

الصواريخ الاعتراضية وكلفة الحرب

المقدمة:

لم يكن طلب وقف إطلاق النار في 24 حزيران 2025 بين الجمهورية الإسلامية الإيرانية والكيان الصهيوني جنوحًا نحو السلم، بقدر حاجة الكيان الصهيوني والقوات الأمريكية إلى وقف الضرر الحاصل جراء ضربات الصاروخية الإيرانية، ونفاد جزء أساسي من مخزون الصواريخ الاعتراضية المضادة للصواريخ الباليستية والمجنحة والمسيرات. فيما ازداد الاهتمام الغربي والدول المتحالفة معه، بتعزيز منظومات الدفاع الصاروخي في مواجهة ما يعتبرونه تهديدات حقيقية، من انتشار الصواريخ الباليستية والصواريخ المجنحة والطائرات بدون طيار من جميع الأنواع.

تشير تقديرات المراقبين إلى أنّ الصواريخ الاعتراضية الحيوية، قد استنفذت إلى حد مقلق خلال المواجهات، والتي من شأنها أن تكون موجودة بكميات كبيرة كاحتياط استراتيجي. وقد كشفت هذه المواجهات لمخططي الجيوش الغربية عن المشاكل والقيود التي واجهت الواقع الميداني، بما يتعلق بمخزون الأسلحة، والتقنيات والنشاط العملياتي.

بعد وقف إطلاق النار في 24 حزيران، أعلن الجيش الإسرائيلي أنّه اعترض 86% من الصواريخ إجمالاً من نحو 574 صاروخاً إيرانياً، لكن الأرقام والنتائج الميدانية بدأت تظهر تباعاً، والتي تبين واقع الضرر الحاصل، وفشل تلك المنظومات في الحماية الكاملة، سواءً للكيان أو عند استهداف قاعدة "عُديد" الأمريكية، هذا الواقع الميداني دفع الولايات المتحدة الأمريكية للطلب من الجمهورية الإسلامية الإيرانية وقف إطلاق النار، في صورة تعكس الحرج العسكري، الذي وقعت فيه الولايات المتحدة الأمريكية والكيان الصهيوني.

إنّ استمرار ضربات الصاروخية الإيرانية بالوتيرة التي كانت عليه، كانت ستزيد من الخسائر الإسرائيلية بشكل خطير، من دون أن يمتلك الحلف الغربي الإسرائيلي القدرة الكافية للتصدي لتلك الصواريخ الحديثة التي كانت تفاجئ العدو. تجدر الإشارة إلى أن قاعدة "عُديد" بقطر، تعرضت لـ 14 صاروخاً إيرانياً تمّ اعتراضها جميعاً إلا صاروخاً أصاب رادار للاتصالات، وبحسب ما أوردت صحيفة The Guardian، فإنّ القوات الأمريكية استخدمت بطاريّتي Patriot وأطلقت 30 صاروخاً اعتراضياً.

أطلقت القوات الأمريكية خلال القتال، ما يقارب من 15% إلى 20% من إجمالي صواريخ اعتراض نظام (THAAD) الموجودة في العالم، (عادت لاحقاً المصادر الأمريكية لتتحدث عن

نسبة 25% من إجمالي صواريخ ثاد) واستنادًا إلى هذه التقديرات أطلقت القوات الأمريكية نحو 92 صاروخًا اعتراضيًا من صواريخ (THAAD) خلال الحرب، بتكلفة بلغت حوالي 1.17 مليار دولار، بالإضافة إلى صواريخ باتريوت وصواريخ Aegis. أما من الجانب الإيراني فقد أطلقت إيران وفق معهد دراسات الأمن القومي الإسرائيلي، ما يقارب من 591 صاروخًا خلال 12 يوم من الحرب.

يسلط هذا التقرير الضوء بشكل موجز على بعض التحديات الاستراتيجية، والمشاكل العملية التي ظهرت في منظومة الأسلحة الأمريكية بشكل خاص، من الصواريخ الاعتراضية، مع التركيز على أهم الصواريخ الاعتراضية، خلال العمليات الحربية سواءً في "عمليات الوعد الصادق" أو عمليات الاسناد اليمنية.

أولاً: النقص في المخزون الصاروخي الاعتراضي

كشفت المواجهات الأخيرة، عن نقص حاد بمخزون الصواريخ الاعتراضية في المحور الغربي الصهيوني من مختلف الصواريخ المستخدمة من صواريخ THAAD، صواريخ الباتريوت، صواريخ Aegis: SM-2، SM-3، SM-6.. بالإضافة إلى المنظومات الدفاعية الإسرائيلية الصاروخية ذات الطبقات المتعددة (القبة الحديدية، ARROW-2، ARROW-3 ومقلع داوود).

أكدت صحيفة وول ستريت جورنال في 20 حزيران 2025 أن "إسرائيل" بدأت تعاني من نقص في الصواريخ الاعتراضية، على الرغم من أن هذا الأمر أثار نفياً من جانب الجيش الإسرائيلي.

في حزيران 2025 طلب الجيش الأمريكي مضاعفة إنتاج صواريخ الباتريوت PAC-3 MSE بمقدار أربعة أضعاف لدعم استراتيجية الدفاع الجوي طويلة المدى، كما طلب ميزانية لـ 233 صاروخًا اعتراضيًا من طراز PAC-3 بشكل عاجل لتعزيز قطاع الصواريخ في السنة المالية 2026، ونظرًا للتهديدات الأمنية المتطورة، وبحسب الوثائق المرفقة بطلب ميزانية الجيش الأميركي لعام 2026، قامت لجنة عليا لمتطلبات الأسلحة في 16 نيسان بزيادة المشتريات المخطط لها لأحدث صواريخ باتريوت من 3376 إلى 13773 وحدة. وتعتبر هذه الأرقام استشارية ولا تعني أنه سيتم الموافقة على التمويل أو العقود المقبلة في الأمد القريب. فُسر هذا الاجراء كتحول استراتيجي استجابةً للنقص الملحوظ في القدرة على توفير الذخائر. من جهتها أكدت صحيفة The Guardian مؤخرًا، أن الولايات المتحدة لا تملك حاليًا سوى 25% من مخزون صواريخ باتريوت الاعتراضية المطلوبة لتلبية خطط البنتاغون الحربية.

يعزز هذا التفسير أن البنتاغون أوقف مؤقتًا بعض شحنات الذخائر إلى أوكرانيا في منتصف عام 2025، كجزء من مراجعة أوسع لمستويات مخزون الذخائر. وكانت القوات الأمريكية سحبت

عددًا من بطاريات باتريوت، كي تؤمن قواعدها في قيادة المنطقة الوسطى CENTCOM، منها بطارية صواريخ سحبتها من كوريا الجنوبية لتنتشرها هناك.

كما تظهر محدودية مخزونات الصواريخ الاعتراضية، بتأكيد من الأدميرال جيمس كالبي، القائم بأعمال رئيس العمليات البحرية عندما قال إن: "وتيرة وحجم هذه النفقات على الأسلحة المتطورة لم تكن متوقعة من قبل البحرية ولا القاعدة الصناعية الدفاعية"، وأضاف: نتيجة لذلك، انخفض مخزوننا من الصواريخ الاعتراضية الأكثر قدرة ويتطلب ذلك زيادة معدل تسليم الذخائر. ويضيف إن السفن الحربية تطلق صواريخ اعتراضية باليستية عالية السرعة "بمعدل مثير للقلق". كما حذر كالبي من أن "اعتماد البحرية الحالي على الصواريخ الاعتراضية عالية التكلفة، مثل SM-6 و SM-3، غير مستدام في العمليات عالية السرعة"، ورأى أن الجيش "يجب أن يتحول إلى استخدام بدائل أقل تكلفة مع الحفاظ على الدفاعات الباهظة الثمن للأسلحة الاستراتيجية أو المخاطرة بالنفاد عندما يكون الأمر أكثر أهمية".

وكان مساعد الرئيس لشؤون الأمن القومي الأمريكي جيك سوليفان قال في نيسان 2024 إن: "الولايات المتحدة لن تتمكن من توفير أنظمة باتريوت جديدة لأوكرانيا، على الرغم من طلب الرئيس زيلينسكي سبع وحدات جديدة على الأقل".

من الجانب الأوروبي، أكد وزير الدفاع الألماني بوريس بيستوريوس في تموز 2025 أن ألمانيا "لم يتبق لديها سوى ستة أنظمة باتريوت"، موضحًا أن برلين "أعطت بالفعل ثلاثة أنظمة باتريوت لكيف، بينما تم إعاره نظامين آخرين لبولندا ولا يزال نظام واحد على الأقل غير متاح بسبب الصيانة أو التدريب".

كان لدى الولايات المتحدة ما يقرب من 632 صاروخًا اعتراضيًا من طراز THAAD قبل 13 حزيران، مع ما يقرب من 540 صاروخًا متبقيًا في ترسانتها، استنادًا إلى حسابات عمليات تسليم الصواريخ الاعتراضية واستخدامها.

أطلقت القوات الأمريكية خلال المواجهات ما يقارب 15% إلى 20% من إجمالي صواريخ THAAD الموجودة في العالم. وأفادت التقارير أن مخزون الصواريخ الاعتراضية، أصبح يؤثر بشدة على المرونة التشغيلية، فمع وجود سبع بطاريات تشغيلية والتزامات عالمية، يعمل النظام بأقصى طاقته بأقل قدر من القدرة على التناوب، وقد أثارت شهادة الكونغرس مخاوف بشأن الاستدامة وإرهاق الطاقم في ظل وتيرة الانتشار الحالية.

أما المواجهات في البحر الأحمر، فقد اشتبكت السفن والطائرات التابعة للبحرية الغربية مع أكثر من 400 مسيرة وصاروخ كروز وصاروخ باليستي.

منذ تشرين الأول 2023، أطلق الأسطول السطحي للبحرية الأمريكية ما يقرب من 400 ذخيرة، شمل ذلك إطلاق 120 صاروخًا من طراز SM-2، و 80 صاروخًا من طراز SM-6، بالإضافة

إلى 20 صاروخًا من طراز Sea Sparrow (ESSM) Evolved وصواريخ SM-3 وذخائر أخرى.

يرى المحللون أنّ البحرية تستنفد مخزونها من صواريخ SM-3 في الشرق الأوسط دون وجود خطط كافية لاستبدالها، وهو ما قد يشكل مشكلة في صراع في المحيط الهادئ، حيث من المرجح أن تكون هناك حاجة إلى هذه الصواريخ الاعتراضية بكميات كبيرة، في مواجهة الصين التي تمتلك ترسانة كبيرة من الصواريخ الباليستية.

لقد أثار الاستنزاف السريع الذي تعرضت له منظومات الاعتراض الصاروخية الغربية وتوافرها المحدود، سواء في المواجهة مع إيران أو اليمن أو في المسرح الأوكراني، تساؤلات كبيرة بشأن قدرة الولايات المتحدة وحلفائها على فتح حرب جديدة في المدى المنظور.

عكس تراجع مخزون الصواريخ الاعتراضية والعدد المحدود في الخدمة جزئيًا، تركيز القوات الأمريكية بشكل أكبر على استخدام الطائرات المقاتلة للدفاع الجوي بدلًا من الأنظمة الأرضية.

ثانيًا: الصواريخ الإيرانية الباليستية

تقدمت تقنيات الدفاع الصاروخي بشكل كبير، إلا أنّها تواجه تحديات كبيرة في مواجهة التهديدات الحديثة. تتطلب معالجة هذه القيود، استثمارًا مستمرًا في البحث والتطوير، والتعاون الدولي، ودمج التقنيات الناشئة مثل الذكاء الاصطناعي، ومع ذلك لا يمكن لأي نظام اعتراضى أن يضمن الحماية الكاملة 100%، ويظل الدفاع الصاروخي أحد الاسرار العسكرية الاستراتيجية.

لاحظ تقرير لمعهد دراسة الحرب (ISW) ما مجموعه 543 صاروخًا باليستيًا إيرانيًا أطلقت على "إسرائيل"، وذكر أنّ 89 في المائة من الصواريخ الباليستية تمّ اعتراضها بنجاح من قبل أنظمة الدفاع الجوي، ممّا يعني أنه من إجمالي 543 صاروخًا، تمّ اعتراض 483 صاروخًا بنجاح، وأنّ حوالي 11% أو 60 صاروخًا سقط داخل الكيان.

ظهرت ثغرات تكنولوجية عدة في الصواريخ الاعتراضية، منها الإخفاقات التشغيلية الأخيرة، ففي أيار 2025، فشل نظام THAAD و نظام ARROW في اعتراض صاروخ تفوق سرعته سرعة الصوت استهدف مطار بن غوريون، أعقبه فشل ثانٍ ضد صاروخ يماني خلال أسبوع واحد. تسلّط هذه الإخفاقات الضوء على التحديات التي تواجه مناورة الصواريخ التي تفوق سرعتها سرعة الصوت.

أطلقت إيران خلال المواجهات صواريخ خرمشهر وصاروخ عماد (مدى 1700 كيلومتر، ماخ 7-8)، صاروخ قدر (مدى 1350-1950 كيلومتر، ماخ 9)، صاروخ قاسم (مدى 1400 كيلومتر، ماخ 12)، صاروخ خيبر شكن (مدى 1450 كيلومتر، ماخ 12 ذو الرؤوس المتعددة).

صاروخ سجيل الباليستي بعيد المدى ذو المرحلتين الذي يعمل بالوقود الصلب بمدى تقريبي من (2000 إلى 2500) كلم ورأس حربي (500-1000) كجم. تصل سرعته إلى ما بين 10 إلى 12 ماخ يعمل بنظام توجيه بالقصور الذاتي متطور يوفر دقة أقل من 10 أمتار.

صاروخ فتاح-1 وهو صاروخ تفوق سرعته سرعة الصوت يعمل بالوقود الصلب، ويتراوح وزن رأسه الحربي بين 450 و500 كجم، ويبلغ مداه التقريبي 1400 كيلومتر. تصل سرعتها إلى 13 إلى 15 ماخ خلال مرحلة الغطس الأخيرة، مما يجعل اعتراضها أمرًا صعبًا للغاية.

تشير التقديرات إلى أنّ إيران لا تزال تمتلك ما بين 2000 إلى 3000 صاروخ من الصواريخ الباليستية بطاقة إنتاجية تبلغ 50 صاروخًا شهريًا، علاوة على ذلك زاد من ارباك منظومات الدفاع الغربية خلال المواجهات، دخول نماذج جديدة من الصواريخ الإيرانية أكثر تقنية ودقة.

تقدير جزئي لبعض المشاهدات

تقدير جزئي عن عدد أنواع الصواريخ الاعتراضية التي استخدمت في الدفاع عن الكيان، بناءً على تحليل مقاطع فيديو الثّقُطت بواسطة كاميرا في عمان الأردن، تُظهر هذه المقاطع 225 صاروخًا إيرانيًا استهدف الكيان خلال المواجهات، وإطلاق نحو 82 صاروخًا اعتراضيًا باتجاهها. مع الإشارة إلى أنّ هذه الصواريخ التي استهدفت الكيان ليست حصرًا ما تمّ استخدامه، حيث أحصي إطلاق حوالي 574 صاروخًا إيرانيًا. حدد الباحثون لموقع (JINSA research) أنواع هذه الاعتراضات في مقاطع الفيديو على النحو التالي:

- 9 صواريخ Arrow-2 تمثل 11% من الاعتراضات تم نشر المنظومة قرب نيفاتيم ، سيدوت ميشا

- 34 صاروخ Arrow-3 تمثل 41.5% تمّ نشرها قرب ديمونا، نيفاتيم، بلماخيم، شمال تل ابيب.

- 39 صاروخ THAAD تمثل 47.5% تمّ نشرها قرب كريات غات.

وتمثل الصواريخ الـ 225 التي ظهرت في فيديوهات 42.4% من أصل 530 صاروخًا، قالت القوات الإسرائيلية إنّها اقتربت من أراضيها.

الدول المحيطة بإيران والتي تمتلك أنظمة صواريخ اعتراضية غربية

تمتلك العديد من الدول المحيطة بإيران أنظمة دفاع جوية وصاروخية غربية مثل بطاريات باتريوت ومنظومة THAAD، بالإضافة لمنظومات أخرى وفقاً لبعض المصادر منها komersant.info التي ذكرت عدداً من دول الشرق الأوسط تمتلك البطاريات التالية:

- الأردن: تنشر القوات الامريكية بطارية باتريوت واحدة بالحد الأدنى بالقرب من الحدود السورية.
- الكويت: تمتلك من 7 الى ثمانية بطاريات باتريوت.
- السعودية: تمتلك حوالي 18 الى 25 بطارية PAC-2/3، كما لديها بطارية THAAD واحدة ووقعت عقداً لشراء ثماني بطاريات أخرى من نفس الطراز.
- قطر: تمتلك من 4-6 بطاريات باتريوت، كما اشترت بطاريات THAAD ستسلمها لاحقاً.
- الامارات: تمتلك 8 بطاريات PAC-3 و عدداً آخر من PAC-2، بالإضافة الى بطاريتي THAAD.
- العراق: تنشر القوات الامريكية بطاريتي صواريخ باتريوت، واحدة في قاعدة أربيل والأخرى في قاعدة عين الأسد.
- البحرين: تمتلك بالحد الأدنى بطارية باتريوت في معسكر رأس البر.
- كيان العدو: يمتلك بطاريتي THAAD، فضلاً عن أنظمة الدفاع الجوي والصاروخي ARROW-2/3 والقبة الحديدية و نظام مقلاع داوود. كانت تمتلك اربع بطاريات باتريوت في الخدمة، لكنها سحبتها في عام 2024 واستبدلتها بأنظمة أخرى.

من أبرز التحديات التي تواجه أنظمة الدفاع الصاروخي

- الصواريخ والطائرات الهجومية الحديثة، تستخدم تقنيات تقلل من بصمتها الرادارية، مما يصعب على أنظمة الرادار اكتشافها وتعقبها.
- الصواريخ الفرط صوتية (Hypersonic Missiles) تتميز بسرعات ومناورات عالية جداً تزيد عن 5 ماخ قد تتجاوز قدرة الأنظمة الحالية على التتبع والاعتراض، مما يستدعي تطويرات كبيرة في تقنيات الاستشعار والصواريخ الاعتراضية.
- فعالية الإصابة المباشرة: إنّ فاعلية أداء الصواريخ الاعتراضية (Hit-to-Kill) تتطلب دقة عالية في الحساب والتوقيت لاعتراض الأهداف المتحركة أو المتعددة، مما يجعل تنفيذها تحدياً تقنياً كبيراً. كما أنّ تنفيذ هجمات منسقة باستخدام صواريخ كروز منخفضة الارتفاع وعالية السرعة إلى جانب صواريخ باليستية قد لا يكون لدى الأنظمة الحالية الوقت الكافي لاكتشاف التهديدات وتتبعها والاشتباك معها.

- رحلة الصاروخ الاعتراضي: تتم تصميم معظم الأنظمة الحالية لاعتراض الصواريخ خلال المراحل المتوسطة أو النهائية، مما يترك مرحلة التعزيز، وهي المرحلة الأكثر ضعفًا في رحلة الصاروخ، دون معالجة إلى حد كبير.
- الكشف المتأخر: يعتمد الاعتراض الفعال على الاكتشاف المبكر، والذي قد لا يكون ممكنًا دائمًا بسبب تقنية التخفي أو مسارات الطيران على ارتفاعات منخفضة أو الإجراءات المضادة الإلكترونية.
- الذكاء الاصطناعي: يُستخدم الذكاء الاصطناعي (AI) في الصواريخ الهجومية لإجراء تعديلات فورية على مسارها بناءً على البيانات المجمعة أثناء الرحلة، مما يجعل عملية الاعتراض أصعب بكثير.
- الصواريخ الباليستية التي تحمل عدة رؤوس حربية (MIRVs) والتي يمكن توجيه كل منها إلى هدف مختلف، مما يزيد بشكل كبير من صعوبة اعتراضها.
- الحرب الإلكترونية والثغرات السيبرانية: (Cyber Vulnerabilities) تعتمد الأنظمة الدفاعية على شبكات رقمية في الاتصال والتحكم، مما يجعلها معرضة للهجمات الإلكترونية التي قد تعطلها أو تشوش عملها. (Network-Centric Warfare) يتطلب دمج أنظمة الدفاع الصاروخي ضمن شبكات الدفاع الأوسع تنسيقًا عاليًا مع أنظمة عسكرية أخرى، مما يشكل تحديًا في التوافق وتبادل البيانات بشكل فوري وآمن.
- العوامل البيئية: الأحوال الجوية السيئة والتضاريس الجغرافية الصعبة قد تؤثر سلبًا على فعالية الرادارات ودقة الصواريخ الاعتراضية، مما يقلل من الاعتمادية العامة للمنظومة.
- السفن تحمل عددًا محدودًا من الصواريخ منذ مغادرتها الميناء، مما يفرض استخدام صواريخ بعيدة المدى وغالية الثمن لحماية نطاق أوسع.
- إرباك النظام و الرادارات: تهدف عمليات الإرباك إلى الحد من قدرة النظام على التمييز بين الهدف والخداع. يمكن للمهاجمين استخدام وسائل خداع بسيطة أو متقدمة لتضليل الرادارات، مما يؤدي إلى توجيه الصواريخ الاعتراضية نحو أهداف زائفة، كما أن إرباك النظام و الرادارات يمكن أن تغطي بهجمات التشبع، حيث تطلق صواريخ متعددة أو تنتشر أسراب من الطائرات بدون طيار في وقت واحد، أو تستخدم الأفخاخ والقشر لإرباك أنظمة الدفاع الصاروخي.
- القدرات المضادة للأقمار الصناعية: يمكن أن يؤدي التهديد المتزايد للأسلحة المضادة للأقمار الصناعية إلى تعطيل أنظمة الدفاع الصاروخي التي تعتمد على أجهزة الاستشعار الفضائية.

ثالثًا: كلفة الصواريخ الاعتراضية المرتفعة

التكلفة المالية للمنظومات الصاروخية إحدى العوامل التي تثير النقاش والجدوى من الحصول عليها. غالبًا ما يكون الدافع للنقاش نجاح أو فشل مخطط الدفاع الصاروخي (أو أي نظام أسلحة آخر) من الواضح أن التكاليف المالية ستستمر في لعب دور مهم في إعداد تلك المنظومات والتغطية اللازمة للجغرافيا أو عدمها.

مع ذلك تشير وثائق الميزانية الدفاعية الأمريكية للسنة المالية 2024 إلى أن تكلفة الصواريخ، بشكل عام، تبلغ ضعف تكلفة الصواريخ الهجومية تقريبًا، كما تظهر الأرقام أن تكاليف الصواريخ الاعتراضية غالبًا ما تنخفض بمرور الوقت نسبيًا، في حين ترتبط قفزات التكلفة بإدخال متغيرات جديدة أكثر قدرة وتقنية على تلك الصواريخ.

يتم دمج المبيعات العسكرية الأجنبية (FMS) في استراتيجية المشتريات، مما يعزز كفاءة خط الإنتاج، على الرغم من أن أرقام المبيعات المحددة لا تزال غير معلنة، وفيها مبالغاة.

تعد الأنظمة المتقدمة مثل صاروخ THAAD وصاروخ PAC-3 MSE باتريوت وصواريخ Aegis مكلفة جدًا من حيث التطوير أو الشراء أو الصيانة. وتتغير أسعار الصواريخ وفق الطراز الذي تدخل عليه تقنيات وتحديثات جديدة، فليس ثمن صاروخ الباتريوت على سبيل المثال، نفسه ينطبق على الأنواع الأخرى، كل تحديث له قيمته.

هناك نماذج للثمن الباهظ لمنظومات الدفاع الصاروخي، من أمثلة ذلك طلب تقدمت به السعودية في عام 2021 لشراء سبع بطاريات صواريخ THAAD بقيمة 15 مليار دولار، فيما تبلغ تكلفة كل صاروخ اعتراضى من صواريخ THAAD حوالي 12.7 مليون دولار.

أما ثمن بطارية باتريوت مع الرادار وأربعة قاذفات ومكونات رئيسية أخرى مثل مركبة التحكم والاتصال وإمدادات الطاقة بالإضافة إلى الخدمات الضرورية الأخرى وعناصر الخدمات اللوجستية، تكلف حوالي 360 مليون دولار. ويبلغ سعر الصاروخ القياسي PAC-2 GEM T حوالي 4 ملايين دولار للصاروخ الواحد، فيما تبلغ تكلفة الصاروخ من طراز PAC-3 MSE، عالي التقنية، حوالي 7 ملايين دولار. يمكن أن تصل تكلفة بطارية مكونة من أربع قاذفات محملة بـ 24 صاروخًا من طراز PAC-3 MSE وثمانية صواريخ من طراز GEM-T على التوالي إلى حوالي 560 مليون دولار.

الدراسات أظهرت أن معظم أنظمة التسليح تعاني من زيادات مستمرة في التكاليف (20-30% غالبًا، وأحيانًا أكثر في الدفاعات الصاروخية). كما أن استمرار استخدام صواريخ باهظة، لصد تهديدات منخفضة الكلفة (مثل المسيّرات) قد يؤدي إلى استنزاف مالي على المدى الطويل. أنظمة الدفاع الجوي فعالة، لكنها ليست مستدامة اقتصاديًا إذا استمرت الهجمات منخفضة التكلفة بشكل دائم. لا بد من التوازن بين الكلفة والهدف الاستراتيجي، أو التحول لحلول أكثر فاعلية من حيث التكلفة.

في العودة الى نتائج مواجهات "الوعد الصادق"، ذكرت بعض المصادر الى أنّ كلفة الضربات الصاروخية الإيرانية على "إسرائيل" وقاعدة الـ "عُديد" الجوية بلغ 6.6 مليار دولار، في حين بلغت تكلفة الصواريخ الاعتراضية للدفاع الجوي الأميركية والإسرائيلية 1.48-1.58 مليار دولار. لكن الفرق في التكاليف الحقيقية أكثر وضوحًا.

رابعًا: محدودية انتاج الصواريخ الاعتراضية والتزام على الطلب

إنّ خيارات الحصول على أنظمة فعالة مضادة للصواريخ الباليستية محدودة على الصعيد العالمي، كما أنّ الجداول الزمنية لتسليم المنظومات الاعتراضية تشكل تحديات إضافية. ووفقاً لموقع "Defense Express"، إذا كانت أوكرانيا ستقدم طلباً للحصول على نظام الدفاع الجوي الأمريكي الصنع (THAAD) اليوم فإن الوقت المقدر للتسليم لن يقل عن 6 سنوات. ويستند هذا التقييم إلى الوتيرة الحالية لعمليات التسليم إلى الجيش الأمريكي، الذي لا يزال الزبون الرئيسي للمنظومة.

يتم تصنيع الصاروخ من قبل شركة lockheedmartin، حيث يتطلب كل صاروخ مهلة تتراوح بين 34 و36 شهرًا. تقول الشركة أنّ قدرتها الإنتاجية ستصل إلى 550 صاروخًا سنويًا سنة 2026 (هناك علامات استفهام لحقيقة قدرة الشركة على الوصول لهذا الرقم).

حصلت شركة lockheedmartin على عقد لإنتاج بطارية من صواريخ THAAD لوكالة الدفاع الصاروخي الامريكية (MDA) وهي البطارية الثامنة من هذا الطراز لصالح الحكومة. ومن المتوقع أن يتم تنفيذه بنهاية عام 2025. تستغرق عملية الانتاج حوالي 3 سنوات من وقت توقيع العقد حتى التسليم. أما للزبائن الخارجيين قد يستغرق 5-6 سنوات أو أكثر، ويرجع ذلك للطلب المتزايد والقدرات الإنتاجية المحدودة. تمّ توقيع اتفاقية بقيمة 15 مليار دولار مع المملكة العربية السعودية في عام 2017 لتسليم سبع بطاريات، ومن المقرر أن يتم أول التسليم تبعًا في عام 2026.

في عام 2024، زادت الشركة lockheedmartin من إنتاجها لصواريخ باتريوت PAC-3 بشكل ملحوظ، وحققت أرقامًا قياسية جديدة، نجحت الشركة في إنتاج وتسليم أكثر من 500 صاروخ PAC-3 MSE، وهو رقم قياسي جديد في الإنتاج. ومثّل هذا زيادة في الإنتاج تجاوزت 30% عن عام 2023. يشهد الطلب على نظام PAC-3 MSE تزايدًا مستمرًا، وتلبية هذا الطلب، بدأت الشركة بالاستثمار لأكثر من عام قبل منح العقد الأخير لتهيئة المصانع وقواها العاملة لدعم طاقة إنتاجية أكبر.

خامسًا: أنظمة الدفاع الصاروخي والجوي

أنشأت الولايات المتحدة وحلف الناتو عدة أنظمة دفاع صاروخي في مواجهة مخاطر تهديدات الصواريخ الباليستية التقليدية وغير التقليدية:

- نظام النهج الأوروبي التكيفي المرحلي (EPAA)
- نظام (Aegis BMD) Ballistic Missile Defense البحري
- الدرع الفضائي الأوروبي (ESSI).
- النظام الدفاع الأرضي GMD (Ground-Based Midcourse Defense)

➤ نظام النهج الأوروبي التكيفي المرحلي (EPAA)

هو نظام دفاعي شكلته الولايات المتحدة في عهد الرئيس أوباما عام 2009، يهدف إلى حماية أوروبا والقوات الأمريكية المنتشرة فيها من التهديدات الصاروخية القادمة من خارج القارة، وبالأخص من إيران. يختلف نظام EPAA الأمريكي عن جهود IAMD الأوروبي، ولكنه ليس منفصلاً عنها. يمثل القدرة التشغيلية الأولية لنظام الدفاع الصاروخي الباليستي في أوروبا، يشمل موقعين دفاعيين في رومانيا وبولندا، وسفن Aegis المتمركزة في روتا بإسبانيا، ورادار في تركيا مواجه للجنوب. ويشمل موقع القيادة والسيطرة في ألمانيا.

سنة 2024 تسلّم حلف شمال الأطلسي NATO رسميًا نظام Aegis للدفاع الصاروخي، حيث مثل خطوة محورية في تعزيز قدرات الدفاع الصاروخي للحلف. حاليًا ما زال Aegis Ashore فاعلاً.

- المرحلة الأولى (مرحلة سنة 2011)

إنشاء قيادة وسيطرة وتحكم ومتابعات في قاعدة Ramstein الجوية في ألمانيا. نشر عدة سفن حربية أمريكية في البحر الأبيض المتوسط وإسبانيا بقاعدة روتا، تحمل صواريخ SM-3 Block IA Aegis. نشر رادار AN/TPY-2 في تركيا.

- المرحلة الثانية سنة 2016 (كان الأداء الأولي وفعال، لكن ليس بكامل طاقته)

تشمل المرحلة الثانية نشر صواريخ اعتراضية على الأرض في أول عملية نشر "Aegis Ashore" في Deveselu برومانيا. كما تم تركيب الصواريخ الاعتراضية على عدد متزايد من سفن Aegis للدفاع المضاد للصواريخ الباليستية لدعم المهام العالمية.

1- تم نشر 7 رادارات للأنظمة الاعتراضية من طراز AN/TPY-2 تحت نظام Aegis، أربع رادارات في قيادة المحيط الهادئ (اثنتان للاستخدام في الوضع الأمامي

واثنان للاستخدام في الوضع الطرفي)، واثنان للقيادة الأوروبية EUCOM، وواحد للقيادة الوسطى CENTCOM.

2- وضع خطة لتجهيز البحرية الامريكية بـ 48 سفينة Aegis في نهاية السنة المالية 2022، كما خطط لرفع العدد الى 65 سفينة بحلول نهاية السنة المالية 2025.

3- تمّ تجهيز موقع "Aegis Ashore" الأول في Deveselu برومانيا (الذي أكمل تحديثه في آب 2019) برادار SPY-1 Aegis البري و12 قاذفة (VLS) Mark 41 لـ 24 صاروخًا اعتراضيًا من طراز SM-3 Block IB.

4- قد حصلت المرحلة الثانية على إعلان القدرة التقنية (TCD) في كانون الاول 2015، وهو ما يشير إلى أن النظام سيعمل كما هو مصمم.

- المرحلة الثالثة

1 - إعداد موقع Aegis Ashore ثاني في بولندا في Redzikowo مع رادار آخر من طراز SPY-1 و24 صاروخًا من طراز SM-3 Block IIA وهذا سيكمل عمليات النشر في البحر وفي رومانيا، وسيوسع التغطية على نسبة أكبر من أوروبا.

2 - وضع خطة لشراء 60 صاروخًا من طراز SM-3 Block IIA بحلول نهاية السنة المالية 2021.

3 - تم الغاء خطة لوضع نظامين تتبع لدعم الاعتراض المبكر (ABIR) وهو نظام مصمم لتتبع الصواريخ القادمة، المراقبة الدقيقة (PTSS)، الذي سيشمل ما يصل إلى 12 قمرًا صناعيًا.

- المرحلة الرابعة

وفقًا لوكالة الدفاع الصاروخي الدفاعية، كان من الممكن أن تلعب أجهزة الاستشعار الفضائية دورًا في المرحلة الرابعة.

➤ نظام (Aegis BMD) Ballistic Missile Defense

يُشغله سلاح البحرية الامريكي من المدمرات والطرادات، يهدف إلى حماية الحلفاء والقوات الأمريكية من الصواريخ المتوسطة إلى طويلة المدى. يوجد نسخة برية منه (Aegis Ashore)، إضافة إلى صواريخ قادرة على اعتراض الصواريخ في المرحلة النهائية - الاقتراب من الهدف.

يشكّل (Aegis BMD) النظام البحري ضمن منظومة الدفاع الصاروخي، ويوفر قدرة دفاعية فعالة وقابلة للتشغيل على متن طرادات البحرية الأمريكية من فئة Ticonderoga (CG)

ومدمرات الصواريخ الموجهة من فئة Arleigh Burke (DDG)، إضافة إلى المنصات الأرضية (Aegis Ashore).

يعتمد نظام Aegis التابع للبحرية الأميركية على رادار SPY-1 ويستخدم صواريخ من طراز SM-2، SM-3، SM-6، RIM-162، RM-116، RIM-7.

- صاروخ SM-2 Standard Missile 2

هو صاروخ أرض جو للبحرية، يوفر دفاعًا عن المنطقة ضد الصواريخ والطائرات المضادة للسفن، متوسط المدى 90 ميل Block III.

صُممت معظم إصدارات SM-2 Block II و Block III و Block IV للاشتباك مع صواريخ كروز المضادة للسفن عالية السرعة وعالية الارتفاع (ASCM) مع توجيه في منتصف المسار ودعم راداري من أنظمة السفينة للمساعدة في إضاءة الهدف خلال مرحلة الاعتراض النهائي. دخل أول صاروخ الخدمة في عام 1967.

عائلة الصواريخ الاعتراضية SM-2 كلها تعمل بالوقود الصلب ويتم التحكم فيها بالذيل، وهي مصممة للإطلاق إما من نظام الإطلاق العمودي (VLS) Mk 41 أو نظام إطلاق الصواريخ الموجهة (GMLS) Mk 26، يبلغ سعر الصاروخ 770.000 دولار لإصدار Block III.

- صاروخ SM-3 Standard Missile 3

هو صاروخ مشتق من صاروخ RIM-156 Standard SM-2 Block IV محمول على السفن.

يتمتع هذا الصاروخ بالقدرة على تدمير الصواريخ قصيرة ومتوسطة المدى خلال مرحلة منتصف الرحلة. على عكس الذخائر الأخرى التي تطلقها السفن، يمكن لـ SM-3 التعامل مع التهديدات في الفضاء.

أنتج منه إصدارات عديدة منها Block IB و Block IIA يعمل بالوقود الصلب. استخدمته السفن الحربية الأميركية في شرق البحر الأبيض المتوسط للدفاع عن الكيان الإسرائيلي من الهجمات الصاروخية الإيرانية.

تنتجه شركات Raytheon و Aerojet.

يتراوح سعر الصاروخ بين 10 ملايين دولار و30 مليون دولار، اعتمادًا على الطراز. قيمة الصاروخ طراز BLKIB مبلغ 12.510.000 دولار، أما الصاروخ من طراز BLKIIA فسعره 2.8700.000 دولار.

- صاروخ SM-6 Standard Missile 6

هو صاروخ موجه مضاد للجو تطلقه البحرية الأميركية من سطح السفن، ويوفر قدرة دفاعية على مستوى المنطقة والسفينة الذاتية. صُمم الصاروخ لتوفير قدرة الاشتباك بعيد المدى 200 ميل، يعمل ضد تهديدات متعددة على سطح البحر، قرب السواحل، وفوق اليابسة، يتمتع الصاروخ بقدرة اشتباك ما وراء الأفق (Over-the-Horizon). نشر صاروخ SM-6 على متن 60 سفينة سطحية، وقد قامت شركة Raytheon بتسليم أكثر من 500 صاروخ للبحرية. أحدث إصدار من صاروخ SM-6 هو SM-6 Block IB، وهو حاليًا في المرحلة النهائية من التطوير، وقد بدأ إنتاجه في أواخر السنة المالية 2024. هذا الإصدار يعزز بشكل كبير من مدى الصاروخ وسرعته من خلال دمج محرك أكبر بقطر 21 بوصة. تم تصميم Block IB لتحقيق سرعات تفوق سرعة الصوت، وهو مخصص لاعتراض الأهداف الجوية والسطحية على حد سواء، بما في ذلك تلك التي تفوق سرعة الصوت. تبلغ كلفة كل جولة 4.270.000 دولار.

- صاروخ RIM-162 Evolved Seasparrow (ESSM)

هو صاروخ اعتراض أرض-جو متوسط المدى مصمم لمواجهة صواريخ كروز عالية السرعة والتهديدات الجوية منخفضة السرعة (LVAT)، مثل الطائرات بدون طيار والمروحيات، والتهديدات السطحية عالية السرعة القابلة للمناورة. تعمل ESSM بالتنسيق مع صواريخ اعتراضية أخرى للدفاع الجوي، مثل Standard Missile-2 و Standard Missile-6 لتزويد السفن البحرية بدفاع متعدد الطبقات. يبلغ سعر الصاروخ 1.490.000 دولار.

- صاروخ RM-116 (Rolling Airframe Missile - RAM)

صاروخ RAM هو نسخة مطورة من نظام صواريخ الدفاع الذاتي للسفن، خفيف الوزن وعالي القوة النارية يُستخدم كمكمل للدفاع ضد صواريخ كروز المضادة للسفن. هو صاروخ قصير إلى متوسط المدى، المحسن منه يصل مداه إلى 27 ميل. يعتمد تصميم النظام على باحث الأشعة تحت الحمراء (IR) المستعار من صاروخ Stinger (FIM-92)، مع رأس حربي، محرك صاروخي، وزناد مأخوذة من صاروخ Sidewinder (AIM-9). يستخدم الصاروخ توجيهًا بتردد الراديو (RF) في مرحلة منتصف المسار، ثم ينتقل لتوجيه الأشعة تحت الحمراء في المرحلة النهائية للاشتباك. يوجد منه عدة إصدارات أبرزها Block 2A و Block 2B يُطلق من منصة إطلاق مدمجة تحمل 21 صاروخًا. سعر الصاروخ

770.000 دولار، أما المحسن فسعره 950.000 دولار، كان مخطط للسنة المالية 2025 تخصيص مبلغ 160 مليون دولار لإنتاج حوالي 150 صاروخ منه.

- صاروخ RIM-7 Sea Sparrow

هو صاروخ قصير المدى 19 كلم، مضاد للطائرات والصواريخ محمول على متن السفن الأمريكية، وهو مخصص في المقام الأول للدفاع ضد الصواريخ المضادة للسفن. تم تطوير النظام في أوائل الستينيات من صاروخ جو-جو AIM-7 Sparrow كسلاح "دفاع نقطي" خفيف الوزن يمكن تركيبه على السفن الموجودة في أسرع وقت ممكن، وغالبًا بدلاً من الأسلحة المضادة للطائرات القائمة على المدافع الموجودة. في هذا التجسيد، كان عبارة عن نظام بسيط للغاية يتم توجيهه بواسطة جهاز إضاءة راداري موجه يدويًا. سعر الصاروخ 165400 دولار.

➤ الدرع الفضائي الأوروبي (ESSI)

يقوم حلف شمال الأطلسي (NATO) بالخطوات اللازمة للحفاظ على جهوزية نظام الدفاع الجوي والصاروخي، ويواصل الحلف تعزيز قدراته على الردع والدفاع على المدى الطويل. عندما اندلعت الحرب بأوكرانيا فرضت هذه الحرب واقعًا آمنياً مستجداً، لذا بادرت عدد من الدول الأوروبية الى إنشاء تشكيل جديد سنة 2022 للدفاع الجوي والصاروخي ضد التهديدات الباليستية الروسية، تحت عنوان الدرع الفضاء الأوروبي (ESSI). تمثلت مهمته الأساسية في تعزيز قدرة أوروبا على الرد على التهديدات الصاروخية المتطورة، كما تمثل خطوة تقلل اعتماد الحلف على الولايات المتحدة، فضلاً عن تطوير قدرات ذاتية أوروبية شاملة.

أنشئ مفهوم نظام الدفاع الجوي والصاروخي المتكامل (IAMD) نظاماً لمبادرة درع الفضاء الأوروبي (ESSI) بهدف حماية المجال الجوي لدول الحلف من التهديدات المختلفة، سواء كانت صواريخ باليستية، صواريخ كروز، طائرات مأهولة أو بدون طيار. يعتمد هذا النظام على مجموعة متنوعة من الأسلحة والمكونات الدفاعية التي تعمل بتنسيق متواصل.

- نظام الدفاع الجوي الصاروخي المتكامل (IAMD) Missile DEFENSE

يُعدّ نظام الدفاع الجوي الصاروخي المتكامل (IAMD) عنصراً أساسياً في ردع ودفاع في المنظومة الغربية، يجمع بين القدرات من مختلف المجالات (البر، الجو، البحر، الفضاء، والفضاء الإلكتروني). هو نظام متعدد الجنسيات، قابل للدمج مع أنظمة الحلفاء (ناتو، اليابان، كوريا الجنوبية، إلخ). يتميز نظام الدفاع الجوي الصاروخي بالسرعة

والمرونة والتكيف وهو مزود بقدرات مراقبة مستمرة بزاوية 360 درجة (من السطح إلى الفضاء) والقدرة على رصد أي تهديدات جوية أو صاروخية والتحذير منها على مدار الساعة. يشمل هذا النشاط دمج أنظمة الدفاع الجوي والصاروخي مثل باتريوت، Aegis، THAAD في شبكة متكاملة للرد على التهديدات الجوية والصاروخية المتعددة.

- يتألف برنامج (IAMD) من عدة مجالات وظيفية:

- **المراقبة الجوية** (الإنذار المبكر وكشف التهديدات وتعبئها، عبر منظومة رادارات من أجهزة الاستشعار الشبكية النشطة والسلبية، الثابتة والقابلة للنشر)
- **إدارة العمليات، القيادة والتحكم**
- **الاتصالات والمعلومات** (تشمل الاتصالات عبر الأقمار الصناعية، والمراقبة والاستطلاع الاستخباراتي، والاستهداف، بالإضافة إلى تحديد المواقع، والملاح، والتوقيت)
- **الدفاع الجوي والصاروخي النشط** (هو مزيج متنوع من الأنظمة الصاروخية قصيرة ومتوسطة وطويلة المدى، أرضية أو بحرية)
- **الدفاع الجوي والصاروخي السلبي** (يشمل التحصين والحماية، والتمويه، والإخفاء والخداع، والتشتيت والتكرار..). للصواريخ الباليستية ثلاث مراحل: الإطلاق، والتحليق الحر خارج الغلاف الجوي، والعودة النهائية. ويتطلب الاكتشاف المبكر خلال المرحلة النهائية، التي تستغرق أقل من دقيقة، أنظمة دفاع صاروخي عالية الأداء.

يقوم نشاط (IAMD) على عدة أنواع من الصواريخ وهي: صاروخ THAAD وصاروخ Patriot الأمريكي، صاروخ ARROW-3 الإسرائيلي، صاروخ AMRAAM، صاروخ SAMP/T 30، ASTER، صاروخ IRIS-T.

- صاروخ (THAAD (Terminal High Altitude Area Defense

هو نظام دفاع جوي على ارتفاعات عالية يعترض الصواريخ الباليستية داخل الغلاف الجوي وخارجه. ويتكامل بسلسلة مع أنظمة الدفاع الجوي الغربية والإسرائيلية الأخرى، ويتميز برادار بعيد المدى للكشف عن الأهداف. توصف منظومة THAAD بأنها فعالة للغاية ضد الصواريخ الباليستية قصيرة ومتوسطة المدى، ولها قدرات محدودة ضد الصواريخ بعيدة المدى. وهو يستخدم تقنية Hit-to-Kill، حيث يدمر الأهداف بدون رؤوس حربية متفجرة من خلال الاصطدام بها بسرعات عالية للغاية، مدى عملياته تبلغ 200 كلم، ويمكنه تدمير

أهداف على ارتفاعات تصل إلى 150 كيلومتر. وهو يتكامل مع أنظمة الدفاع الأمريكية الأخرى، مثل Patriot و Aegis ، بالإضافة إلى مقاتلات F-35 والسفن البحرية.

يبلغ عدد طاقم كل بطارية ما يصل إلى 100 فرد، ويتضمن وحدة إطلاق مثبتة على 6 مركبات، كل منها قادرة على حمل 8 قاذفات و48 صاروخًا إعتراضيًا، إلى جانب أجهزة الرادار ومعدات الاتصالات. يعمل النظام برادار AN/TPY-2، ويكشف الأهداف على مدى بعيد. ويتيح تصميمه المعياري سهولة النقل والنشر.

تتألف كل بطارية من نظام THAAD، المصممة للمناورة، من خمسة مكونات أساسية: صواريخ اعتراضية، وقاذفات، ورادار، ووحدة تحكم في إطلاق النار، ومعدات دعم. تُنشر بطارية THAAD كاملة بست قاذفات من طراز M1120 HEMTT، تحمل كل منها ثمانية صواريخ اعتراضية، لتبلغ السعة الإجمالية 48 صاروخًا. ويسمح التكوين المتنقل بالنشر السريع في أي مكان في العالم، ويتطلب طاقمًا مكونًا من 95 جنديًا للعمليات الكاملة.

يعمل نظام THAAD الدفاعي الطرفي عالي الارتفاع THAAD في غلاف ارتفاع يتراوح بين 40 و150 كيلومترًا مع مدى أقصى يتجاوز 200 كيلومتر، مما يجعله بمثابة جهاز اعتراض في المرحلة النهائية في الغلاف الجوي الداخلي والخارجي. ويشترك النظام مع الصواريخ الباليستية قصيرة ومتوسطة ومتوسطة المدى (صواريخ باليستية قصيرة ومتوسطة ومتوسطة المدى (IRBM، MRBM، SRBM) التي تحمل رؤوساً نووية أو كيميائية أو بيولوجية أو تقليدية. تشمل القيود الرئيسية عدم القدرة على الاشتباك مع أهداف تحلق على ارتفاع منخفض مثل الطائرات بدون طيار وصواريخ كروز تحت تغطية الرادار. كما أن التوقيع الراداري الكبير للنظام يخلق نقاط ضعف، مما يتطلب الحماية بواسطة أنظمة دفاع جوي أخرى أثناء النشر.

يمثل نظام THAAD قيمة عالية التكلفة وعالي القدرات بقيمة تتراوح بين 1.0 و1.8 مليار دولار أمريكي لكل بطارية اعتمادًا على التكوين وحُزْم الدعم. وتبلغ تكلفة الصواريخ الاعتراضية الفردية ما بين 12.9 و25 مليون دولار لكل منها، وهو ما يعكس تكنولوجيا المركبات الحركية المتطورة وأنظمة التوجيه المتقدمة.

وتظهر المشتريات الأخيرة طلبات بقيمة 484.7 مليون دولار للسنة المالية 2024 و639.9 مليون دولار للسنة المالية 2025، مع شراء طائرات اعتراضية تتراوح من 11 إلى 12 وحدة سنويًا. ويمثل عقد تطوير THAAD 6.0 بقيمة 2.8 مليار دولار في فبراير 2024 استثمارًا مستمرًا كبيرًا حتى عام 2035. وتولد المبيعات الدولية إيرادات كبيرة، حيث بلغ إجمالي العقود مع الإمارات العربية المتحدة 3.3 مليار دولار، والمملكة العربية السعودية 15 مليار دولار، والاتفاقية الشاملة مع قطر 42 مليار دولار. تساعد هذه المبيعات في تعويض تكاليف التطوير مع بناء القدرات الدفاعية المتحالفة.

- صاروخ باتريوت (3- PAC-3 (Patriot Advanced Capability)

يُعد **Patriot** نظام دفاع جوي وصاروخي موجّه بعيد المدى وعالي الكفاءة، ويوفّر حماية للقوات القتالية البرية والأصول عالية القيمة. يمتلك قدرة اعتراض ضد الصواريخ الباليستية التكتيكية، وصواريخ كروز، والتهديدات الجوية التقليدية. أثبت صاروخ PAC-3 MSE قدرته على القتال ضد التهديدات المتقدمة بما في ذلك الصواريخ الأسرع من الصوت.

المدى العمليّاتي للصاروخ 160 كلم. يعمل النظام على الرادار AN/MPQ-65 والرادار AN/MPQ-53 الخاص بصاروخ PAC2، تتكون البطارية من 4 إلى 8 قاذفات.

تعود جذور التكنولوجيا إلى عام 1965، عندما بدأ الجيش الأمريكي في البحث عن نظام دفاع جوي جديد بعيد المدى، وبدأ التطوير المتقدم في عام 1967 تحت اسم تطوير الصواريخ السطحية إلى الجو، أو Sam-D. في سنة 1976 أعيد تسميته، وجاء أول نشر تشغيلي له في عام 1985 لدعم متطلبات حلف الناتو.

في كانون الثاني، 2025 حصلت شركة Raytheon، وهي شركة تابعة لشركة RTX على عقد بقيمة 529 مليون دولار لتزويد هولندا بوحدة (بطارية) باتريوت تتضمن رادار وقاذفات ومحطات قيادة وتحكم ومعدات دعم أخرى.

- صاروخ AMRAAM

هو نظام دفاع جوي أرضي قصير إلى متوسط المدى، يستخدم صواريخ من طراز AMRAAM B/C5/C7 ويوجد نماذج أخرى مثل AMRAAM-ER و AIM-9X Sidewinder Block II.

طورته شركة Kongsberg Defense & Aerospace وشركة RTX Corporation، يدافع النظام ضد المسيرات (UVAs) والمروحيات والصواريخ المجنحة والطائرات الحربية. المدى 30 كلم لصاروخ من طراز NASAMS-2، أما طراز NASAMS-3 فيبلغ مداه 60 كلم، يعتبر النظام متكاملًا بشكل وثيق ومتكيف مع الدفاع الجوي والصاروخي المتكامل (IAMD) في أي بلد. هو بطبيعته نظام متنقل للغاية مصمم مع التركيز على المرونة التشغيلية لحماية القواعد الجوية والموانئ البحرية والمناطق المأهولة بالسكان وغيرها من الأصول عالية القيمة وقوات الجيش. لقد أثبت نظام NASAMS قابلية التشغيل المتبادل مع وحدات المستوى الأعلى والأنظمة ذات المدى الأطول مثل Patriot.

تحتوي وحدة NASAMS القياسية على تصميم معياري يشتمل على مركز قيادة FDC، ورادار نشط ثلاثي الأبعاد Raytheon AN/MPQ-64F1 Sentinel، ومستشعر

كهروضوئي سلبي وأشعة تحت الحمراء وعدد من قاذفات الصواريخ، يستخدم نظام NASAMS صاروخ AMRAAM كصاروخ أساسي، وهو مماثل لصواريخ AMRAAM AIM-120 المستخدمة في الطائرات المقاتلة. يتمتع مفهوم الاستخدام المزدوج بمزايا تشغيلية ويقلل من التكلفة اللوجستية. لديه منصة إطلاق لما يصل إلى 6 صواريخ ضد أهداف فردية أو متعددة.

- صاروخ ARROW الإسرائيلي

يعمل نظام Arrow الإسرائيلي بنهج مختلف من خلال بنيته متعددة المستويات، التي تمتد عبر مناطق اعتراض الغلاف الجوي والخارجي. يوفر Arrow 2 دفاعًا في المرحلة النهائية باستخدام صواريخ اعتراضية بطول 7 أمتار برؤوس حربية متشظية مركزة شديدة الانفجار، تصل سرعته إلى 9 ماخ وأسقف ارتفاع 50 كيلومترًا.

يمثل Arrow 3 قفزة تكنولوجية في اعتراض الفضاء خارج الغلاف الجوي، وذلك باستخدام الطاقة الحركية للضرب والقتل ضد أهداف تصل إلى مسافة 2400 كيلومتر وارتفاعات تتجاوز 100 كيلومتر.

يعمل رادار Green Pine الخاص بالنظام في النطاق L (500-1000 ميغاهرتز) مع 2300-2000 وحدة إرسال/استقبال عبر مصفوفة مرحلية بطول 12×5 مترًا. على الرغم من توفير اكتشاف على مدى أطول يصل إلى 900 كيلومتر في تكوين Super Green Pine، فإن تردد النطاق L يوفر اختراقًا جويًا أفضل ولكن بدقة أقل من نظام النطاق X الخاص بـ THAAD.

يوفر نهج الاعتراض المزدوج الخاص بـ Arrow مرونة استراتيجية، يتعامل Arrow 2 مع الصواريخ الباليستية متوسطة المدى في المرحلة النهائية بينما يتعامل Arrow 3 مع التهديدات طويلة المدى والصواريخ الباليستية العابرة للقارات خارج الغلاف الجوي.

يتكامل هذا التصميم متعدد الطبقات بسلسلة مع أنظمة Iron Dome و David's Sling لتغطية شاملة بدءًا من الصواريخ قصيرة المدى وحتى الصواريخ الباليستية العابرة للقارات. وتضيف قدرة النظام المثبتة المضادة للأقمار الصناعية قيمة استراتيجية على الرغم من أن ذلك لا يزال غير معترف به رسميًا. تبلغ تكلفة صواريخ Arrow 2 الاعتراضية حوالي 2.5 مليون دولار، في حين تبلغ تكلفة صواريخ Arrow 3 حوالي 2.0 مليون دولار لكل وحدة،

وهي أقل تكلفة بكثير من صواريخ THAAD الاعتراضية. أنتجت شركة بوينج 40-50% من محتوى السهم 3، وساهمت الولايات المتحدة بأكثر من 3.7 مليار دولار في تمويل التطوير. قامت ألمانيا بشراء منظومة صاروخ Arrow 3 بقيمة 3.5 مليار يورو.

- صاروخ ASTER 30 SAMP/T

هو سلاح الدفاع الرئيسي المتنقل المضاد للطائرات لحماية مسرح العمليات، صناعة إيطالية فرنسية. صمم ضد التهديدات الصاروخية (TBM)، صواريخ المواجهة، صواريخ كروز، (ARM) والطائرات، ويحل محل جميع أنظمة أرض-جو متوسطة المدى الموجودة.

تم تصميم نظام ASTER 30 SAMP/T لتلبية احتياجات الدفاع الجوي المتوسطة والطويلة المدى. يمكن تشغيله في وضع مستقل أو يمكن دمجه في شبكة منسقة. هناك نسختان منه، نسخة قصيرة المدى، 15 ASTER، ونسخة طويلة المدى ASTER 30.

ASTER هو صاروخ ذو مرحلتين، يتم توجيه السلاح بالقصور الذاتي، باستخدام بيانات الهدف المحدثة التي ترسلها وحدة الاشتباك من خلال الرادار متعدد الوظائف. أثناء مرحلة التوجيه، يتم تحقيق التوجيه بواسطة باحث نشط كهرومغناطيسي، يوفر قدرة دقيقة للغاية في جميع الأحوال الجوية. يتعامل مع الطائرات الحربية حتى 100 كلم، يتصدى للصواريخ ضمن مسافة 35 كلم.

يستخدم نظام SAMP/T Aster 30 شبكة من الرادارات وأجهزة الاستشعار المتطورة – بما في ذلك رادار المصفوفة المرحلية ثلاثية الأبعاد – مما يجعله فعالاً للغاية ضد جميع أنواع التهديدات الجوية. ثمن الوحدة 420 مليون يورو، أما الصاروخ الواحد ثمنه 2 مليون يورو.

- صاروخ IRIS-T

هو نظام IRIS-T SLM متوسط المدى من نظام IRIS-T SL الصاروخي للدفاع الجوي الذي صممه وأنتجته شركة Diehl الألمانية للدفاع. يوفر النظام حماية شاملة بزاوية 360 درجة ضد الطائرات والمروحيات وصواريخ كروز والأسلحة الموجهة. ويتيح الاشتباك المتزامن مع أهداف متعددة من المدى القصير جداً إلى المتوسط في أوقات رد فعل قصيرة للغاية. يمكن دمج أنظمة رادار مختلفة متعددة الوظائف في نظام الدفاع الجوي IRIS-T SLM. نظام IRIS-T SLM مناسب للنشر المتحرك والثابت على حد سواء. تم تسليم منظومة Iris-T SLM ثانية إلى أوكرانيا في 2023. هناك خطط لتزويد إستونيا ولاتفيا وسويسرا بنظام الدفاع الجوي Iris-T SLM.

تستند وحدة قاذفة الصواريخ IRIS-T SLM على هيكل شاحنة مع ثماني قاذفات صواريخ مثبتة في الجزء الخلفي من الشاحنة. يتألف ترتيب قاذفات حاويات الصواريخ من أربعة صواريخ. في وضعية إطلاق الصاروخ. يوجد طراز من IRIS-T يستخدم كصاروخ جو-جو الذي دخل الخدمة في القوات الجوية الألمانية في عام 2005. تبلغ قيمة البطارية حوالي 809 مليون دولار.

➤ النظام الدفاع الأرضي GMD (Ground-Based Midcourse Defense)

الدفاع الأرضي المتوسط (GMD)، المعروف سابقًا باسم الدفاع الصاروخي الوطني (NMD)، هو نظام صاروخي مضاد للصواريخ الباليستية تنفذه الولايات المتحدة الأمريكية للدفاع ضد الصواريخ الباليستية، خلال مرحلة منتصف مسار الرحلة الباليستية. إن مواجهة الصواريخ الباليستية، بما في ذلك الصواريخ الباليستية العابرة للقارات (ICBMs) التي تحمل رؤوسًا حربية نووية أو كيميائية أو بيولوجية أو تقليدية، تشكل عنصرًا رئيسيًا في استراتيجية الدفاع الصاروخي الأمريكية. يعد الدفاع الأرضي المتوسط (GMD) حجر الزاوية في بنية الدفاع الصاروخي متعدد الطبقات الخاصة بـMDA، مما يوفر قدرة على مدار الساعة للدفاع عن جميع الولايات المتحدة. إنه النظام التشغيلي الأول والوحيد المصمم للدفاع عن الولايات المتحدة بأكملها ضد الصواريخ الباليستية بعيدة المدى.

لأكثر من عقدين من الزمن وضمن خطة الدفاع في السنوات السابقة، تم نشر 44 صاروخ GBIs بالجغرافيا الأمريكية، 40 منها متمركزة في Fort Greely بألاسكا وأربعة في قاعدة Vandenberg الجوية بكاليفورنيا.

في كانون الثاني 2025 أمر الرئيس الأمريكي دونالد ترامب البنتاغون، بتطوير درع دفاع صاروخي من الجيل الجديد سمي "بالقبة الحديدية فوق الولايات المتحدة" تحميها من التهديدات الصاروخية الباليستية العابرة للقارات والصواريخ المجنحة. كما تدعو خطة إدارة ترامب أيضًا إلى نشر أقمار صناعية لتتبع الصواريخ الباليستية والأسرع من الصوت (HBTSS)، وهو مشروع آخر قيد التنفيذ ومصمم ليتم دمجهم مع طبقة الأقمار الصناعية التابعة لوكالة الدفاع الصاروخي. HBTSS هو تعاون بين وكالة الدفاع الصاروخي وقوات الفضاء.

تقديرات السنة المالية 2021 بنشر 21 صاروخًا اعتراضيًا للصواريخ الباليستية ستكلف مبلغًا قدره 17.7 مليار دولار.

• الصاروخ الاعتراضي الأرضي (GBI)

هو صاروخ اعتراضى مصمم ضد الصواريخ العابرة للقارات، يتم إطلاقه من قاذفات اعتباراً من عام 2021، يعد المعترض الأرضى (GBI) أحد مكونات نظام الدفاع الأرضى فى منتصف المسار (GMD). يتكون GBI من معزز صاروخى متعدد المراحل يعمل بالوقود الصلب من ثلاث مراحل، بسرعة تقترب من أربعة أميال فى الثانية. يمكنه المناورة لتوجيه ذاتى بدقة إلى مسار تصادمى مع الصاروخ الباليستى القادم. وتُعرف هذه التقنية بتكنولوجيا "hit-to-kill"، ونظراً لغياب تأثير الانفجار، يجب أن يتمتع صاروخ "hit-to-kill" بدرجة عالية جداً من الدقة لضمان تقاطعه فى الزمان والمكان مع الهدف.

إنّ الأنظمة قصيرة المدى، مثل برامج الدفاع الصاروخى باتريوت وTHAAD، تقتصر على مناطق تغطية إقليمية أصغر. البرنامج الوحيد المصمم لحماية الأرضى الأمريكى بأكملها من هجوم صاروخى بعيد المدى هو برنامج الدفاع الصاروخى الأرضى (GMD). أنفقت الحكومة الأمريكية 53 مليار دولار أمريكى على هذا النظام.

هذا النظام أحد أكثر أنظمة الصواريخ تكلفة على مستوى العالم، وتقدر التكلفة الإجمالية لبرنامج نظام الدفاع الصاروخى الاعتراضى الأرضى، وفقاً لتقرير مكتب المساءلة الحكومية لعام 2012 كما يلى:

التكلفة الإجمالية لبرنامج GMD: 39.16 مليار دولار (بما فى ذلك الصواريخ الاعتراضية والتحكم فى إطلاق النار والبنية التحتية ذات الصلة).

التكلفة التقديرية لكل صاروخ اعتراضى من الجيل التالى: 70 - 100 مليون دولار.

التكلفة المقدرة لـ 21 صاروخاً اعتراضياً من الجيل التالى (NGI): حوالى 18 مليار دولار

طلب ميزانية وزارة الدفاع الصاروخى للسنة المالية 2025 للدفاع الصاروخى الاستراتيجى: 2.526 مليار دولار.

الخلاصة

كشفت المواجهات في عمليات الوعد الصادق والمساندة اليمنية، عن النقص الحاد بمخزون الصواريخ الاعتراضية في المحور الغربي الصهيوني من مختلف الصواريخ المستخدمة الاعتراضية. إلى جانب الكلفة العالية، على طالبي شراء الأسلحة انتظار شركات الإنتاج لزمن طويل للحصول على كمية من الصواريخ الاعتراضية، وقد لا تفي بالحاجة.

مسألة أخرى لا تقل أهمية، بل قد تكون العامل الحاسم في الحرب، وهي دخول الصواريخ الباليستية الإيرانية الجديدة الى الميدان، التي تملك تقنيات عالية مثل صاروخ فتاح-1 و صاروخ خيبر شكن، متعدد الرؤوس، حيث فشلت عمليات الاعتراض الى حد كبير في التصدي لهما، سواء كانت صواريخ اعتراضية نوع THAAD أو نظام ARROW-2/3 أو صاروخ Patriot.

إنّ استهلاك الذخائر باهظة الثمن مقابل صواريخ أو مسيرات ثمنها لا يتجاوز 10% من ثمن الصواريخ الاعتراضية الغربية، دفع القوات الامريكية أن تعتمد بنسبة معينة على سلاح الجو في عمليات التصدي، كما دفعها للتفاضل بين أنواع الصواريخ بما يتناسب والسلاح المهاجم، في إجراء عملياتي للتخفيف من أعباء الكلفة المرتفعة لثمن الصواريخ الاعتراضية.

لكن في النهاية، وفق رؤية القادة العسكريين الأمريكيين، إنّ انتظار اصطياد الصواريخ والمسيرات المهاجمة هي عملية خاسرة، تستهلك الذخائر وتستنزف القدرات. لذا ذهبت الولايات المتحدة للخيار الدبلوماسي في تحييد اليمن أولاً في 6 أيار 2025، رغبة منها في إنهاء الهجمات على السفن الأميركية في البحر الأحمر وباب المندب. جرى التوصل إلى هذا الاتفاق بوساطة عُمان، ثم بعد فشل أهدافها خلال اعتدائها على الجمهورية الإسلامية، طلبت وقف إطلاق النار في 24 حزيران 2025.