บทที่ 3

วิธีการประเมินอันตรายจากอุบัติเหตุร้ายแรง

หลักในการประเมินอันตรายจากอุบัติเหตุร้ายแรงที่คนจะได้รับ[14] ขึ้นกับสิ่งต่อไปนี้เป็นเกณฑ์ คือ ปริมาณสารกัมมันตรังสีที่ออกสู่บรรยากาศ ลักษณะอากาศในขณะเกิดอุบัติเหตุ และจำนวนประชากรรอบจุดที่ตั้ง

ก. ปริมาณสารกัมมันตรังสีที่ออกสู่บรรยากาศ ขึ้นกับลักษณะของการเกิดอุบัติเหตุ เช่น อุบัติเหตุเกิดจากแกนปฏิกรณ์ฯ ละลายหมดโดยที่ระบบฉีดน้ำระบายความร้อนฉุกเฉินไม่ทำงาน ติดตามมาด้วยอาคารชั้นแรกมีความดันสูงมาก มีสารกัมมันตรังสีออกสู่บรรยากาศ หรืออุบัติเหตุเกิดจากแกนปฏิกรณ์ฯ ละลายเพียงบางส่วน มีสารกัมมันตรังสีที่เป็นแกสรั่วออกจากอาคารชั้นแรก ผ่านเครื่องกรองก่อนออกทางปล่องสู่บรรยากาศ

ข. ลักษณะอากาศในขณะเกิดอุบัติเหตุ จะมีอันตรายมากหรือน้อยขึ้นกับสภาพการฟุ้งกระจายของบรรยากาศ อันได้แก่ แดด ความเร็วลม ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ และความสูงของแหล่งที่สารกัมมันตรังสีออกมาในกรณีอุบัติเหตุเกิดในเวลากลางวันที่มีแดดจัด ความเร็วลมสูง ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่มีค่ามาก และสารกัมมันตรังสีออกมาจากที่สูง การฟุ้งกระจายจะดีมาก อันตรายที่คนจะได้รับน้อย แต่ถ้าอุบัติเหตุเกิดในเวลากลางคืนที่มีเมฆปกคลุมมาก ความเร็วลมช้า ค่าสัมประสิทธิ์ในการแพร่มีค่าน้อย และสารกัมมันตรังสีออกมาจากระดับพื้นดินในสภาพเช่นนี้การฟุ้งกระจายไม่ดี และปกคลุมในบริเวณนั้นนาน ความเข้มของสารกัมมันตรังสีสูง อันตรายที่คนจะได้รับมาก

ค. จำนวนประชากรรอบจุดที่ตั้ง โดยปกติแล้วโรงไฟฟ้าปรมาณูจะตั้งอยู่ในบริเวณที่มีประชากรอาศัยอยู่ไม่หนาแน่นนักรอบอาณาเขต 20 ก.ม. รอบจุดที่ตั้งและอยู่

---

[14] USAEC. 1974. Calculation of Reactor Accident Consequences. Reactor Safety Study. Wash - 1400. (Draft)

ห่างจากชุมชนพอควร เพื่อว่าในกรณีเกิดอุบัติเหตุผลความเสียหายจะกระทบกระเทือนต่อประชากรรอบจุดที่ตั้งน้อยที่สุด

3.1 หลักและข้อมูลในการประเมินของ Wash - 740[15] มีหลักการและข้อมูลในการประเมินดังต่อไปนี้

ก. เครื่องปฏิกรณ์ฯ ผลิตความร้อนขนาด 500 ล้านวัตต์ ใช้ยูเรเนียม - 235 เป็นเชื้อเพลิง

ข. เครื่องปฏิกรณ์ฯ สมมุติตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำใหญ่ ห่างจากตัวเมืองประมาณ 30 ไมล์ อาณาเขตที่ตั้งระยะ 2,000 ฟุต ถือเป็นเขตที่ตั้งเครื่องปฏิกรณ์ฯ

ค. การกระจายของประชากร รวมจุดที่ตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณู

คำนวณมาจากสูตร $P = 200\ R^{2.83}$

ในเมื่อ P = ประชากร

R = รัศมีจากเครื่องปฏิกรณ์ฯ (ไมล์)

สูตรนี้ได้จากการเขียนกราฟ ระหว่างรัศมีและจำนวนประชากรที่รัศมีนั้น ๆ

ง. ในการสมมุติเกิดอุบัติเหตุ สมมุติเดินเครื่องไปครบ 180 วัน กากฟิชชั่นมีความแรงมากที่สุด (180 วัน เป็นวันครบกำหนดเปลี่ยนเชื้อเพลิง) เท่ากับ 4.1×10^8 คูรี่ ไอโอดีนเท่ากับ 5×10^7 คูรี่ แกสเฉื่อย 3.4×10^7 คูรี่

จ. ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาจากหน่วยตรวจอากาศของสหรัฐอเมริกา

ฉ. ข้อสรุปเกี่ยวกับการเกิดอุบัติเหตุใน Wash - 740

---

[15] USAEC. 1957. Theoretical Possibility and Consequences of Major Accident in Large Nuclear Power Plants. Wash - 740.

แบ่งการสมมุติในการเกิดอุบัติเหตุของเครื่องปฏิกรณ์ฯ ออกเป็น 3 ชนิด เพื่อชี้ให้เห็นช่วงที่คนได้รับอันตรายจากรังสีและค่าใช้จ่ายในการอพยพ ดังนี้

1. กรณีกากฟิชชั่นอยู่ในตัวอาคาร อุบัติเหตุแบบนี้สมมุติว่า กากฟิชชั่นจากเครื่องปฏิกรณ์ฯ ผลิตความร้อน 500 ล้านวัตต์ ภายหลังเดินเครื่องครบ 180 วัน แกนปฏิกรณ์ฯ ละลาย คายกากฟิชชั่นอยู่ภายในตัวอาคารใหญ่ สมมุติไม่มีรังสีรั่วออกมาเลย คนได้รับอันตรายจากรังสีแกมมาที่แผ่ออกมาจากกากฟิชชั่นในตัวอาคารใหญ่ ความหนาของเหล็กล้อมรอบตัวอาคารใหญ่ 1 นิ้ว

ตารางที่ 3 - 1 ความเสียหายในบริเวณ 2,000 ฟุต

ชนิดของอันตราย	อพยพใน 2 ช.ม.	อพยพใน 24 ช.ม.
คนบาดเจ็บ	1	15

ตารางที่ 3 - 2 ค่าใช้จ่ายในการอพยพ

จำนวนคน	พื้นที่ (ต.ร. ไมล์)	ค่าใช้จ่าย (ดอลลาร์)
67	1.8	335,000

2. กรณีปล่อยแก๊สออกมา (The Volatile Release Case) สมมุติตัวอาคารใหญ่ไม่สามารถกักแก๊สไว้ได้ มีซีนอน คริบตอน ไอโอดีน โปรมีนและสตรอนเชียม 1 เปอร์เซนต์ ออกมา

ตารางที่ 3 - 3 ความเสียหาย

ชนิดของอันตราย	สูงสุด	ต่ำสุด
เสียชีวิตในระยะสั้น	900	2
บาดเจ็บ	13,000	10

ตารางที่ 3 - 4 ค่าใช้จ่ายในการอพยพ

การอพยพ	คน	พื้นที่ (ต.ร. ไมล์)	ล้านดอลลาร์
ต่ำสุด	-	-	-
สูงสุด	41,000	28	205

3. กรณีปล่อยกากพิชชั่นออกมา 50 เปอร์เซนต์สู่บรรยากาศ

ตารางที่ 3 - 5 ความเสียหาย

อันตราย	สูงสุด	ต่ำสุด
เสียชีวิตในระยะสั้น	3,400	-
บาดเจ็บ	43,000	-

ตารางที่ 3 - 6 ค่าใช้จ่ายในการอพยพ

อพยพ	คน	พื้นที่ (ต.ร. ไมล์)	ล้านดอลลาร์
ต่ำสุด	-	-	-
สูงสุด	460,000	760	2,300

3.2 หลักและข้อมูลในการประเมินของ Wash - 1400[16] ใช้หลักของ Event Trees และ Fault Trees โดยมีข้อมูลในการประเมินดังนี้

ก. เครื่องปฏิกรณ์ฯ แบบน้ำบริสุทธิ์ ผลิตความร้อนขนาด 3,200 ล้านวัตต์ ใช้ยูเรเนียมไดออกไซด์เป็นเชื้อเพลิง โดยมียูเรเนียม - 235 มีความเข้มข้นร้อยละ 2.75 - 3.00

ข. ในการเกิดอุบัติเหตุ สมมุติเดินเครื่องไป 550 วัน (ครึ่งหนึ่งก่อนจะเปลี่ยนเชื้อเพลิง)

ค. ข้อมูลเกี่ยวกับประชากรที่ใช้ในการคำนวณ นำมาจากข้อมูลของประชากรรอบจุดที่ตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณู 66 โรง โดยแบ่งออกเป็น 16 ส่วนห่างกันส่วนละ 22 $\frac{1}{2}$ องศา รวมทั้งหมด 1,056 ส่วน

ง. ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและการกระจายของบรรยากาศ นำมาจากการแบ่งชั้นอากาศของปาสควิล (Pasquill) แบ่งออกเป็น 6 ชั้น A ถึง F ทุกชั้นมีความ

---

[16] USAEC. 1974. An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants. Reactor Safety Study. Wash - 1400 (Draft)

เร็วลม ด้วยการแบ่งลักษณะอากาศแบ่งออกเป็น 24 ชนิด กับอีกชนิดในกรณีฝนตก สภาพอากาศที่แตกต่างกันนี้นำมาจากข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา 40 สถานี

จ. สรุปผลการวิจัยของ Wash - 1400 เกี่ยวกับการเสี่ยงภัย

1. โอกาสการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากมนุษย์ และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 - 7 โอกาสการเกิดอุบัติเหตุ

ชนิดของเหตุการณ์	โอกาสเกิดคนตาย 100 คน หรือมากกว่า	โอกาสเกิดคนตาย 1,000 คน หรือมากกว่า
<u>เกิดจากมนุษย์</u>		
เครื่องบินตก	1 ครั้ง ใน 2 ปี	1 ครั้ง ใน 2,000 ปี
ไฟไหม้	1 ครั้ง ใน 7 ปี	1 ครั้ง ใน 200 ปี
การระเบิด	1 ครั้ง ใน 16 ปี	1 ครั้ง ใน 120 ปี
ก๊าซพิษ	1 ครั้ง ใน 100 ปี	1 ครั้ง ใน 1,000 ปี
<u>เกิดจากธรรมชาติ</u>		
ทอร์นาโด	1 ครั้ง ใน 5 ปี	น้อยมาก
เฮอร์ริเคน	1 ครั้ง ใน 5 ปี	1 ครั้ง ใน 25 ปี
แผ่นดินไหว	1 ครั้ง ใน 20 ปี	1 ครั้ง ใน 50 ปี
อุกกาบาต	1 ครั้ง ใน 100,000 ปี	1 ครั้ง ใน 1,000,000 ปี
โรงไฟฟ้าปรมาณู (100 เครื่อง)	1 ครั้ง ใน 10,000 ปี	1 ครั้ง ใน 1,000,000 ปี

2. การเสี่ยงภัยจากอุบัติเหตุจากโรงไฟฟ้าปรมาณูกับอุบัติเหตุธรรมดา แตกต่างกันดังต่อไปนี้ ถ้าพิจารณาว่ามีประชากรจำนวน 15 ล้าน อาศัยอยู่ในรัศมี 20 ไมล์ รอบจุดที่ตั้งโรงไฟฟ้าปรมาณู พบว่าจำนวนผู้เสียชีวิตและได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุต่าง ๆ ตามตาราง

ตารางที่ 3 - 8 การเสี่ยงภัยเนื่องจากอุบัติเหตุในระยะ 20 ไมล์ รอบโรงไฟฟ้าปรมาณู

ชนิดของอุบัติเหตุ	จำนวนผู้เสียชีวิต	จำนวนผู้บาดเจ็บ
รถยนต์	4,200	375,000
ตกตึก	1,500	75,000
ไฟไหม้	560	22,000
ไฟฟ้าดูด	90	-
ฟ้าผ่า	8	-
โรงไฟฟ้าปรมาณู (100 โรง)	0.3	6

3. ผลความเสียหายที่ติดตามมาเนื่องจากแกนปฏิกรณ์ฯ ละลาย ปฏิกรณ์ฯ เครื่องหนึ่งเฉลี่ยแล้วทุก ๆ 17,000 ปี จะมีอุบัติเหตุเนื่องจากแกนปฏิกรณ์ฯ ละลายเกิดขึ้น 1 ครั้ง ความเสียหายที่ติดตามมาดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3 - 9 ผลความเสียหายจากเครื่องปฏิกรณ์ฯ ละลาย

ประเภทของอันตราย	ปริมาณความเสียหาย
เสียชีวิต	น้อยกว่า 1 คน
บาดเจ็บ	น้อยกว่า 1 คน
เสียชีวิตในระยะต่อมา	น้อยกว่า 1 คน
โรคเกี่ยวกับต่อมไทรอยด์	ประมาณ 4 คน
ผลทางกรรมพันธุ์	น้อยกว่า 1 คน
ทรัพย์สินเสียหาย	100,000* ดอลลาร์

4. จำนวนผู้ที่ได้รับผลต่อเนื่องระยะยาวจากอุบัติเหตุ ผู้ที่ได้รับปริมาณรังสีไม่มากขนาดเสียชีวิตโดยทันทีหรือบาดเจ็บโดยทันทีนั้น อาจมีผลต่อเนื่องแก่ร่างกายในเวลาต่อมาได้ เช่น อาจป่วยเป็นโรคมะเร็ง โรคเกี่ยวกับต่อมไทรอยด์ และผลต่อเนื่องทางกรรมพันธุ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับภาวะหรือเหตุการณ์ในขณะเกิดอุบัติเหตุ

*ไม่รวมถึงค่าเสียหายของโรงไฟฟ้าปรมาณู

ตารางที่ 3 - 10 ผลต่อร่างกายในช่วง 20 ปี อุบัติเหตุมีผู้เสียชีวิต 100 คน

ผลที่เกิด	โอกาสที่จะเกิดต่อโรงต่อปี		ในภาวะปกติ*
	1 ใน 17,000	1 ใน 1,000,000	
เป็นโรคมะเร็ง	น้อยกว่า 1 คน	450 คน	69,000 คน
เป็นโรคที่เกี่ยวกับต่อมไทรอยด์	4 คน	12,000 คน	20,000 คน
ผลต่อเนื่องทางกรรมพันธุ์	น้อยกว่า 1 คน	450 คน	100,000 คน

3.3 เปรียบเทียบความเสียหายจากอุบัติเหตุจาก Wash - 740 และ Wash - 1400 ตามตาราง

ตารางที่ 3 - 11 เปรียบเทียบความเสียหายจาก Wash - 740 และ Wash - 1400

ความเสียหาย	ประเมินโดย Wash - 740		ประเมินโดย Wash - 1400	
	ต่ำสุด	สูงสุด	สูงสุด	เฉลี่ย
เสียชีวิตในระยะสั้น	-	3,400	92	0.05
บาดเจ็บ	-	43,000	200	0.01
ความเสียหายทั้งหมด (พันล้านดอลลาร์)	-	7**	1.7***	0.51***
โอกาสเกิดต่อโรงต่อปี	-	-	1 ในพันล้าน	1 ในหมื่น

*คิดจากประชากรที่อยู่รอบโรงไฟฟ้าในขณะปกติเมื่อยังไม่มีโรงไฟฟ้าปรมาณูตั้งอยู่

**เป็นมูลค่าในปี 1957

***เป็นมูลค่าในปี 1973 ซึ่งมีมูลค่า $\frac{2}{3}$ เท่าในปี 1957

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 ผลความเสียหายที่แตกต่างกันจากการวิจัยทั้งสองครั้งนี้ มีข้อแตกต่างดังต่อไปนี้

1. การวิจัยของ Wash - 1400 ใช้จำนวนประชากรที่อาศัยอยู่รอบโรงไฟฟ้าในสหรัฐอเมริกาจริง ๆ ส่วนการวิจัยของ Wash - 740 ใช้จำนวนประชากรจากการคำนวณไว้สูงกว่ามาก

2. การวิจัยของ Wash - 740 สมมุติ 50 % ของสารกัมมันตรังสีจากแกนปฏิกรณ์ฯ ละลายแพร่ออกสู่บรรยากาศแต่จากการวิจัยของ Wash - 1400 เป็นไปไม่ได้ที่รังสีจะแพร่ออกสู่บรรยากาศเป็นจำนวนมากดังเช่นที่ Wash - 740 ระบุไว้

3. การคำนวณค่าใช้จ่ายในการอพยพของ Wash - 740 ไม่มีการเตรียมการอพยพ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการอพยพสูงอย่างไม่น่าเชื่อ

4. Wash - 1400 ประเมินไว้ว่าสารกัมมันตรังสีมีความร้อนเพียงพอที่จะทำให้กลุ่มสารรังสีลอยสูงขึ้น ทำให้ลดปริมาณความเข้มของสารรังสีระดับพื้นดิน ลักษณะเช่นนี้จะลดความเสียหายที่ติดตามมา ซึ่ง Wash - 740 ไม่ได้พิจารณาถึงเหตุการณ์เช่นว่านี้

3.5 ข้อสมมุติที่ใช้ในการประเมินในวิทยานิพนธ์นี้

อุบัติเหตุร้ายแรงเกิดจากการสูญเสียการระบายความร้อน[17] สาเหตุมาจากท่อน้ำออกหมุนเวียนระบายความร้อนต่อกับถังความดันของเครื่องปฏิกรณ์ฯ แตกที่ปลายทั้งสองข้างหลุดออกมาทันทีทันใด อันนี้เนื่องมาจากท่อใช้งานมานาน หรือไม่อาจทนต่อแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวรุนแรงได้ เมื่อท่อแตกน้ำในระบบระบายความร้อนซึ่งมีความดันสูงถึง 1,100 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว จะไหลออกมาอย่างรวดเร็ว สมมุติว่า

---

[17] Osawa, H., and Togo, Y. 1967. Application of "A Guide to Reactor Site Evaluation" in Japan. Containment and Siting of Nuclear Power Plants.

ระบบระบายความร้อนแกนปฏิกรณ์ฉุกเฉินไม่ทำงาน เชื้อเพลิงได้รับความร้อนสูงจากกากฟิชชั่นจนเชื้อเพลิงละลายหมด มีสารกัมมันตรังสีที่เป็นไอโอดีนออกมาร้อยละ 50 และแกสเฉื่อยออกมาร้อยละ 100 สู่ดรายเวลล์

สารกัมมันตรังสีที่ออกมา ประเมินตามโรงไฟฟ้าปรมาณูแบบน้ำเดือดของญี่ปุ่นที่ใช้ผลิตไฟฟ้า 2 เครื่อง จากโรงไฟฟ้าปรมาณูชื่อ ซูรูกา (Tsuruga) ขนาดผลิตไฟฟ้า 322 ล้านวัตต์ และจากโรงไฟฟ้าปรมาณูชื่อ ฟูคูชิมา (Fukushima) ขนาดผลิตไฟฟ้า 400 ล้านวัตต์ เริ่มใช้งานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 และปี พ.ศ. 2513 ตามลำดับ ในการประเมินสารกัมมันตรังสีที่ออกมาจากอุบัติเหตุสมมุติของโรงไฟฟ้าปรมาณูซูรูกาและฟูคูชิมา เนื่องจากการสูญเสียการระบายความร้อน เชื้อเพลิงละลายหมด มีไอโอดีน - 131 ออกมา 7,000 คูรี่ และ 9,300 คูรี่ ตามลำดับ และมีแกสเฉื่อยออกมา 300,000 คูรี่ และ 430,000 คูรี่ ตามลำดับ ดังนั้นในการประเมินสารกัมมันตรังสีที่ออกมาจากอุบัติเหตุสูญเสียการระบายความร้อนของโรงไฟฟ้าปรมาณูแบบน้ำเดือด ซึ่งสมมุติว่าจะตั้งขึ้นที่อ่าวไผ่ ศรีราชา ซึ่งมีกำลังผลิตไฟฟ้า 600 ล้านวัตต์ โดยสมมุติว่าเชื้อเพลิงละลายหมดปล่อยไอโอดีน - 131 ออกมาประมาณ 14,000 คูรี่ และแกสเฉื่อย 600,000 คูรี่ สู่บรรยากาศ ซึ่งเป็น 2 เท่าของโรงไฟฟ้าปรมาณูซูรูกา ปริมาณความแรงของสารกัมมันตรังสีที่สำคัญ เช่น สตรอนเชียม - 89 สตรอนเชียม - 90 และซีเซียม - 137 ที่ออกมาคิดตามจำนวนร้อยละของไอโอดีน - 131 ที่ออกมา[18] ดังนี้

ปริมาณความแรงของสตรอนเชียม - 89 เท่ากับร้อยละ 0.5 ของไอโอดีน - 131 ที่ออกมา

ปริมาณความแรงของสตรอนเชียม - 90 เท่ากับร้อยละ 0.1 ของไอโอดีน - 131 ที่ออกมา

---

[18] USAEC. 1957. Theoretical Possibility and Consequences of Major Accident in Large Nuclear Power Plants. Wash - 740.

ปริมาณความแรงของซีเซียม - 137 เท่ากับร้อยละ 10 ของไอโอดีน - 131 ที่ออกมา

ในการสมมุติลักษณะอากาศขณะเกิดอุบัติเหตุ สมมุติให้ลักษณะอากาศแบบเจือจางช้า (F) โดยมีความเร็วลม 2.68 เมตรต่อวินาที เกิดในเวลากลางคืนที่มีเมฆปกคลุมค่อนข้างมาก การแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีแพร่ได้ช้า และปกคลุมในบริเวณที่เกิดเหตุนานเนื่องจากความเร็วลมช้า ค่าความเข้มจะสูงคนจะได้รับโคสสูงตามไปด้วย อันเป็นอันตรายร้ายแรงที่คนจะได้รับ

3.6 <u>อันตรายจากสารกัมมันตรังสี</u> ขึ้นกับสิ่งต่อไปนี้

ก. ชนิดของสารกัมมันตรังสี สารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดให้พลังงานออกมาไม่เท่ากัน อันเป็นลักษณะเฉพาะของสารกัมมันตรังสีนั้น ๆ

ข. ชนิดของรังสีที่ปล่อยออกมา อันตรายจากรังสีแต่ละชนิดต่างกัน เช่น รังสีแกมมามีอำนาจในการทะลุทะลวงดีกว่าเบตา อัลฟา

ค. อัตราการรับรังสี หมายถึงการรับรังสีในช่วงเวลา ถ้าอัตราการรับรังสีมากอันตรายมาก

ง. ปริมาณของสารกัมมันตรังสี สารกัมมันตรังสีมากอันตรายมาก สารกัมมันตรังสีน้อย อันตรายน้อย

จ. อันตรายของอวัยวะสำคัญต่อสารรังสี ในกรณีสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกายแล้วไปสะสมอยู่ในอวัยวะสำคัญ เช่น ไอโอดีน - 131 ไปสะสมที่ต่อมไทรอยด์ สตรอนเซียม - 89 สตรอนเซียม - 90 ไปสะสมที่กระดูก สารกัมมันตรังสีจะทำอันตรายต่ออวัยวะที่ไปสะสมอยู่โดยตรง

ฉ. ช่วงเวลาที่สารรังสีไปสะสมอยู่ ในกรณีสารรังสีเข้าสู่ร่างกายสะสมในร่างกายจะนานหรือไม่ขึ้นกับครึ่งชีวิตของสารนั้น ๆ ยิ่งครึ่งชีวิตยาวการสะสมก็จะนาน

ร่างกายได้รับรังสีจากแหล่งใหญ่ ๆ 2 ทาง คือ

1. รับรังสีจากภายนอกร่างกาย หมายถึงสารรังสีอยู่นอกร่างกายแผ่รังสีมาถูก

ร่างกายเช่นในกรณีสารรังสีกองตามพื้นดิน ควันรังสีปลิวมาโดนร่างกาย หรือสารรังสีเปรอะเปื้อนตามร่างกาย ในกรณีรับรังสีจากภายนอกร่างกาย รังสีที่มีอันตรายส่วนใหญ่มีอำนาจในการทะลุทะลวงสูง เช่น เบตา แกมมา แกมมามีอันตรายมากสามารถทะลุทะลวงผ่านชั้นของผิวหนังทำลายเนื้อเยื่อได้

2. รับรังสีภายในร่างกาย สารรังสีเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง เช่น ทางปาก โดยการดื่มหรือกินพวกสารกัมมันตรังสีเข้าไป ทางจมูกโดยการหายใจเข้าไป เมื่อสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ร่างกายก็ไปสะสมอยู่ในร่างกาย เช่น ไอโอดีน - 131 ไปสะสมอยู่ที่ต่อมไทรอยด์ สตรอนเซียม - 89 และสตรอนเซียม - 90 ไปสะสมที่กระดูกทำอันตรายต่ออวัยวะที่สารเหล่านี้เข้าไปสะสมอยู่โดยตรง

3.7 ข้อกำหนดเกี่ยวกับการรับรังสีในกรณีเกิดอุบัติเหตุ

ระดับรังสีที่ถือว่าปลอดภัย (Maximum Permissible Dose) คำว่าปลอดภัยในที่นี้หมายความว่าไม่แสดงอาการผิดปกติให้เห็นเมื่อมีการตรวจทางการแพทย์ ระดับรังสีในกรณีเกิดอุบัติเหตุ มีแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 - 12 ข้อกำหนดการรับรังสีเมื่อเกิดอุบัติเหตุ[19]

นิวไคลด์	อวัยวะสำคัญ	ระดับรังสีที่ถือว่าปลอดภัย
ไอโอดีน - 131	ไทรอยด์	25 แรด
สตรอนเซียม - 89	กระดูก	15 แรด
สตรอนเซียม - 90	กระดูก	1.5 แรด/ปี
ซีเซียม - 137	ทั่วร่างกาย	10 แรด

[19] IAEA. 1966. Safety Series No. 18. Environmental Mornitoring in Emergency Situation.

ในกรณีไอโอดีนบางประเทศกำหนดแตกต่างจากในตาราง เช่น สหรัฐฯ ญี่ปุ่น กำหนดดังนี้

ตารางที่ 3 - 13 ข้อกำหนดการรับไอโอดีน - 131 และรังสีแกมมาเมื่อเกิดอุบัติเหตุในบางประเทศ

นิวไคลด์	อวัยวะสำคัญ	ระดับรังสีที่ถือว่าปลอดภัย
ไอโอดีน - 131	ไทรอยด์ (เด็ก)	150 แรด
ไอโอดีน - 131	ไทรอยด์ (ผู้ใหญ่)	300 แรด
รังสีแกมมา	ทั่วร่างกาย	25 แรด

ระดับรังสีสำหรับประชากรในบริเวณเกิดอุบัติเหตุไม่เกิน สองล้านคน - แรด