แนวโน้มเทคโนโลยีจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถี ปี ค.ศ. 2020–2030 (Rocket and Missile Trend 2020–2030)

นายธนรัฐ ธนะสมบูรณ์

บทนำ

เทคโนโลยีจรวดถือกำเนิดมาเป็นเวลายาวนานตั้งแต่สมัยศตวรรษที่ 13 พร้อมกับการพัฒนาดินปืนโดยชาวจีนโบราณ และได้พัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ซึ่งจรวดและอาวุธนำวิถี (Rocket and Missile) ยังคงถือเป็นหนึ่งในอาวุธหลักของกองทัพทั่วโลก แม้จะมีการพัฒนาอาวุธทางเลือกก้าวหน้าอื่น ๆ ควบคู่ไปด้วย อาทิ อาวุธพลังงาน (Direct Energy) หรือกระสุนอัจฉริยะ (Smart Ammunition) แต่ด้วยจรวดและอาวุธนำวิถีนั้นยังจัดเป็นยุทโธปกรณ์ที่มีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ทั้งด้านขนาด ความแม่นยำ อำนาจการทำลาย และระยะยิง ทำให้ถือเป็นยุทโธปกรณ์ที่สามารถเลือกใช้ในการโจมตีต่อเป้าหมายได้มีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะการทำสงครามยุคสมัยใหม่ที่ต้องการระบบอาวุธที่มีคุณลักษณะ “ฉลาด” (Smart Weapon) มากขึ้น เพื่อให้การโจมตีมีความแม่นยำ ลดความเสี่ยงในการถูกตอบโต้ และลดความเสียหายต่อพื้นที่ข้างเคียงโดยรอบ ทำให้เทคโนโลยีในส่วนระบบนำวิถี (Guidance System) มีความสำคัญมากขึ้น

ในช่วงอนาคตอันใกล้ เทคโนโลยีจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีมีแนวโน้มที่จะพัฒนาไปอีกระดับ ตามการพัฒนาของเทคโนโลยีแวดล้อมอื่น เช่น อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ระบบขับเคลื่อนขั้นก้าวหน้า (Advance Propulsion) คุณสมบัติลดการตรวจจับ (Stealth) และปัญญาประดิษฐ์ (AI) ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถพบได้ในยุทโธปกรณ์ประเภทอื่นเช่นกัน ทำให้ในบางกรณีการจำแนกประเภทอาวุธระหว่างจรวด อาวุธนำวิถี อาวุธปล่อยนำวิถี และระบบนำส่งอาวุธอื่น ๆ นั้นอาจทำได้ยากขึ้นในอนาคตอันใกล้

รูปที่ 1 อาวุธปล่อยนำวิถีความเร็วสูงตรวจจับได้ยากของบริษัท Ratheon

สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (สทป.) เป็นหน่วยงานวิจัยพัฒนาด้านเทคโนโลยีป้องกันประเทศภายใต้การกำกับดูแลของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหม และมีภารกิจหน้าที่ตามกฎหมายในการศึกษาวิจัยเพื่อสนับสนุนความต้องการของเหล่าทัพและส่งเสริมอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ ได้มีโครงการวิจัยพัฒนาจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีเพื่อความมั่นคงในหลายรูปแบบ เพื่อให้ประเทศไทยสามารถพึ่งพาตนเองได้ในอนาคต โดยบทวิเคราะห์นี้จะนำเสนอเทคโนโลยีสำคัญที่เป็นองค์ประกอบของจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถี รวมถึงแนวโน้มที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้ เพื่อให้ผู้บริหารและส่วนงานที่เกี่ยวข้องสามารถพิจารณาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาองค์ความรู้ด้านจรวดและอาวุธนำวิถีต่าง ๆ ในอนาคตต่อไป

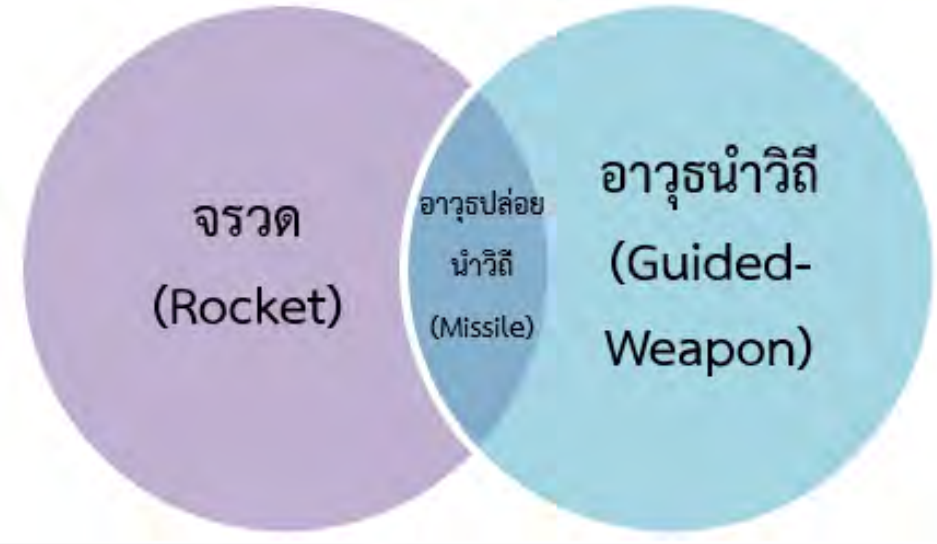
1. แนวการจำแนกระบบจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถี

กลุ่มอาวุธประเภทจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีในปัจจุบัน ถือเป็นยุทโธปกรณ์ที่มีการใช้งานหลากหลายที่สุดตั้งแต่กลุ่มอาวุธขนาดเบา เช่น เครื่องยิงจรวดต่อสู้รถถังที่ใช้กำลังพลเพียงคนเดียวในการปฏิบัติงาน (Portable Anti-Tank Rocket) จนถึงระบบยิงขีปนาวุธข้ามทวีประยะไกลที่ต้องมีระบบสนับสนุนเป็นจำนวนมาก และอาวุธจรวดไม่นำวิถีที่ใช้ยิงวิถีตรง/เล็งจำลอง จนถึงระบบนำวิถีที่สามารถโปรแกรมล่วงหน้า ตรวจจับ และตัดสินใจทำลายเป้าหมายด้วยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้การจำแนกประเภทเทคโนโลยีกลุ่มนี้มีอยู่หลายกระบวนการตามแนวปฏิบัติของผู้ใช้และผู้พัฒนา โดยผู้วิเคราะห์ได้แบ่งการจำแนกออกเป็นระดับพื้นฐาน และระดับคุณลักษณะเฉพาะออกดังนี้

ตารางที่ 1 การจำแนกจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถี

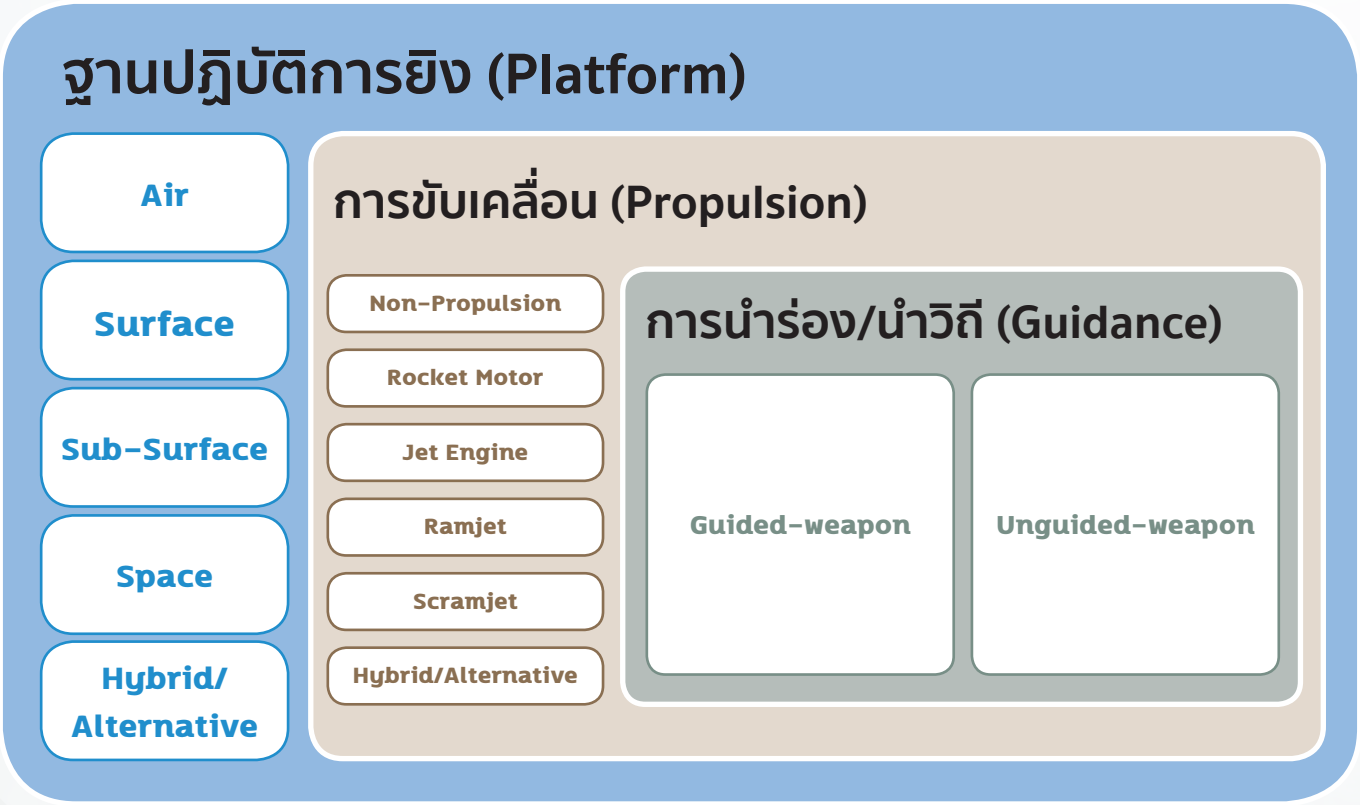
การจำแนกระดับพื้นฐาน			
ประเภท	**คุณลักษณะสำคัญ**	**ตัวอย่างยุทโธปกรณ์**	**ภาพตัวอย่าง**
จรวด (Rocket)	• อาศัยแรงขับเครื่องยนต์จรวด (Rocket Engine) • มีเชื้อเพลิง (Propellant) ในการสันดาปทางเคมี • ติดตั้งอุปกรณ์ (Payload) หรือหัวรบ (Warhead)	• เครื่องยิงจรวดหลายลำกล้อง (MLRS) เช่น BM21 • จรวดอากาศ-สู่-พื้น ไม่นำวิถี เช่น Hydra70	
อาวุธปล่อยนำวิถี (Missile)	• มีระบบนำวิถี (Guidance System) • มีระบบควบคุมการบิน/ปรับวิถีการบิน (Flight system) • ติดตั้งอุปกรณ์ (Payload) หรือหัวรบ (Warhead)	• อาวุธปล่อยนำวิถีต่อสู้รถถัง เช่น Javelin • ขีปนาวุธข้ามทวีป (ICBM) เช่น SS-25 Sickle	

โดยพื้นฐานแล้ว จรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีเป็นยุทโธปกรณ์ที่มีเป้าหมายคล้ายกัน คือ การนำส่งวัตถุ หรืออุปกรณ์ (Payload) บางอย่าง ซึ่งอาจเป็นหัวรบ (Warhead) หรืออุปกรณ์ตามภารกิจเป้าหมายจากฐานยิง (Launcher Platform) ไปยังตำแหน่งเป้าหมาย (Target Area) แต่อาจมีข้อแตกต่างกันในบางประเด็น คือ ระบบจรวด (Rocket) นั้นเจตนาสื่อถึงรูปแบบระบบการขับเคลื่อนเป็นสำคัญว่าต้องใช้เครื่องยนต์จรวด (Rocket Engine) ซึ่งไม่กำหนดว่าต้องมีการควบคุมหลังจากการยิงใด ๆ ขณะที่ระบบอาวุธปล่อยนำวิถี (Missile) นั้นมุ่งเน้นที่รูปแบบระบบการนำร่อง และการปรับทิศทาง เพื่อบังคับให้จรวดเข้าสู่เป้าหมายโดยมีกระบวนการควบคุมระหว่างการเดินทาง (Trajectory Flight Control) เป็นหลัก ซึ่งในหลายกรณีระบบนำวิถี (Guidance System) อาจถูกนำไปติดตั้งกับอาวุธแบบอื่นที่อาจไม่มีระบบจรวดเกี่ยวข้องเลยก็เป็นไปได้ โดยสามารถเรียกเป็นภาพรวมว่าระบบอาวุธนำวิถี (Guided Weapon) เช่น ระเบิดนำวิถี (Guided Bomb) ตามแผนภาพความสัมพันธ์ในรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจรวด อาวุธนำวิถี และอาวุธปล่อยนำวิถี

ทั้งนี้ในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้ เทคโนโลยีจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีมีการพัฒนาที่หลากหลายขึ้นตามภารกิจและวัตถุประสงค์เฉพาะทางหลายประการ ทำให้การจำแนกชนิด/ประเภท ของยุทโธปกรณ์จำเป็นต้องมีการขยายรูปแบบเพื่อให้ครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์ในตลาดยุทโธปกรณ์เพื่อความมั่นคงมากยิ่งขึ้น ประกอบด้วยหัวข้อฐานยิง ระบบขับเคลื่อน และการควบคุม ดังที่แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปแบบการจัดแบ่งประเภทของจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีในปัจจุบัน

จากรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่ารูปแบบของจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีสามารถพัฒนาออกมาได้เป็นรูปแบบที่หลากหลาย ให้สอดคล้องกับภารกิจ เช่น การออกแบบยุทโธปกรณ์เพื่อภารกิจโจมตีภาคพื้นดินด้วยอาวุธทางอากาศความแม่นยำสูง จะเกิดเป็นผลิตภัณฑ์อาวุธปล่อยนำวิถีแบบอากาศ-สู่-พื้น ได้ หรืออาวุธปล่อยนำวิถีแบบเดียวกันอาจสามารถนำมาประยุกต์ติดตั้งได้หลายฐานยิง เช่น อาวุธปล่อยนำวิถีต่อสู้อากาศยานแบบ MICA ที่มีคุณลักษณะยิงได้ทั้งจากอากาศยาน (อากาศ-สู่-อากาศ) และฐานยิงภาคพื้นดิน (พื้น-สู่-อากาศ)

รูปที่ 4 อาวุธปล่อยนำวิถีต่อสู้อากาศยาน MICA รุ่นยิงจากอากาศ/ภาคพื้นดิน

อาวุธจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีถือเป็นยุทโธปกรณ์สำคัญในการใช้โจมตีเป้าหมายหลายประเภท แต่ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันที่มีความก้าวหน้ามากขึ้น ทำให้เริ่มมีการบูรณาการเทคโนโลยีไปสู่อาวุธประเภทอื่นให้ทวีขีดความสามารถ/ประสิทธิภาพ/ราคาที่ดีขึ้น และสามารถปฏิบัติการได้เหมาะสมเพื่อเป็นทางเลือกให้กองกำลังต่าง ๆ พิจารณาได้เช่นกัน อาทิ ระเบิดนำวิถี (Guided Bomb) หรือชุดดัดแปลงระเบิดนำวิถี (Guidance-Bomb Kit) ที่ช่วยให้อากาศยานสามารถใช้ระเบิดธรรมดาสามารถโจมตีเป้าหมายด้วยความแม่นยำสูง รวมถึงอากาศยานไร้คนขับ (UAV) ที่มีคุณสมบัติในการใช้เป็นอาวุธพลีชีพ (Suicide Drone/Loitering Bomb) ที่สามารถบินรอเหนือพื้นที่เป้าหมายเป็นเวลานาน ก่อนตัดสินใจเดินทางกลับหรือโจมตีโดยทำลายตนเองไปพร้อมกับเป้าหมายที่มีความคุ้มค่า ซึ่งต่างจากจรวด/อาวุธปล่อยนำวิถีทั่วไปที่เป็นคุณลักษณะใช้แล้วทิ้ง (One-Time Used) เป็นหลัก โดยบทวิเคราะห์ฉบับนี้ขอยกตัวอย่างเทคโนโลยีสำคัญเฉพาะในส่วนของอาวุธประเภทจรวด/อาวุธปล่อยนำวิถี ที่โดดเด่นในอนาคตอันใกล้ซึ่งแตกต่างจากเทคโนโลยีกลุ่ม UAV ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 การจัดประเภทจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีที่สำคัญในปัจจุบัน

ประเภท	คุณลักษณะสำคัญ	ตัวอย่างยุทโธปกรณ์	ภาพตัวอย่าง
Rocket (จรวด)	• อาศัยแรงขับเคลื่อนของ Rocket Engine และเชื้อเพลิงเผาไหม้ • ไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการนำวิถี	• กลุ่มอาวุธจรวดต่อสู้รถถัง/จรวดพื้น-สู่-พื้น/จรวดอากาศ-สู่-พื้นไม่นำวิถี • จัดเป็นอาวุธราคาประหยัด เช่น RPG-7 และ 122 mm Grad	

ตารางที่ 2 การจัดประเภทจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีที่สำคัญในปัจจุบัน (ต่อ)

ประเภท	คุณลักษณะสำคัญ	ตัวอย่างยุทโธปกรณ์	ภาพตัวอย่าง
Guidance Kit (ชุดนำวิถี)	• ระบบควบคุมและปรับแต่งวิถีการโคจร • ระบบรับ-ส่งข้อมูลเป้าหมายกับอาวุธ • ใช้ประกอบกับอาวุธไม่นำวิถีแบบเดิมเพื่อเพิ่มเติมคุณสมบัติ	• ชุด Guided Bomb Kit เช่น Lizard • ชุด Guidance Rocket Kit เช่น Elbit 122mm Kit • ชุด Guidance Artillery Munition kit เช่น LR-PGK BAE	
Missile (อาวุธปล่อยนำวิถี)	• ขับเคลื่อนด้วยเชื้อเพลิง/เครื่องยนต์ภายใน • มีคุณสมบัติในการนำวิถี/นำร่องตัวเองโคจรสู่เป้าหมาย	• อาวุธปล่อยนำวิถีต่อสู้อากาศยาน เช่น Igla • อาวุธปล่อยนำวิถีโจมตีเรือรบ เช่น Harpoon	
Ballistic Missile (ขีปนาวุธ)	• อาวุธนำวิถีแบบพื้น-สู่-พื้น ระยะยิงไกลตั้งแต่ 150 กม. ขึ้นไป • ใช้การโคจรวิถีโค้งสู่ชั้นบรรยากาศเพื่อส่งหัวรบสู่เป้าหมาย	• ขีปนาวุธระยะสั้นทางยุทธวิธี เช่น ATACMS (US) • ขีปนาวุธข้ามทวีป (ICBM) เช่น Hwasong-16	
Cruise Missile (ขีปนาวุธร่อน)	• อาวุธนำวิถีโจมตีภาคพื้นจากฐานยิงภาคพื้น-อากาศ-ทะเลหรือใต้ทะเล • มีคุณสมบัติเคลื่อนที่โดยการโคจรตามภูมิประเทศที่เพดานบินต่ำ-ปานกลาง	• ขีปนาวุธร่อนแบบ เช่น Tomahawk (US) • ขีปนาวุธร่อนความเร็วเหนือเสียงต่อต้านเรือรบ เช่น Brahmos (India)	

ตารางที่ 2 การจัดประเภทจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีที่สำคัญในปัจจุบัน (ต่อ)

ประเภท	คุณลักษณะสำคัญ	ตัวอย่างยุทโธปกรณ์	ภาพตัวอย่าง
HGV: Hypersonic Glided Vehicle (อาวุธร่อนความเร็วสูง)	• อาวุธร่อนที่มีความเร็วโคจรตั้งแต่ 5 มัคขึ้นไป • มีขีดความสามารถในการนำวิถีและปรับเส้นทางการบินได้ • อาจเป็นได้ทั้ง จรวดนำวิถี ขีปนาวุธ หรือ อากาศยานไร้คนขับประยุกต์เพื่อนำส่งหัวรบ	• ขีปนาวุธโจมตีภาคพื้นดินความเร็วสูงมาก เช่น Zircon (Russia) • พาหนะร่อนความเร็วสูงมาก เช่น Avanguard (Russia)	

ในปัจจุบัน การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีจรวดและอาวุธนำวิถี ยังถือเป็นความสำคัญลำดับต้น ๆ ในหลายประเทศ แม้ว่าจะมีการพัฒนาอาวุธทางเลือกอื่นขึ้นมาเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุผลที่ว่าเป็นยุทโธปกรณ์ที่มีการใช้งานมายาวนาน จึงสามารถประยุกต์ให้เข้ากับหลักนิยมทางทหารได้หลากหลาย ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้ออื่นต่อไป

2. การวิจัยและพัฒนาจรวด และอาวุธปล่อยนำวิถีพื้น-สู่-พื้นที่สำคัญในต่างประเทศ

จรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีถือเป็นยุทโธปกรณ์สำคัญที่ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องในทุกภูมิภาคของโลก ในฐานะที่เป็นอาวุธสำคัญในคลังแสงที่มีอายุการใช้งานจำกัด แต่จำเป็นต้องใช้ในการปฏิบัติภารกิจทั้งในระดับยุทธวิธี และส่งผลกระทบในการตัดสินใจระดับยุทธศาสตร์ของแต่ละชาติ ซึ่งหัวข้อนี้จะเลือกวิเคราะห์และพิจารณาถึงความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีประเภท พื้น-สู่-พื้น (Surface-to-Surface) ใน 7 ประเทศสำคัญ เนื่องจากการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีประเทศไทยเริ่มต้นจากระบบการยิงภาคพื้นดินเป็นสำคัญ จึงได้ดำเนินการคัดเลือกผลิตภัณฑ์แนวทางตัวอย่างในต่างประเทศเพื่อให้หน่วยงานในประเทศไทยสามารถใช้ประเมินขีดความสามารถและแนวคิดในการพัฒนาเพื่อนำไปใช้งานจริงในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3 การพัฒนาจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีพื้น-สู่-พื้นในต่างประเทศ

ประเภท	คุณลักษณะสำคัญ	ตัวอย่างยุทโธปกรณ์	ภาพตัวอย่าง
GMLRS-ER: Guidance Multi-Launcher Rocket System Extend-Ranged (US)	• ทดแทนระบบจรวด M26-MLRS ที่ระยะยิงสั้นกว่า • คุณสมบัตินำร่องแบบหลายรูปแบบ GPS/INS/SAL (Semi-Active Laser) เพื่อรองรับสงครามอิเล็กทรอนิกส์ • หัวรบสามารถแลกเปลี่ยนใช้กับอาวุธปล่อยนำวิถีแบบอื่นได้	• ระยะยิง 150 กม. • จรวด 4 นัด/ชุดยิง • สามารถใช้หัวรบทางเลือกได้หลากหลายทั้งลูกจรวดเดิมของ M26 และหัวรบเชื้อเพลิงอากาศขั้นก้าวหน้า (Thermobaric Blast Warhead) • ผู้ใช้ปัจจุบัน: สหรัฐอเมริกา	

ตารางที่ 3 การพัฒนาจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีพื้น-สู่-พื้นในต่างประเทศ (ต่อ)

ประเภท	คุณลักษณะสำคัญ	ตัวอย่างยุทโธปกรณ์	ภาพตัวอย่าง
LORA: Long-Range Artillery Guided Missile (Israel)	• พัฒนาจรวดนำวิถีพื้น-สู่-พื้น สำหรับฐานยิงบนบกและในทะเล • นำร่องโดย GPS/INS • เป็นจรวดที่รองรับการบินเดินทางแบบ Shaped Trajectory เพื่อเพิ่มพิสัยการเดินทาง โดยไม่ต้องใช้เพดานบินสูง	• ระยะยิง 300 กม. • จรวด 4 นัด/ชุดยิง • ระยะคลาดเคลื่อน (CEP) < 10 เมตร • รองรับหัวรบ 400-600 กก. • ผู้ใช้ปัจจุบัน : อิสราเอลและอาเซอร์ไบจาน	
A-Series GMLRS (China)	• จรวดนำวิถีอเนกประสงค์ราคาประหยัดที่ใช้กับฐานยิงได้หลายแบบ • นำร่องโดยดาวเทียม Beidou/INS • ใช้จรวดร่วมกับ รุ่น A100 ที่ไม่นำวิถีได้	• ระยะยิง 290 กม. • จรวด 8 นัด/ชุดยิง • ระยะคลาดเคลื่อน (CEP) < 30 เมตร • ผู้ใช้ปัจจุบัน: จีน ปากีสถาน และเบลารุส (ในชื่อ Polonez-M)	
Tornado-S/G (Russia)	• พัฒนาต่อยอดจาก Smerch รุ่นระยะยิง 70 กม.ที่มีจำนวนมากให้สามารถนำวิถี • นำร่องโดยดาวเทียม Glosnass • เป้าหมายที่ระยะเกิน 100 กม. รัสเซียมีอาวุธอื่นใช้แทนได้	• ระยะยิง 90 กม. • จรวด 12 นัด/ชุดยิง • มีรุ่น 122 มม. ที่ดัดแปลงให้ใช้กับฐานยิงรุ่นเก่า (BM21) • ติดตั้งหัวรบได้หลากหลาย ตั้งแต่ ต่อต้านบุคคล จนถึงสร้างสนามทุ่นระเบิด	
Pinaka Guided Rocket (India)	• จรวดขนาด 214 มม. รุ่นนำวิถีของ PinakaMKII • นำร่องโดยดาวเทียม GPS/IRNSS • ต้องการอาวุธพิสัยไกลกว่าจรวด 122 มม. (40 กม.) แต่คล่องตัวกว่าจรวดขนาดใหญ่ (270-330 มม.)	• ระยะยิง 75 กม. • จรวด 12 นัด/ชุดยิง • ระยะคลาดเคลื่อน (CEP) < 30 เมตร • เริ่มเข้าประจำการในปี ค.ศ. 2020	

ตารางที่ 3 การพัฒนาจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีพื้น-สู่-พื้นในต่างประเทศ (ต่อ)

ประเภท	คุณลักษณะสำคัญ	ตัวอย่างยุทโธปกรณ์	ภาพตัวอย่าง
R-Han 122/450 (Indonesia)	• เพิ่มคุณสมบัตินำวิถีให้กับจรวด 122 มม. • จรวด 450 มม. อยู่ระหว่างการพัฒนา • คาดว่านำร่องด้วยระบบ GPS	• ระยะยิง 32 กม. (ขนาด 122 มม.) • ระยะยิง 150 กม. (รุ่น 450 มม.) • ใช้กับฐานยิง RM70 (BM21) รุ่น 40 ท่อยิงในการพัฒนา	
Chun-Mu Guided Rocket (South Korea)	• ใช้กับแท่นยิงจรวดอเนกประสงค์ขนาด 130/227/239 มม. • จรวดนำวิถีพัฒนาเฉพาะรุ่น 239 มม. • นำร่องด้วยระบบ GPS/INS	• ระยะยิง 290 กม. • จรวด 8 นัด/ชุดยิง • ระยะคลาดเคลื่อน (CEP) < 30 เมตร • ผู้ใช้ปัจจุบัน: จีน ปากีสถาน และเบลารุส (ในชื่อ Polonez-M)	

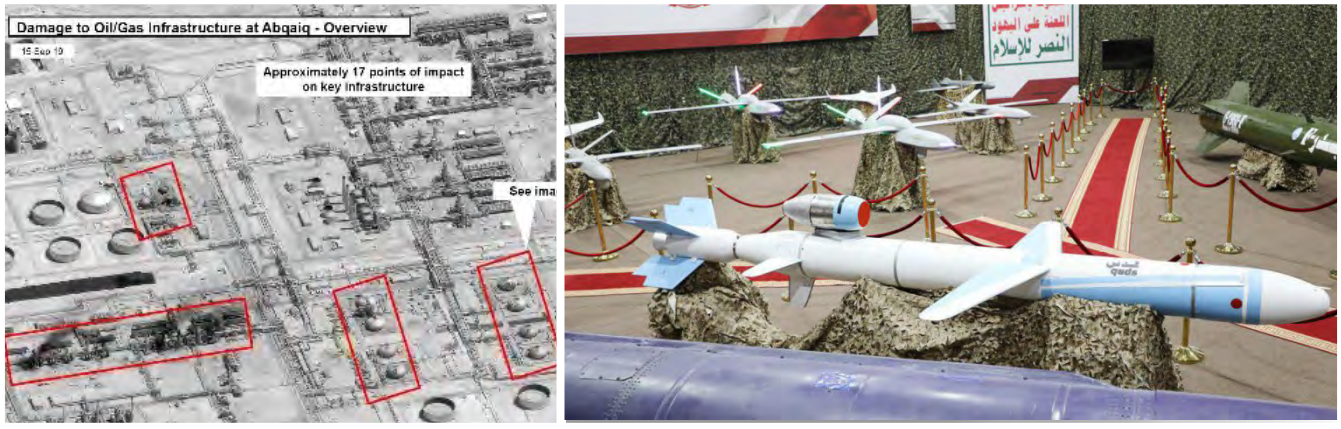
จากหัวข้อข้างต้น สามารถพิจารณาได้ว่า การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีของแต่ละประเทศมีแนวโน้มที่คล้ายกันด้านหนึ่ง คือ เป็นการพัฒนายุทโธปกรณ์เพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะของเหล่าทัพและหลักนิยมที่แต่ละประเทศใช้ อาทิ การออกแบบที่เน้นด้านราคา ความคุ้มค่า ระยะยิงที่เหมาะสม ความเข้มแข็งทางระบบอิเล็กทรอนิกส์หรือความอ่อนตัวในการปฏิบัติการร่วมกับฐานยิงและจรวดหลายชนิด ซึ่งเห็นได้ชัดว่า เทคโนโลยีจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีนั้นมีมาตรฐานที่ค่อนข้างอิสระต่างจากอาวุธยิงแบบอื่น อาทิ ปืนใหญ่ ระเบิด ที่มีมาตรฐานกลางเป็นที่นิยมกัน เช่น ความกว้างปากลำกล้อง และระบบควบคุมการยิง

การออกแบบและพัฒนาจรวดและอาวุธนำวิถีนั้น แต่ละประเทศจะเลือกออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการและโครงสร้างพื้นฐานที่ตนเองมีมากที่สุด เช่น การออกแบบขนาดของลำกล้องจรวดนั้นไม่จำเป็นต้องยึดโยงกับผู้ผลิตเจ้าเดิม เพราะแม้ว่าจะมีขนาดเท่ากัน เช่น จรวดนำวิถี 122 มม. แต่กระบวนการควบคุมการยิงและแท่นยิงจรวดก็ไม่สามารถแลกเปลี่ยนตัวลูกจรวดได้อิสระอยู่ดี เพราะขึ้นอยู่กับระบบอิเล็กทรอนิกส์และฐานยิงที่สนับสนุนด้วย ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมักเลือกขนาดที่ตัวเองสะดวกในการใช้งานที่สุด เช่น 214/239 มม. และเลือกจะจัดซื้อเทคโนโลยีส่วนที่ขาดจากผู้จำหน่ายภายนอกมาชดเชยแทนได้ตามความต้องการในภายหลัง โดยมีตัวอย่างกรณีศึกษาสำคัญหนึ่งของสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ คือ การผลิตจรวดไม่นำวิถีขนาด 122 มม. ภายในประเทศให้สามารถใช้กับฐานยิงที่จัดซื้อมาจากต่างประเทศ จึงจำเป็นต้องมีการรับรองและทดสอบจำนวนมาก ว่าจะสามารถทำการยิงได้อย่างแม่นยำปลอดภัย แม้ว่าตัวลูกจรวดจะมีขนาดทางกายภาพและคุณสมบัติการยิงเท่ากันตั้งแต่แรกก็ตาม

3. แนวโน้มของจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีในอนาคต

ปัจจุบันเทคโนโลยีระบบอาวุธนำวิถีขั้นก้าวหน้า เริ่มกลายเป็นยุทโธปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการพัฒนากำลังรบยุคใหม่ เพื่อปฏิบัติการรบอย่างกว้างขวางโดยกองกำลังทั่วโลกไปแล้ว จากเดิมที่เป็นเพียงอาวุธเฉพาะทางหรืออาวุธอัจฉริยะที่ใช้เฉพาะภารกิจโจมตีเป้าหมายคุณค่าสูงโดยชาติมหาอำนาจเท่านั้น ซึ่งทำให้หน่วยงานความมั่นคงจำเป็นต้องพิจารณาวิธีการนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ รวมถึงพัฒนามาตรการหรือวิธีการรับมือตอบโต้ภัยคุกคามเทคโนโลยีสูงเหล่านี้ด้วย

สหรัฐอเมริกาและชาติพันธมิตรริเริ่มการใช้อาวุธความแม่นยำสูง (Precision Guided-Weapon) หรืออาวุธอัจฉริยะ (Smart Weapon) อย่างจริงจังในสงครามตั้งแต่ ค.ศ. 1990 เป็นต้นมา ซึ่งในช่วงปี ค.ศ. 2020 นี้จำนวนผู้ใช้อาวุธเหล่านี้ได้เพิ่มขึ้นอย่างมากทั้งในกลุ่มชาติมหาอำนาจ เช่น รัสเซีย จีน สหภาพยุโรป รวมไปถึงชาติขนาดเล็ก เช่น อิหร่าน และเกาหลีเหนือ แม้กระทั่งกลุ่มติดอาวุธที่ไม่มีสถานะรัฐชัดเจนอย่าง กลุ่มเฮซบอเลาะห์ หรือฮูติ ก็สามารถพัฒนาเทคโนโลยีจรวดและอาวุธนำวิถีของตนเอง จนสามารถใช้ปฏิบัติการรบได้จริง โดยอาศัยความช่วยเหลือที่ไม่เป็นทางการจากภายนอก อาทิ กรณีการโจมตีสถานที่ผลิตน้ำมันของซาอุดีอาระเบีย โดยหน่วยขีปนาวุธร่อนและโดรนของกลุ่มกบฏฮูติ ในตะวันออกกลาง



รูปที่ 5 คลังน้ำมันของซาอุดีอาระเบียและขีปนาวุธร่อนที่ใช้โจมตี

ด้วยสถานะของเทคโนโลยีพื้นฐาน เช่น วัสดุศาสตร์ เชื้อเพลิงก้าวหน้า ชุดเครื่องยนต์ ระบบสื่อสาร เทคโนโลยีดิจิทัล และสารสนเทศ ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยอิสระและซื้อขายเชิงพาณิชย์เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ประเทศขนาดเล็กที่มีโครงสร้างอุตสาหกรรมป้องกันประเทศในระดับหนึ่งก็สามารถยกระดับเทคโนโลยีเหล่านี้ให้สนับสนุนการพัฒนายุทโธปกรณ์ประเภทจรวดและอาวุธนำวิถีได้ โดยไม่จำเป็นต้องลงทุนศึกษาวิจัยมาก และสามารถจัดหาเทคโนโลยีส่วนที่ขาดจากตลาดอุตสาหกรรมป้องกันประเทศบนโลกเสรีได้โดยทั่วไป ซึ่งไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นค่ายตะวันตกหรือตะวันออก เช่น การพัฒนาเทคโนโลยีจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีในตุรกี อินโดนีเซีย อิหร่าน หรืออินเดีย ซึ่งบทความนี้จะมุ่งเน้นไปยัง 3 หัวข้อสำคัญ คือ ความแม่นยำ ระยะยิง และความเร็ว ที่มีแนวโน้มการพัฒนาอย่างชัดเจนภายในปี ค.ศ. 2030 นี้

3.1 ความแม่นยำ (Accuracy)

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีด้านความแม่นยำที่สนับสนุนระบบจรวดและอาวุธนำวิถีอยู่หลายประเภท โดยหลักการที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพคุ้มค่า (Cost-Effective) มากที่สุดแบบหนึ่ง คือ การนำวิถีด้วยสัญญาณพิกัดผ่านดาวเทียม (GNSS: Global Navigation Satellite System) อาทิ ระบบ GPS (US) GLONASS (Russia) Galileo (EU) และ Beidou (China) ที่มีเครือข่ายให้บริการพิกัดได้ทั่วโลก ซึ่งอาวุธนำวิถีสามารถติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณภายในตัวจรวดและเทียบค่าพิกัดตนเองกับเป้าหมายผ่านเครือข่ายดาวเทียมได้อย่างรวดเร็ว และนำพิกัดส่วนที่แตกต่างมาปรับวิถีการบินให้พุ่งเข้าสู่เป้าหมายได้ตลอดเวลา ซึ่งมีต้นทุนที่ประหยัดมากเพราะใช้เซนเซอร์เพียงระบบเดียวแต่ผู้ใช้จำเป็นต้องมีเครือข่ายดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นที่นั้น

และเข้าถึงได้ตลอดเวลาก่อน โดยมีตัวอย่างเช่น ขีปนาวุธร่อนระยะไกลแบบโทมาฮอร์ค (US) ซึ่งเดิมมีระบบนำวิถีที่แม่นยำหลายแบบ เช่น เรดาร์ภาคพื้น ระบบภาพถ่ายแผนที่นำทาง ระบบอินฟราเรด แต่ก็ส่งผลให้มีต้นทุนสูงมากในการผลิต เพราะทุกครั้งที่ทำการยิงเท่ากับต้องเสียชุดเซนเซอร์ประสิทธิภาพสูงไปทั้งหมด จนกระทั่งปลดประจำการไปเกือบทั้งหมดเหลือเฉพาะรุ่นที่นำร่องด้วยระบบ GPS เพียงอย่างเดียว

อย่างไรก็ดี ในยุคปัจจุบันมีภัยคุกคามรูปแบบใหม่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะการพัฒนาขีดความสามารถต่อต้านเครือข่ายอิเล็กทรอนิกส์ของกลุ่มประเทศที่นำโดยรัสเซียและจีน ที่สามารถส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการนำร่องอาวุธปล่อยนำวิถีโดยอาศัยเครือข่ายดาวเทียม เช่น สภาวะสงครามอิเล็กทรอนิกส์ด้วยสัญญาณรบกวนรุนแรง (Enhanced Jammer) หรือการจู่โจมทางไซเบอร์ที่อาจบิดเบือนข้อมูลพิกัดดิจิทัลจากดาวเทียมโดยที่ผู้ใช้ไม่รู้ตัว อาทิ เทคนิคลวง GPS (GPS Spoofing) ที่เคยหลอกพิกัดเครือข่ายดาวเทียมของสหรัฐฯ เพื่อให้โดรน RQ-170 หลงทางจนลงผิดสนามบินและถูกยึดได้ ทำให้เกิดความเสี่ยงขึ้นในระบบอาวุธนำวิถีที่อาจจะไม่สามารถรักษาคุณสมบัติความแม่นยำของตัวเองไว้ได้ในพื้นที่ปฏิบัติการที่ถูกฝ่ายตรงข้ามปฏิเสธการเข้าถึงสัญญาณนำร่องด้วยดาวเทียม (GPS-denied Environment) อีกด้วย

รูปที่ 6 โดรนแบบ RQ-170 ของสหรัฐอเมริกา ที่ถูกอิหร่านยึดได้

ดังนั้นในอนาคตอันใกล้ (ค.ศ. 2030) คุณสมบัติสำคัญประการหนึ่งของจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีที่จำเป็นต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติม คือ เทคโนโลยีด้านความแม่นยำที่สามารถตอบสนองได้ทุกสภาวการณ์ อาทิ การพัฒนาระบบนำร่องด้วยดาวเทียมที่มีความอ่อนตัวสูง (เลือกใช้ได้หลายระบบ) รวมถึงทนทานต่อการจู่โจมทางอิเล็กทรอนิกส์ (รองรับความถี่สัญญาณมากกว่าปกติ) ขณะเดียวกันก็จะมีพัฒนาระบบนำร่องแบบผสม (Hybrid Navigation) เช่น ระบบการนำร่องด้วยแรงเฉื่อย (INS) การนำร่องด้วยเลเซอร์ชี้เป้าจากภายนอก (Laser Designator) รวมถึงการเพิ่มขีดความสามารถในการตัดสินใจเลือกเป้าหมายภายหลังการยิง (Lock-on After Launch) ให้กับอาวุธปล่อยของฝ่ายตนเองด้วย โดยเทคโนโลยีแข่งขันกลุ่มสำคัญนี้ คือ Hybrid Sensor และชุดค้นหาเป้าหมายระดับสูง (Enhanced Seeker) ที่มีขนาดเล็ก ความละเอียดสูง และประหยัดพลังงานกว่าปกติ

3.2 ระยะยิง (Range)

คุณสมบัติหนึ่งที่ใช้ในการพิจารณาเชิงคุณภาพและมีความต้องการในการแข่งขันอย่างมากของยุทโธปกรณ์ในปัจจุบัน คือ ระยะยิงหวังผล (Effective Range) ที่เป็นปัจจัยสำคัญมากในการวางแผนตั้งแต่ระดับยุทธวิธี จนถึงระดับยุทธศาสตร์ ที่หากยิ่งมีพิสัยการยิงมากยิ่งเป็นประโยชน์ ในการที่สามารถวางหน่วยยิงอาวุธของฝ่ายตนไว้นอกระยะที่ฝ่ายตรงข้ามจะทำการตอบโต้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การยิงตอบโต้กันระหว่างปืนใหญ่และชุดยิงจรวดหลายลำกล้อง (MLRS) ต่าง ๆ ซึ่งหน่วยยิงที่มีระยะยิงหวังผลไกลกว่าจะสามารถเลือกตั้งฐานปฏิบัติการยิงโจมตีล่วงหน้าได้ ในขณะที่ฝ่ายที่ระยะยิงจำกัดจะต้องคอยปรับกลยุทธ์ด้านสถานที่ตลอดเวลา และมีความเสี่ยงในการขนส่งชุดยิงของฝ่ายตนเล็ดลอดเข้ามาในพิสัยโจมตีฝ่ายตรงข้ามทุกครั้งก่อนที่จะเริ่มการยิงตอบโต้ ทำให้เสียเปรียบอย่างมากในการเลือกยุทธบริเวณสำคัญในพื้นที่การรบ

ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนเรื่องความได้เปรียบจากคุณสมบัติด้านระยะยิงล่าสุด เช่น กรณีศึกษาการรบระหว่างอาเซอร์ไบจานกับอาร์เมเนีย ในปี ค.ศ. 2020 ที่ในอดีตทั้งสองฝ่ายมียุทโธปกรณ์ประเภทปืนใหญ่และจรวดหลายลำกล้องเหมือนกัน ในปริมาณใกล้เคียงกัน และสถานการณ์ความขัดแย้งอยู่ในสภาวะก้ำกึ่งมาเป็นเวลานาน จนกระทั่งอาเซอร์ไบจานมีการจัดหา UAV ติดอาวุธ และขีปนาวุธพื้น-สู่-พื้น ที่มีระยะหวังผลไกลกว่าเดิมจากอิสราเอลและตุรกี มาเพิ่มเติมก่อนเริ่มการรบ ทำให้ฝ่ายอาร์เมเนียได้รับความสูญเสียอย่างหนัก เนื่องจากเป็นฝ่ายถูกโจมตีก่อนจากระยะที่ไกลกว่า ทำให้ต้องเป็นฝ่ายพยายามเคลื่อนกำลังสำคัญ เช่น ยานเกราะ หมู่ปืนใหญ่ เข้าประชิดเพื่อโจมตีตอบโต้ อันส่งผลกระทบให้ยากต่อการซ่อนพราง และเปิดเผยตำแหน่งยุทโธปกรณ์สำคัญให้ฝ่ายตรงข้ามโจมตีได้ตลอดเวลาในระหว่างการปะทะ

กรณีศึกษาแบบที่ 2 เรื่องการใช้ประโยชน์ด้านระยะยิง คือ การใช้อาวุธปล่อยนำวิถีร่อนนำวิถีโจมตีเป้าหมายระยะไกลของสหรัฐอเมริกาและชาติตะวันตก โดยเฉพาะอาวุธประเภทขีปนาวุธร่อน Tomahawk (US) JASSM (US) Storm Shadow (UK) และ MDcN (France) ซึ่งมีระยะยิงตั้งแต่ 500 ถึง 2,500 กม. จากฐานยิงหลายแบบทั้งเรือรบ อากาศยาน และเรือดำน้ำ ซึ่งถือได้ว่าไกลมากเกินกว่าที่หน่วยต่อสู้อากาศยานภาคพื้นดินที่คุ้มครองเป้าหมายอยู่จะสามารถยิงตอบโต้ฐานยิงขีปนาวุธเหล่านี้ได้ อย่างเช่น ระบบต่อสู้อากาศยานภาคพื้นดินที่มีประสิทธิภาพสูงและมีพิสัยยิงไกลที่สุดในปัจจุบันคือ ระบบ S-400 ของรัสเซีย ซึ่งยังมีข้อจำกัดในการยิงสกัดกั้นเพียงแค่ระยะ 400 กม. เท่านั้น ทำให้สามารถรับรองความปลอดภัยของหน่วยปล่อยอาวุธ (Launching Platform) ต่าง ๆ ได้เต็มที่ และไม่มีการสูญเสียยานพาหนะและนักบินจากการปะทะกับฝ่ายตรงข้ามอย่างแน่นอน ทำให้ผู้บังคับบัญชาสามารถควบคุมต้นทุนการรบและความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบ และสามารถโหมโจมตีได้จนกว่าฝ่ายตรงข้ามในตำบลเป้าหมายจะสิ้นสมรรถภาพในการต่อต้าน ก่อนที่จะตัดสินใจส่งกำลังรบที่มีคุณค่าสูงอื่น เช่น อากาศยาน หรือกำลังพล เข้าไปในพื้นที่

ดังนั้นในอนาคตอันใกล้ (ค.ศ. 2030) คุณสมบัติสำคัญหนึ่งของจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีที่จำเป็นต้องมีการพัฒนาเพิ่มเติม คือ เทคโนโลยีด้านระยะยิง ที่ต้องเพิ่มขึ้นมากกว่าระยะปฏิบัติการของผลิตภัณฑ์คู่แข่งที่ใช้ระบบการยิงลักษณะเดียวกัน เช่น อาวุธปล่อยนำวิถี แบบ Storm Shadow สามารถทดแทนอาวุธประเภทระเบิดนำวิถีอย่าง JDAM หรือ GBU-12 หรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นยุทโธปกรณ์แนวต่อต้านกันเอง เช่น อาวุธปล่อยนำวิถี JASSM สามารถโจมตีเป้าหมายได้ที่ระยะ 1,000 กม. ซึ่งไกลกว่าระยะตรวจการณ์ของเรดาร์ภาคพื้นดินแทบทั้งหมดในกองทัพทั่วโลก ทำให้อากาศยานที่ปล่อยอาวุธมีความปลอดภัยกว่ามาก โดยเทคโนโลยีที่จะแข่งขันในกลุ่มนี้ คือ เทคโนโลยีเชื้อเพลิงขั้นก้าวหน้า (Advance Fuel) หรือชุดมอเตอร์จรวด (Rocket Motor) ที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อนำไปใช้กับระบบขับเคลื่อนของอาวุธปล่อยนำวิถีที่มีกระบวนการสันดาปภายในต่อเนื่อง เช่น เครื่องยนต์เจ็ต ที่เหมาะสมในการให้พลังงานกับระบบอาวุธเป็นเวลานาน

รูปที่ 7 ตัวอย่างขีปนาวุธร่อนที่นิยมในปัจจุบัน

3.3 ความเร็ว (Speed)

คุณสมบัติด้านความเร็ว (Speed) ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญสำหรับการออกแบบระบบจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นคุณลักษณะที่ส่งผลโดยตรงในการประเมินระยะเวลาเข้าถึงเป้าหมาย (Time-to-Target) รวมถึงส่งผลต่อขีดความสามารถในตอบโต้สกัดกั้นของฝ่ายตรงข้ามอีกด้วย เช่น อาวุธปล่อยนำวิถีต่อต้านเรือรบความเร็วต่ำกว่าเสียง (Sub-Sonic Missile) อาจใช้เวลาถึง 10 นาทีในการเข้าถึงเป้าหมายที่ระยะยิงไกลสุด ซึ่งในกรณีที่ดีที่สุด หน่วยป้องกันภัยทางอากาศของฝ่ายตรงข้ามมีโอกาสยิงอาวุธนำวิถีสกัดกั้นได้ถึง 5 ครั้ง แต่อาวุธกลุ่มความเร็วเหนือเสียง (Super-Sonic/Hypersonic Missile) นั้น อาวุธปล่อยนำวิถีจะใช้เวลาเพียง 2 ถึง 3 นาทีเท่านั้นในการเข้าถึงเป้าหมาย ทำให้ยากต่อกระบวนการตั้งรับตอบโต้ให้ทันเวลาอย่างมาก เพราะเมื่อปรากฏเป้าหมายบนเรดาร์ตรวจการณ์ ศูนย์ยุทธการของฝ่ายตั้งรับก็มีขั้นตอนที่จำเป็นมากมายในการตอบสนอง ได้แก่ (1) ยืนยันเป้าหมาย (2) พิสูจน์ทราบ (3) กำหนดทิศทางภัยคุกคาม (4) คัดเลือกอาวุธ/หน่วยยิงในการตอบโต้ (5) ป้อนข้อมูลเป้าให้กับระบบต่อต้านของฝ่ายตน (6) สั่งการยิงตอบโต้ (7) อาวุธโคจรเข้าสกัดกั้นเป้าหมาย (8) ยืนยันเป้าหมายถูกทำลาย ซึ่งหากเป้าหมายยังคงอยู่ก็จำเป็นต้องเริ่มกระบวนการยิงตอบโต้ชุดถัดไปอีกด้วย

นอกจากนี้ ความเร็วยังเป็นคุณสมบัติที่มีประโยชน์เชิงคุณลักษณะทางอากาศพลศาสตร์กับตัวอาวุธโดยตรง ซึ่งระบบอาวุธที่ทำความเร็วได้สูงจะสามารถสร้างพลังงานจลน์สะสมได้เป็นจำนวนมาก ทำให้มีอำนาจการทำลายสูงขึ้นมากกว่าการอาศัยหัวรบหลักเพียงอย่างเดียว เช่น อาวุธนำวิถีความเร็วสูงมากที่ทำความเร็วได้เกิน 5 เท่าของความเร็วเสียง (5 มัค) จะถือเป็นกลุ่ม Hypersonic Missile เช่น Zircon (Russia) Brahmos (India) และ DF-21 (China) ซึ่งใช้ระบบขับเคลื่อนที่ทำความเร็วสูงต่อเนื่องได้ เช่น ระบบ Ramjet สำหรับอาวุธร่อนลัดเลาะภูมิประเทศความเร็วสูง หรือระบบขับเคลื่อนเชื้อเพลิงแข็งสำหรับจรวดลักษณะเดียวกับขีปนาวุธระยะกลางที่ยิงขึ้นวงโคจรระดับล่าง ก่อนทิ้งตัวโจมตีจากเพดานบินสูงมาก

อย่างไรก็ดี ขีดความสามารถด้านความเร็วที่สูงมากขึ้นของจรวดและอาวุธนำวิถีรุ่นใหม่ ๆ ส่งผลกระทบในด้านอื่นด้วยเช่นกัน เนื่องจากการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงของอาวุธปล่อยนำวิถี ย่อมส่งผลต่อคุณลักษณะการซ่อนพรางของอาวุธ เช่น ความร้อนจากการเสียดสีของชั้นบรรยากาศที่ความเร็วสูง จะทำให้เกิดรังสีความร้อนขนาดใหญ่บนระบบตรวจการณ์ของฝ่ายตรงข้าม ทำให้ยากต่อการดำเนินการจู่โจมโดยที่ฝ่ายตรงข้ามจะไม่รู้ตัว อีกทั้งคุณสมบัติด้านความแม่นยำในการนำร่องทิศทาง (Guidance System) เข้าสู่เป้าหมายจะถูกลดความเที่ยงตรงลงโดยอัตโนมัติ เนื่องจากความเร็วในการเคลื่อนที่สูงจะทำให้วงจรสื่อสารบนตัวจรวด (Rocket Telemetry) มีจำนวนครั้งในการสื่อสารและการปรับวิถีโคจรลดลงอย่างมาก

นอกจากนี้ คุณสมบัติด้านความรวดเร็วของยุทโธปกรณ์มักจะขึ้นกับแนวทางการออกแบบส่วนสำคัญ ได้แก่ ระบบขับเคลื่อน โครงสร้างตัวจรวด และกระบวนการควบคุมการแพร่สัญญาณจากตัวระบบอาวุธไปด้วยพร้อมกัน โดยเทคโนโลยีสำคัญ 2 อย่างที่จะมีการแข่งขันกันอย่างมากในช่วง ค.ศ. 2030 คือ (1) ระบบเครื่องยนต์ขับเคลื่อนก้าวหน้าความเร็วสูงมาก เช่น ระบบแรมเจ็ต (Ramjet) และสแกร็มเจ็ท (Scramjet) และ (2) เทคโนโลยีโครงสร้างจรวด (Rocket Airframe) เช่น วัสดุศาสตร์ที่มีน้ำหนักเบาและทนทานต่ออุณหภูมิสูงจัดได้ เช่น ไทเทเนียมผสม รวมถึงคุณสมบัติที่สามารถลดการแพร่คลื่นสัญญาณต่าง ๆ เช่น สารดูดกลืนสัญญาณเรดาร์ ตัวอย่างอาวุธเช่น ขีปนาวุธร่อนทางยุทธศาสตร์ Avanguard ของรัสเซียที่เป็นขีปนาวุธทางยุทธศาสตร์ยิงขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศระดับสูงมาก ก่อนจะปล่อยร่อนลงโดยอิสระด้วยความเร็วสูงถึงระดับ 20 เท่าของความเร็วเสียงแบบเปลี่ยนทิศทางเพื่อลัดเลาะแนวป้องกันทางอากาศของฝ่ายตรงข้าม

รูปที่ 8 ตัวอย่างขีปนาวุธร่อนทางยุทธศาสตร์ Avanguard

คุณสมบัติทั้ง 3 ข้อข้างต้นเป็นเป้าหมายของผู้พัฒนาเทคโนโลยีจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถีทั่วโลก ที่ต้องพัฒนาให้ได้มากที่สุด เพื่อตอบสนองกับความต้องการของหน่วยผู้ใช้ของตน รวมถึงเพิ่มคุณลักษณะจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ให้สามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ ซึ่งเป็นข้อพิจารณาที่สำคัญในการออกแบบที่จะต้องหาจุดสมดุลระหว่างอาวุธที่จะชดเชยจุดเด่นจุดด้อยแต่ละแบบ (Trade-Off) ให้ได้ เช่น การเพิ่มระยะยิงหมายถึงปริมาณเชื้อเพลิงของอาวุธต้องมากขึ้น ส่งผลให้น้ำหนักรวมเพิ่มขึ้นจนกระทบกับความเร็วที่จะทำได้ ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่แต่ละกองทัพจะเลือกหลักนิยมที่ตนเองต้องการมากที่สุดมาเป็นข้อกำหนดในการออกแบบพัฒนายุทโธปกรณ์ จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์จรวดและอาวุธนำวิถีมีความหลากหลายอย่างมากในตลาดปัจจุบัน

4. บทสรุป

ในสถานะปัจจุบัน สภาวะภัยคุกคามในระดับโลกและภูมิภาคยังมีเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถียังคงถือเป็นยุทโธปกรณ์สำคัญที่มีบทบาทสูงในการรบทั้งในแบบและนอกแบบ ด้วยคุณลักษณะการโจมตีที่มีอำนาจหยุดยั้งสูง รวมถึงความแม่นยำที่สามารถช่วยให้ลดปริมาณการใช้อาวุธ รวมถึงลดทอนความเสียหายต่อพื้นที่ข้างเคียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงถือเป็นอาวุธที่มีคุณค่าทางยุทธการสูงจนหลายประเทศต้องมีการลงทุนศึกษาวิจัย และส่งเสริมให้เกิดอุตสาหกรรมเกี่ยวเนื่องภายในแต่ละประเทศ เพื่อให้พึ่งพาตนเองได้ในระยะยาว โดยใช้งบประมาณระดับที่ยอมรับได้แทนการจัดซื้อปริมาณมากจากต่างประเทศ

ทั้งนี้ ประเทศไทยถือเป็นหนึ่งในประเทศที่มีอุตสาหกรรมอาวุธในระดับพื้นฐาน และยังต้องพึ่งพาการนำเข้ายุทโธปกรณ์ประเภทต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก จึงควรพิจารณาถึงเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับอาวุธจรวดไม่นำวิถี (Ungudied Rocket) เป็นจุดเริ่มต้นก่อน เพื่อสร้างองค์ความรู้ในเชิงสถาปัตยกรรมของจรวดอันได้แก่ โครงสร้าง ระบบขับเคลื่อน และระบบควบคุมการยิงมาตรฐานให้สมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้การศึกษาวิจัยด้านจรวดและอาวุธนำวิถีภายในประเทศสามารถออกแบบยุทโธปกรณ์ที่สอดคล้องกับแนวโน้มสำคัญในตลาดโลก 2 ส่วน คือ ระยะยิง (Range) และ ความเร็ว (Speed) ก่อนที่จะเริ่มพัฒนาส่วนประกอบทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับความแม่นยำ (Accuracy) ที่ใช้ต้นทุนการวิจัยและพัฒนาสูงเช่นกัน แต่ยังสามารถจัดหาจากภายนอกได้ ซึ่งเมื่อเกิดการพัฒนาครบวงจรการผลิต จะทำให้สายส่งกำลังบำรุงของจรวดและอาวุธนำวิถีจะสามารถทำได้ในประเทศเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดงบประมาณและเสริมศักยภาพด้านความพร้อมรบในระยะยาวเป็นอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

[1] Frost&Sulivan, Global Defense Outlook, 2019

[2] Trend in missile Technology, https://www.iiss.org/blogs/analysis/2019/03/trends-in-missile-technologies

[3] IHS Janes, Ballistic Missile Technologies and Performance analysis, November 2013

[4] HIS Janes, Rocket Missiles: Blurring lines between guided Artillery rockets and missiles, January 2020

[5] Lockheed Martin, https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/guided-mlrs-unitary-rocket.html

แนวโน้มเทคโนโลยีจรวดและอาวุธปล่อยนำวิถี ปี ค.ศ. 2020–2030

นายธนรัฐ ธนะสมบูรณ์ ตำแหน่ง นักวิเคราะห์เทคโนโลยีป้องกันประเทศ มีทักษะในสายเทคโนโลยีสารสนเทศ ฐานข้อมูล ภัยคุกคามไซเบอร์ กระบวนการวิจัย และระเบียบกฎหมายอุตสาหกรรม รวมทั้งเป็นผู้ติดตามวิเคราะห์ข่าวสารกลุ่มความสัมพันธ์ระหว่างประเทศ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ จึงพิจารณาเลือกศึกษาวิเคราะห์แนวโน้มของเทคโนโลยีป้องกันประเทศในอนาคต เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างความคุ้มค่าของการศึกษาวิจัยที่ตรงกับกระแสความต้องการของผู้ใช้ และยุทธศาสตร์การป้องกันประเทศในตลาดโลก