจจุบันนี้

ในปัจจุบันประเทศที่เป็นผู้นำในการผลิตสินแร่ยูเรเนียมนั้น นอกจากสหรัฐอเมริกาแล้วยังมีแคนาดา สหภาพอัฟริกาใต้และออสเตรเลีย ปริมาณการผลิตไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาดและจุดประสงค์ในการนำไปใช้ประโยชน์ การผลิตยูเรเนียมออกไซด์ (Uranium oxide) (U_3O_8) หรือเค้กเหลือง (Yellow cake) ได้เริ่มตื่นตัวกันในปี พ.ศ. 2485 และได้เริ่มผลิตกันจริงจังตั้งแต่ พ.ศ. 2491 เป็นต้นมา ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากในระหว่าง พ.ศ. 2490-2513 คณะกรรมาธิการพลังงานปรมาณูแห่งสหรัฐอเมริกาได้มีโครงการซื้อยูเรเนียมออก-

ไซด์ที่ผลิตขึ้นภายในประเทศและจากต่างประเทศ ซึ่งผลผลิตก่อนปี พ.ศ. 2483 มีปริมาณเพียง 7,500 ตัน แต่เมื่อถึงต้นปี พ.ศ. 2502 ก็ผลิตได้มากกว่า 44,000 ตัน และต่อมาผลผลิตก็เริ่มลดลงเรื่อย ๆ อันเนื่องมาจากภาวะเศรษฐกิจของโลกตกต่ำ เป็นผลให้ผลผลิตของโลกในปี พ.ศ. 2509 กลับลดเหลือเพียง 19,000 ตันเท่านั้น[1] แต่เนื่องจากความต้องการพลังงานไฟฟ้าของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกสูงขึ้น ขณะเดียวกันต้นกำลังที่ได้จากแหล่งเชื้อเพลิงธรรมชาติก็ลดปริมาณลงไปเรื่อย ๆ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ยูเรเนียมมีความสำคัญในฐานะเป็นวัสดุต้นกำลังขึ้นมาแทนที่ได้ การผลิตยูเรเนียมออกไซด์จึงกลับมีเพิ่มขึ้นตามลำดับ มีการคาดกันว่าในปี พ.ศ. 2533 จะมีการผลิตถึง 110,000 ตันต่อปี ดังนั้นแม้ว่าราคายูเรเนียมจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ และแหล่งแร่ยูเรเนียมที่มีคุณภาพสูงนับวันจะร่อยหรอลงไป แต่การค้นหาแหล่งแร่ยูเรเนียมใหม่ก็ยังคงดำเนินต่อไปในอนาคต เพื่อให้ทันกับความต้องการสำหรับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ในปัจจุบันราคายูเรเนียมออกไซด์ในตลาดลอนดอน 27.50 เหรียญสหรัฐต่อปอนด์ U_3O_8[2] และคาดกันว่าในปี พ.ศ. 2543 จะขึ้นถึง 50 เหรียญสหรัฐต่อปอนด์ U_3O_8

ส่วนในประเทศไทยนั้นได้เริ่มสำรวจหาข้อมูลเกี่ยวกับแร่กัมมันตรังสี (Radioactive minerals) เป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2498 โดยกรมทรัพยากรธรณีได้เริ่มทำการสำรวจด้วยวิธีแบบต่าง ๆ โดยความช่วยเหลือทางด้านวิชาการจากต่างประเทศ[3] พบว่าแร่ยูเรเนียมในประเทศไทยมีอยู่หลายชนิด ส่วนใหญ่มักจะพบในแหล่งลานแร่ โดยเฉพาะบริเวณเหมืองแร่ดีบุก-วุลแฟรม ที่จังหวัดพังงา สงขลา สุราษฎร์ธานี และอุทัยธานี แร่ที่พบได้แก่ แร่ซามาร์สไกต์ (Samarskite) ไพรโอไรต์ (Priorite) และโมนาไซต์ (Monazite) แต่เป็นแหล่งที่มีปริมาณไม่มากพอต่อการเปิดทำเหมืองได้ ต่อมาในปี พ.ศ. 2513 ได้มีการสำรวจพบแร่ยูเรเนียมชนิดที่เกิดกับหินทรายอายุประมาณ 190 ล้านปีมาแล้ว ที่อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น อันมีลักษณะทางธรณีวิทยาตลอดจนอายุของหินบริเวณนี้คล้ายคลึงกับบริเวณที่ราบสูงโคโลราโด ซึ่งเป็นแหล่งแร่ยูเรเนียมที่ใหญ่และมีชื่อเสียงมากของสหรัฐอเมริกา ทำให้มีการคาดหวังกันว่าอาจจะเป็นแหล่งแร่ยูเรเนียมที่สำคัญของประเทศไทยได้

สำหรับแร่โมนาไซต์นั้นเป็นแหล่งของธาตุยูเรเนียมชนิดหนึ่ง และมีปริมาณยูเรเนียมเพียงพอที่จะมีคุณค่าทางเศรษฐกิจได้ นอกจากนี้ยังมีพวกธาตุแรร์เอิร์ธ (Rare earths) อยู่ในปริมาณสูง และมีธาตุทอเรียมซึ่งเป็นวัสดุนิวเคลียร์ปนอยู่ด้วย แต่ส่วนใหญ่แล้วมักจะผลิตแร่โมนาไซต์เพื่อประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมจากพวกธาตุแรร์เอิร์ธและธาตุทอเรียม มากกว่าจะผลิตเพื่อเป็น

วัสดุนิว เคลียร์ ดังนั้นในปัจจุบันความต้องการแร่ไมนาไซต์จึงมีมากขึ้น เรื่อย ๆ ซึ่งตามหนังสือ Metal Bulletin ฉบับประจำวันที่ 4 มีนาคม 2518 ได้กำหนดราคาในตลาดยุโรปสำหรับแร่ไมนาไซต์ เข้มข้นที่มีแรร์ เอิร์ธออกไซด์และทอ เรียมออกไซด์ไม่ต่ำกว่า 60% จะมีราคาตาม FOB/FID เมตริกตันละ 234 เหรียญสหรัฐ จนในปัจจุบันจะมีราคาถึงตันละประมาณ 8,000 บาท ซึ่งปริมาณการผลิตแร่ไมนาไซต์ของโลกมีแสดงในตาราง 1.1

ด้วย เหตุนี้จึงทำให้ยู เร เนียมและทอ เรียมมีบทบาทสำคัญยิ่งในด้านวัสดุต้นกำลังที่จะนำมาใช้แทน เชื้อ เพลิงธรรมชาติ เพราะ U_3O_8 1 ปอนด์ จะให้พลังงานความร้อน เท่ากับถ่านหินหนักถึง 8 ตัน ความต้องการยู เร เนียมและทอ เรียมนั้นมีการคาดคะ เนกันว่าระหว่างปี ค.ศ. 1968-2000 ประ เทศต่าง ๆ ทั่วโลกจะมีความต้องการยู เร เนียมมีปริมาณ 900,000-1,300,000 ชอร์ทตัน (Short tons) และทอ เรียมประมาณ 18,200 ชอร์ทตัน โดย เฉพาะในปี ค.ศ.2000 เพียงปี เดียวอาจจะมีความต้องการยู เร เนียมถึง 125,000 ชอร์ทตัน และทอ เรียมประมาณ 4,700 ชอร์ทตัน การคาดคะ เนดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับผลสำ เร็จในการพัฒนา เครื่องปฏิกรณ์กำลัง (Power reactor) ซึ่งคาดว่าจะบรรลุ เป้าหมายอย่างสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 2000 และประ เทศต่าง ๆ ในโลกส่วนมากจะมี เครื่องปฏิกรณ์กำลัง[4]

สำหรับประ เทศไทยนั้นแหล่งแร่ไมนาไซต์[5] ที่จัดว่ามีคุณค่าทาง เศรษฐกิจโดยตัวของมัน เองนั้นยังไม่ เคยพบมาก่อน เลย อย่างไรก็ตามแร่ไมนาไซต์นับว่า เป็นแร่ที่รู้จักกันมาตั้งแต่ก่อนปี พ.ศ. 2475 แต่ยังไม่มีการผลิต เนื่องจากสมัยนั้นชาว เหมืองสนใจ เฉพาะแร่ดีบุก เพียงอย่างเดียว อีกทั้งขาดความชำนาญในการแต่งแร่ จึงทำให้ไม่มีความสนใจขี้แร่ จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2498 กรมทรัพยากรธรณีโดยนายชะนะ นิลคูหา และ ดร.ไพยม อรัณยกานนท์ ได้เริ่มสำรวจกองขี้แร่และแร่หนักอื่น ๆ ในบริ เวณ เหมืองแร่ดีบุก-วุลแฟรม ในบริ เวณภาคใต้แถบตะวันตก[3] พร้อมทั้งให้คำแนะนำและความช่วย เหลือทางวิชาการแก่ชาว เหมืองในด้านการแยกแร่และแต่งแร่ หลังจากนั้นจึงได้ เริ่มมีการผลิตแร่พลอยได้ต่าง ๆ รวมทั้งแร่ไมนาไซต์ เรื่อยมา

เนื่องจากประ เทศไทย เป็นประ เทศที่ผลิตแร่ดีบุก-วุลแฟรมจากลานแร่ ทั้งทางบกและทางทะ เลมากที่สุดประ เทศหนึ่ง ฉะนั้น ศักยภาพที่จะได้ยู เร เนียมจากแร่ประ เภทนี้จึง เป็นสิ่งที่ไม่ควรจะมองข้ามไป ปริมาณที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับความมากน้อยของปริมาณดีบุกที่ผลิตได้ ดังจะ เห็นว่าผลผลิตไมนาไซต์ของไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514-2517 มีปริมาณ เพิ่มขึ้นทุกปี ดังแสดงในตาราง 1.2 หลังจากนั้นได้มีประกาศของกฎกระทรวงอุตสาหกรรมห้ามส่งออกนอกประ เทศ ทำให้ปริมาณการผลิต

ไมนาไซต์ลดลง ในปัจจุบันภายในประเทศไทยมีปริมาณหัวแร่ไมนาไซต์ในครอบครองโดยมิได้มีการจำหน่ายอยู่ประมาณ 962 ตัน แต่ปริมาณแร่ไมนาไซต์เท่าที่ทราบในปัจจุบันซึ่งเป็นผลจากการสำรวจขี้แร่เฉพาะในบริเวณจังหวัดระนอง พังงา และภูเก็ต รวม 71 เหมือง พบว่ามีปริมาณแร่ไมนาไซต์อยู่ประมาณ 6,400 ตัน จากขี้แร่ 213,000 ตัน[6] ซึ่งส่วนใหญ่มิได้เก็บครอบครองไว้

ตาราง 1.1 การผลิตไมนาไซต์เข้มข้นของโลก (Short tons)[5]

Country[1]	1970	1971	1972 p
Australia	4,981	4,854	5,537
Brazil	2,544	1,502	2,453
India[2]	4,004	4,664	e4,700
Malaysia[3]	1,827	1,621	1,927
Mauritania	e110	110	110
Mozambique	2	-	-
Nigeria	14	102	11
Sri Lanka (fomerly cylon)	18	7	e10
Thailand	119	123	188
United States	W	W	W
Zaire	158	239	e240
Total	13,687	13,222	15,176

e = Estimate p = Preliminary W = Withheld to avoid disclosing individual company confidential data

1. In addition to the countries listed, Indonesia and North Korea produce monazite, but information is inadequate to make reliable estimates of output levels.
2. Year beginning April 1 of that stated.
3. Exports

ตาราง 1.2 ผลผลิตแร่โมนาไซต์ในประเทศไทยและปริมาณการส่งออกนอกประเทศ[7]

พ.ศ.	ปริมาณการผลิต (เมตริกตัน)	ปริมาณการส่งออก (เมตริกตัน)	หมายเหตุ
2514	112	-	-
2515	171	100	ส่งไปสหรัฐอเมริกา
2516	318	457	ส่งไปสหรัฐอเมริกา
2517	441	302	ส่งไปสหรัฐอเมริกา และ ส่งไปฝรั่งเศส
2518	183 (ผลผลิตถึงเดือน พ.ค.)	93.6	ส่งไปสหรัฐอเมริกา
รวม	1,225	952.6	

แต่จะกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปตามเหมืองต่าง ๆ

ในปัจจุบันได้มีกลุ่มนักวิชาการของไทยสามารถแยกทอเรียมออกไซด์ (Thorium oxide) ออกจากแร่โมนาไซต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถทำการสกัดธาตุทอเรียมจากแร่โมนาไซต์และทำให้บริสุทธิ์ได้อีกด้วย[8] ดังนั้นทางคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จึงได้จัดให้มีการประชุมพิจารณาวางแผนการดำเนินงานโครงการการใช้ประโยชน์จากแร่โมนาไซต์และยูเรเนียมขึ้น เมื่อ 14 มีนาคม 2518 ซึ่งต่อมาทางสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติได้ทำการศึกษาและพัฒนาขยายการแปรสภาพแร่โมนาไซต์ด้วยวิธีใช้โซดาไฟ[9] จนสามารถผลิตยูเรเนียมออกไซด์ที่บริสุทธิ์ได้ โดยสร้างเป็นโรงงานขนาดเล็ก (Semi-pilot plant) สามารถแปรสภาพแร่โมนาไซต์ได้ปีละประมาณ 1 ตัน แต่ด้วยเหตุที่การย่อยสลายแปรสภาพแร่โมนาไซต์ด้วยโซดาไฟนั้น พบว่าจะสกัดยูเรเนียมออกมาได้ยากและเปลืองพลังงานมากกว่า ฉะนั้นในต่างประเทศจึงนิยมใช้ย่อยสลายด้วยกรด โดยเฉพาะกรดซัลฟูริก (Sulphuric acid) ซึ่งจะให้ผลดีกว่าในแง่ของการสกัดยูเรเนียมออกมาได้ง่ายกว่าและเปลืองพลังงานน้อยกว่า ราคาจึงถูกกว่า และผลิตได้ง่ายกว่า อีกทั้งยังใช้ได้กับแร่ยูเรเนียมทุกชนิด แม้ว่าจะมียูเรเนียมปนอยู่ใน

ปริมาณน้อยหรืออยู่ในสภาพใดก็ตาม ด้วย เหตุนี้การศึกษากระบวนการผลิต เค้ก เหลืองจากยู เร เนียม ที่มีอยู่ในแร่ไมนาไซต์ด้วยวิธีการใช้กรดซัลฟูริกในครั้งนี้ จึงนับว่ามีความสำคัญ เป็นอย่างมาก เพื่อจะได้ข้อมูล เบื้องต้นอันนำไปใช้ในการขยายการผลิตจนถึงขั้นอุตสาหกรรมต่อไป อันจะก่อให้ เกิดผลดีต่อประ เทศไทยในแง่ของความสามารถที่จะพึ่งตน เองในด้าน เชื้อ เพลิงนิว เคลียร์ได้ในอนาคต นอกจากนี้ในแร่ไมนาไซต์ยังมีธาตุแรร์ เอิร์ธและธาตุทอ เรียมปนอยู่ในปริมาณที่มาก ออกมา เป็นผลผลิตพลอยได้ อัน เป็นประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษากระบวนการผลิต เค้ก เหลืองจากแร่ไมนาไซต์ในประ เทศไทยด้วยวิธีใช้กรดอัน เป็นขั้นตอนหนึ่งในการผลิต เชื้อ เพลิงนิว เคลียร์โดยการชะล้าง (Leaching) ด้วยกรดซัลฟูริก และทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีแลก เปลี่ยนอิออนลบกับ เรซิน สำหรับ เป็นแนวทางในการขยายการผลิต เชื้อ เพลิงนิว เคลียร์ เมื่อมีการสร้างโรงไฟฟ้านิว เคลียร์ขึ้นในประ เทศไทยในอนาคตข้างหน้า

1.4 ขอบ เขตของการวิจัย

ขั้นตอนในการวิจัยมีดังนี้

1.4.1. ศึกษาหา เงื่อนไขที่ เหมาะสมในการชะล้าง เอายู เร เนียมออกจากแร่ไมนาไซต์ด้วยการใช้กรดซัลฟูริก

1.4.2. ศึกษาหา เงื่อนไขที่ เหมาะสมในการแยกทอ เรียมและแรร์ เอิร์ธส่วน เกินออกจากน้ำชะล้าง (Leach liquor)

1.4.3. ศึกษาหา เงื่อนไขที่ เหมาะสมในการแยก เอายู เร เนียมออกจากน้ำชะล้าง และทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีแลก เปลี่ยนอิออนลบ โดยใช้ Amberite IRA-400 resin

1.4.4. วิ เคราะห์หาความบริสุทธิ์ของ เค้ก เหลืองตามมาตราฐานของ USAEC เพื่อจะได้กลับไปปรับปรุง เงื่อนไขในการทำให้บริสุทธิ์ จนได้คุณสมบัติของ เค้ก เหลืองตามต้องการ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย