شناخت مبانی کارکرد سیستم‌های دفاع موشکی

سپر نامریی آسمان

محمدحسین جهان‌پناه

عکس: AFP

گروه علم: چندی است جنگ لفظی بین آمریکا و کره‌شمالی بالا گرفته و مقام‌های کره‌شمالی تهدید کرده‌اند که در صورت لزوم، آماده حمله هسته‌ای پیشگیرانه به آمریکا هستند. در مقابل سخنگوی کاخ سفید نیز اعلام کرد آمریکا آماده است در برابر هرگونه حمله موشکی بالستیکی کره‌شمالی از خود دفاع کند و به این ترتیب بحران در منطقه بالا گرفته است. البته بسیاری از کارشناسان عقیده دارند کره‌شمالی نمی‌تواند در عمل با بمب اتمی یا دیگر جنگ‌افزارهای هسته‌ای به آمریکا حمله کند و همه اینها به احتمال بسیار در حد خط و نشان کشیدن‌های سیاسی باقی خواهد ماند زیرا از یک طرف کره‌شمالی تکنولوژی به‌کارگیری موشک‌های بالستیک مجهز به کلاهک‌های هسته‌ای را در اختیار ندارد و از طرف دیگر آمریکا نیز فناوری‌هایی در اختیار دارد که می‌تواند با حمله‌های اتمی کشورهای دیگر مقابله کند. به همین مناسبت فناوری سیستم‌های دفاع موشکی را در ادامه بررسی می‌کنیم.

این روزها نام سیستم‌های دفاع موشکی را بسیار می‌شنویم. این سیستم هم مثل برخی جنگ‌افزارهای دیگر از زمان جنگ سرد به جا مانده است. در زمانی نه‌چندان دور موشک‌های بالستیک قاره‌پیما با هیبت رعب‌آورشان بر دنیا حکم می‌راندند. در میانه دهه ۱۹۸۰ گفته می‌شد تنها زرادخانه کلاهک‌های اتمی شوروی برای ۲۹ بار نابودی زمین کفایت می‌کند. سیستم دفاع موشکی برای از میان برداشتن بازدارندگی این موشک‌ها طراحی شد، هرچند هیچ‌گاه عمر جنگ سرد به تکمیل این برنامه قد نداد اما میراثش همچنان پابرجاست.

ساختار سیستم دفاع موشکی

سیستم دفاع موشکی شبکه‌ای است از سیستم‌های پدافند هوایی و رهگیری استراتژیک که برای مقابله با تهدید طراحی می‌شود. سازمان دفاع موشکی ایالات متحده این سیستم را در چندین لایه طراحی کرده است که هر یک از این لایه‌ها باید بتواند یک موشک بالستیک را در یکی از سه فاز پرتاب آن (یعنی اوج‌گیری، میان راه و مرحله سقوط) رهگیری کند. گفتنی است موشک بالستیک موشکی است که تا ارتفاع بسیار زیادی اوج می‌گیرد (که این قسمت راه، با موتور روشن انجام می‌شود) و مابقی راه با استفاده از نیروی جاذبه زمین به سمت هدف می‌روند. این بخش از مسیر مانند یک سقوط آزاد است که البته به شکل هدایت‌شده و صحیح انجام می‌شود. موشک‌های بالیستیک معمولا تا ارتفاع بسیار زیادی اوج می‌گیرند و برخی از موشک‌های بالستیک که برد بسیار بالایی دارند حتی از جو زمین خارج می‌شوند و با استفاده از یک ابزار ورود مجدد به جو بازمی‌گردند. در این شرایط نبود یک سیستم هشداردهنده موثر، رهگیری موشک‌ها در مرحله اوجگیری را پیچیده می‌سازد، به‌خصوص که پوشش کامل در این مرحله مستلزم استقرار شبکه‌ای از رادارهای رهگیری در مناطق نزدیک به سایت‌های پرتاب موشک‌های بالستیک است. از سوی دیگر، سرعت موشک در مرحله سقوط نیز به بیش از ۱۶ هزار کیلومتر بر ساعت (۴/۵ کیلومتربرثانیه) می‌رسد که رهگیری در این مرحله نیز به شدت دشوار می‌شود. در نتیجه بهترین زمان باقیمانده همان زمانی است که موشک در میانه مسیر بر فراز جو راه مستقیم خود را به سوی هدفش طی می‌کند. یکی از مهم‌ترین اجزای سیستم دفاع موشکی برای رهگیری موشک‌ها در این مرحله، سیستم زمینی دفاع مرحله میانی (GDI) است. این سیستم در حقیقت مجموعه‌ای است از رادارهای رهگیری و سیلوهای موشک برای درگیری با موشک‌های بالستیک دوربرد و قاره‌پیما در فضا. به این کار می‌گویند زدن یک گلوله با یک گلوله دیگر. این سیستم در عین اینکه مهم‌ترین نقطه قوت این نوع سیستم دفاع موشکی به شمار می‌آید، با محدودیت‌های زیادی نیز مواجه است. پرتاب از این سیلوها پرتاب گرم است، یعنی دود و آتش زیادی تولید می‌شود. از آنجا که موشک در این سیلوهای زیرزمینی نگهداری می‌شود، باید مرتب آنها را بازرسی کرد. این سیلوها برای پرتاب پشت سرهم و سریع ساخته نشده‌اند. تعمیر هر سیلو پس از پرتاب هر موشک رهگیر، به چند روز زمان نیاز دارد. این نوع سیستم در حال حاضر تنها سلاح عملیاتی برای درگیری با اهداف در لایه‌های بالایی جو است.

بازخوانی سناریوی یک نبرد فرضی

برای توضیح بهتر شیوه عملکرد این نوع سیستم، بهتر است سناریوی یک جنگ فرضی را در نظر بگیریم. فرض کنید یک طرف جنگ، موشک بالستیک قاره‌پیمایی را به سمت کشور دیگری شلیک کرده است. در مرحله اول، ماهواره‌های اخطار زودهنگام، رد اشیایی سریع را در محل پرتاب ثبت می‌کنند. برای تشخیص دقیق محل این اشیا، اطلاعات مربوط به آنها را ابتدا به شبکه‌ای از رادارها شامل رادارهای مستقر در زمین و سیستم‌های دفاع موشکی ایجس (Aegis)، کشتی‌های جنگی مجهز به رادار Spy1 می‌دهند. سپس تمام این اطلاعات به رشته‌های عصبی یکی از مراکز سیستم دفاع موشکی بالستیک ارسال می‌شود. کامپیوتر عملیات، به سرعت با محاسبه مسیر پرتابی حرکت موشک به این نتیجه می‌رسد که موشک‌ها عازم کدام شهر یا منطقه هستند. اکنون نوبت فاز عکس‌العمل یا همان درگیری است که بسته به تعداد موشک‌ها باید برنامه‌ای دقیق تنظیم شود. تا این زمان هر دو موشک بالستیک با گذشتن از جو، وارد مرحله میانی ماموریت خود شده‌اند. از این زمان به بعد حدود ۲۰ دقیقه برای هر نوع واکنشی فرصت خواهد بود، یعنی درست زمانی که کلاهک‌های شناور در فضا به سوی اهداف خود در حرکتند و این زمانی است که موشک‌ها در قسمت خاموش ماموریت خود به سر می‌برند (طول این مدت، بسته به شرایط و فاصله پرتاب ممکن است از ۲۰ تا ۴۰ دقیقه، متفاوت باشد). در این شرایط سازمان موشکی، حرکت کلاهک‌ها را با استفاده از رادارهای خود در سراسر دنیا (رادارهایی همانند رادارهای دریایی باند ایکس شناور بر سکوهای متحرک) دنبال می‌کند. سپس به محض رسیدن دستور، موشک‌های رهگیر از سیلوهای پرتاب موشک برای مقابله با کلاهک‌های شناور در فضا پرتاب می‌شوند. زمانی که موشک‌های رهگیر به مدار رسیدند، مخروط دماغه جدا شده و کلاهک‌های رهگیری فراجوی را با سرعت ۶/۷ کیلومتر بر ثانیه به سوی مدار منحنی کلاهک‌های بالستیک پرتاب می‌کند. کلاهک‌های رهگیری سپس با نزدیک‌ترین ترمینال کنترل زمینی تماس برقرار می‌کنند تا از محل جدید اهداف اطلاع کسب کنند. رادار همچنین اطلاعاتی هم در زمینه اهداف کاذب همراه با موشک بالستیک به دست می‌آورد. اهداف کاذب، اهدافی هستند که بسیاری از موشک‌های بالستیک مدرن برای مقابله با سیستم‌های پدافند هوایی، همراه کلاهک خود حمل می‌کنند. حسگرهای حساس به نور مریی کلاهک‌های رهگیری، به آنها امکان می‌دهد تا آخرین لحظات رسیدن به هدف، تنظیمات نهایی را هم انجام دهند و در نهایت این قاتلان متحرک با سرعتی حدود شش کیلومتر بر ثانیه خود را به کلاهک‌ها می‌کوبند اما بیایید فرض کنیم که این موشک‌های رهگیر به خطا روند، در این صورت داستان پیچیده‌تر می‌شود؛ به‌خصوص که کلاهک‌ها تنها یک دقیقه با یک شهر بزرگ فرضی فاصله دارند. در این زمان لیزر هوابرد یا دیگر تسلیحات درگیری نزدیک مستقر در زمین، کلاهک‌ها را رهگیری می‌کند. چنین سیستم‌هایی عموما وابسته به مجموعه‌ای از پرتابگرهای متحرک با توانایی هدف قرار دادن کلاهک‌هاست.

آزمودن کارایی در عرصه عمل

از زمانی که «رونالد ریگان» طرح کاملا تخیلی جنگ ستارگان را ارایه کرد، سوالات و تردیدهای زیادی در باب حدود کاربردی بودن چنین طرحی وجود داشت، چرا که هر سیستمی جدا از دقت و سرعت عکس‌العمل آن، در برابر پرتاب همزمان تعداد زیادی موشک قاره‌پیما موثر نبود. این موضوع، یکی از انتقادات مخالفان امروز این نوع سیستم نیز هست. از سوی دیگر موافقان این نوع سیستم معتقدند که کارایی صددرصد در چنین سیستمی هیچ‌گاه هدف اصلی نبود، در واقع نقش سپر دفاع موشکی در کم کردن ارزش بازدارندگی سلاح‌های بالستیک و محدود کردن دامنه خطر آنهاست. در واقع این نوع سیستم دفاع موشکی برای رهگیری تعداد محدودی موشک بالستیک طراحی شده، نه یک تهاجم تمام‌عیار موشکی؛ هرچند همان‌طور که انجمن فیزیک ایالات متحده در دهه ۱۹۸۰ معتقد بود، عملیاتی بودن چنین سیستمی حتی در این سطح نیز بیش از حد پیچیده خواهد بود. با این وجود ژنرال «هنری اوبریگ»، سرپرست سازمان دفاع موشکی در پاسخ انتقادها می‌گوید: «اگر بپرسند آیا این سیستم کار می‌کند یا نه، باید جواب داد بله. ما هر زمان که موشک‌های رهگیر را آزمایش کردیم، موفق بوده‌اند. در آزمایش سه سال پیش این سیستم، به راحتی توانست شش هدف از مجموع ۹ هدف را رهگیری کند که پنج تای آنها مجهز به تدابیر متقابل بودند.» در مقابل «وید بوئس»، سرپرست تحقیقات انجمن مستقل کنترل تسلیحات می‌گوید: «اگر صادق باشیم باید درباره محدودیت‌های این آزمایش‌ها صحبت کنیم. نابود کردن موشکی که خودتان در زمان و مکان مناسب پرتاب کرده‌اید، تفاوت بسیاری با زدن هدفی دارد که در زمان و مکانی که انتظارش را نداریم، ظاهر می‌شود.» «فلیپ کویل»، مشاور وزارت دفاع بین سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۱ نیز می‌گوید: «اهداف انحرافی آزمایش‌شده، برای شناسایی بیش از حد آسان هستند.» اما همه اینها به مفهوم ناکارآمدی این نوع سیستم دفاع موشکی نیست. این سیستم چه با ضریب موفقیت بالا یا متوسط، برنامه‌ای گسترده است که در این سال‌ها با صرف میلیاردها دلار در حال تکمیل بوده و هست. جدا از اینکه این نوع سیستم دفاع موشکی واقعا سیستمی کاراست یا باز هم قسمتی از یک بلوف سیاسی است یا اصلا دشمنی وجود دارد که از تهدید سلاح‌های قاره‌پیما علیه مراکز مسکونی استفاده کند یا خیر، در هر صورت تا همین امروز بیش از ۱۰ میلیارددلار برای این برنامه هزینه شده و هزینه‌های بیشتری هم در راه است؛ با این همه پیامدهای چنین سیستمی فراتر از توان بازدارندگی آن در توان گسترده مانیتورینگ ترافیک هوایی سراسر آسیا و جهان است.

روی دریا و خشکی

آمریکا به تازگی تصمیم گرفته است جنگ‌افزارهای دفاع موشکی زمینی و رادارهای شناور در دریا را به هاوایی بفرستد تا از خاک آمریکا در برابر تهدیدهای کره‌شمالی حفاظت کند.

تاد

هدف: شناسایی و نابود کردن موشک‌های دشمن
اجزای تشکیل‌دهنده: لانچر نصب‌شده روی کامیون، رادار، مدیریت نبرد، فرماندهی و کنترل، واحدهای ارتباط و هوشمند
برد: هزار کیلومتر

«رادار باند ایکس» مستقر در دریا

هدف: ردیابی موشک‌های دشمن با رادار پیشرفته باند ایکس
اجزای تشکیل‌دهنده: کشتی خودپیشران ساخته شده از سکوی نفتی اصلاح‌شده، بخش‌های مسکونی، فضای کار، رادار، تجهیزات ارتباطی
اندازه: ۷۳ متر × ۱۱۹ متر (بزرگ‌تر از زمین فوتبال)

سیبل

انواع فناوری‌های ضدموشکی آمریکا

چتر نامطمئن

دفاع موشکی بحث‌برانگیزترین بخش استراتژی موشکی به حساب می‌آید و بیش از دیگر بخش‌ها به فناوری‌های نوین وابسته است. اگر کشوری مانند کره‌شمالی بخواهد موشکی قاره‌پیما به سمت آمریکا پرتاب کند، آمریکا چه فناوری‌هایی برای مقابله با آن دارد؟

۱- سیستم دفاع موشکی بالستیک ایجس (Aegis BMD)

این سیستم در حال حاضر فقط روی شناورهای نیروی دریایی آمریکا نصب شده است که شامل موشکی است که در برد کوتاه و متوسط (۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ کیلومتر) با موشک‌های دشمن مواجه می‌شود. البته آمریکا هم‌اکنون نیز در حال ساخت و تکمیل نمونه زمینی این سامانه دفاع موشکی است. آمریکا هم‌اکنون ۱۶ کشتی در اختیار دارد که به «ایجس» مجهز هستند و همواره در آب‌های اقیانوس آرام حضور دارند. «ایجس» تاکنون در آزمایش‌ها موفق عمل کرده است اما باید در نظر داشت به‌تازگی موشک‌هایی ابداع شده است که می‌تواند طعمه‌هایی از خود رها کند تا موشک‌های دشمن را فریب دهد. اکنون باید این سیستم را در مقابل چنین موشک‌هایی آزمود. اگر این سیستم در آزمایش‌های فریب موفق نشود، نمی‌توان این سیستم را چندان موثر معرفی کرد.

۲- رهگیرهای زمینی (GBI)

رهگیرهای زمینی با این هدف طراحی شده‌اند که موشک دشمن را در خارج از جو و در اثر برخورد مستقیم با آن نابود کنند. در حال حاضر این رهگیرها در سیلوهای مستقر در کالیفرنیا و آلاسکا نصب شده‌اند. مهم‌ترین نقطه‌ضعف این سیستم آن است که موفقیت آن به میزان زیادی به دقت اطلاعات هدفگیری بستگی دارد. علاوه براین اگر موشک رهگیر مستقیما با کلاهک جنگی هدف برخورد نکند و به جای آن به بدنه موشک اصابت کند، به احتمال فراوان کلاهک جنگی همچنان می‌تواند خط سیر اولیه خود را ادامه دهد. علاوه براین کره‌شمالی چندی پیش، ابزاری مقابله‌ای برای غلبه بر GBI ساخته است.

۳- موشک‌های پاتریوت با توانایی پیشرفته (PAC)

تخصص اصلی موشک‌های PAC-3 نابود کردن هواپیماها و موشک‌های کروز است، روش کار آنها نیز این است که در آخرین مرحله پرواز و حمله دشمن، با آن مقابله کنند. به نظر کارشناسان، مهم‌ترین نقطه‌ضعف این سیستم این است که موشک‌های PAC-3 تنها درصورتی موفق عمل می‌کنند که هدف در فاصله ۲۰ کیلومتری آنها و به شکل مستقیم پرواز کند.

آتش‌گوی

آشنایی با سیستم دفاع ضدموشکی «تاد»

نابودگر شیرجه‌روها

یاسان زرکوب

سیستم دفاع ضدموشکی «تاد» (Terminal High Altitude Area Defense) که به اختصار THAAD نامیده می‌شود) یک سیستم تسلیحاتی مستقر در زمین است که امکان جابه‌جایی دارد و از آن برای نابودی موشک‌های بالستیک کوتاه‌برد و میان‌برد در مرحله پایانی (یعنی مدت کوتاهی پیش از برخورد با زمین) استفاده می‌کنند. این سیستم یکی از آخرین لایه‌های دفاعی در برابر موشک‌های بالستیک است و در برنامه‌های دفاعی سازمان دفاع موشکی آمریکا نقش مهمی دارد. «تاد» پس از تکمیل نهایی می‌تواند موشک‌های بالستیک دشمن را در ارتفاع ۲۰۰ کیلومتر در داخل یا خارج از جو زمین نابود کند. استفاده از طعمه‌ها و گمراهی ضدموشک‌ها در چنین ارتفاعی، برای موشک‌های بالستیک بسیار مشکل است. همچنین با از بین رفتن موشک بالستیک در ارتفاعات زیاد، خطر خسارات موشک‌های اتمی، شیمیایی و بیولوژیکی به شهروندان یا نیروهای مسلح به‌شدت کاهش می‌یابد. این سامانه که سکوی پرتاب آن بر پشت کامیون‌های مخصوص قرار دارد، چندین موشک را به طور همزمان پرتاب می‌کند که برای برخورد به موشک‌های دشمن در ارتفاع بالا طراحی شده است. این سیستم در دهه ۱۹۹۰ ابداع شد.

تاریخچه طراحی و ساخت این سیستم دفاعی طولانی و سرشار از مشکل بود اما اکنون به نظر می‌رسد که موشک‌های «تاد» یکی از بهترین بخش‌های دفاع موشکی آمریکا را تشکیل می‌دهد. اگرچه هدف اصلی طراحی آنها مقابله با موشک‌های بالستیک قاره‌پیما نبود، اما امروزه از این سیستم برای این منظور نیز استفاده می‌کنند. پروژه «تاد» کارش را در سال ۱۹۹۲ و با سرمایه‌گذاری ۶۸۹ میلیون‌دلاری سازمان دفاع موشکی آمریکا آغاز کرد. سیستم «تاد» در دهه ۹۰ میلادی، در شش مورد از هشت آزمایش، ناموفق عمل کرد و به همین دلیل سازمان دفاع موشکی آمریکا تصمیم گرفت این پروژه را لغو کند، اما مهندسان طراح «تاد» در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۳ تمامی قسمت‌های سیستم را بررسی و از نو طراحی و بسیاری از مشکلات موجود در سیستم را برطرف کردند و به این ترتیب بسیاری از مشکلات قبلی این سیستم در سال ۲۰۰۴ حل شد. مهندسان «تاد» در این سال توانستند با انجام مجموعه‌ای از آزمایش‌های ویژه (بدون پرتاب موشک) ثابت کنند که این سیستم می‌تواند موشک‌های کوتاه‌برد و میان‌برد را با موفقیت نابود سازد. به این ترتیب این سیستم «تاد» نام گرفت تا کاربرد اصلی آن را بهتر بیان کند: «نابودی موشک‌های بالستیک در فاز نهایی شیرجه».

سیستم جدید تاد شامل چهار جزء اصلی است: «رادار باند ایکس»، «واحد فرماندهی، کنترل و مدیریت عملیات»، «لانچرهای متحرک» و «موشک». در زمان درگیری، «رادار باند ایکس»، بدون نیاز به کمک دیگر سامانه‌های رادراری، جست‌وجو برای یافتن موشک‌های مهاجم را آغاز می‌کند. این رادار می‌تواند هرگونه تهدیدی را از فاصله هزار کیلومتری تشخیص دهد. هنگامی که سیستم توانست موشک دشمن را تشخیص دهد، رادار اطلاعات مربوط به شناسایی موشک را به واحد «واحد فرماندهی، کنترل و مدیریت عملیات» گزارش می‌کند. «واحد فرماندهی، کنترل و مدیریت عملیات» یک مقر فرماندهی متحرک است که تمامی اجزای سیستم «تاد» را مدیریت و هماهنگ می‌کند. این واحد می‌تواند «تاد» را با دیگر لایه‌های دفاع موشکی مرتبط کند تا کل مجموعه لایه‌های دفاعی، ارتباط‌های بهتری داشته باشند و عملکرد دفاعی‌شان در برابر موشک‌های بالستیک بهتر شود. همچنین این واحد مسوولیت شناسایی و تشخیص دوست و دشمن را نیز برعهده دارد. به‌طور معمول، هر آتشبار «تاد»، ۹ «لانچر» (کامیون حمل‌کننده) دارد که برای حمل و شلیک موشک‌های «تاد» به کار می‌رود. هر «لانچر» ۱۲ متر طول و ۳/۲۵ متر عرض دارد و ده موشک را حمل می‌کند. نیروهای نظامی می‌توانند این «لانچر»ها را با هواپیماهای باری مانند C-130 جابه‌جا کنند تا عوامل دفاعی سریع‌تر در منطقه مستقر شوند. البته بارگذاری مجدد «لانچر»، پس از هر بار شلیک موشک، ۳۰ دقیقه زمان لازم دارد. خود موشک ۶/۱۷ متر طول، ۰/۳۴ متر قطر و ۹۰۰ کیلوگرم وزن دارد.

پیشران موشک یک موتور راکتی تک‌مرحله‌ای با سوخت جامد است که قابلیت تغییر بردار رانش را دارد. پس از پرتاب موشک «تاد»، «رادار باند ایکس» اطلاعات هدف برای آن ارسال می‌کند. هنگامی که سوخت موشک پایان یافت، سر جنگی از پیشران جدا می‌شود. سر جنگی سیستم هدایت و کنترل وضعیت پرواز مجزایی دارد که مسوولیت انجام مانورهای لازم را برای رسیدن به هدف بر عهده دارد. جست‌وجوگر زیر قرمز موجود در دماغه، سر جنگی را به سمت هدف هدایت می‌کند. در نقطه برخورد یا هدف، سر جنگی همانند یک گلوله به موشک بالستیک برخورد می‌کند و با استفاده از انرژی جنبشی خود، آن را نابود می‌کند. (یعنی مواد منفجره‌ای برای نابود کردن هدف با خود ندارد.) نیروهای نظامی آمریکا در نظر داشتند تا سال ۲۰۰۸، ۸۰ تا ۹۰ «لانچر»، ۱۸ رادار و ۱۴۲۲ موشک آماده کنند. گفتنی است سیستم تسلیحاتی «تاد» یک برنامه رو به رشد و در حال تغییر است که در دوره‌های زمانی مختلف آزمایش‌های بسیاری انجام شد که عملکرد آن بررسی و قابلیت‌های این سیستم بهتر مشخص شود.

نوامبر ۲۰۰۵: تست موفق پرواز موشک

می ۲۰۰۶: مجتمع‌سازی کامل چهار جزء اصلی سیستم تسلیحاتی «تاد» (رادار، فرماندهی کنترل آتش، لانچرها و موشک‌ها)

جولای ۲۰۰۶: اولین موفقیت در انهدام یک هدف در ارتفاعات بالای جو

سپتامبر ۲۰۰۶: بررسی داده‌های سیستم «تاد» از نظر تشخیص موشک‌های بالستیکی که تهدیدی به حساب نمی‌آیند. (مثل موشک‌های بالستیکی که از کنترل خارج شده‌اند یا به منطقه بی‌خطری در زمین اصابت می‌کنند.)

ژانویه ۲۰۰۷: آزمایش موفق انهدام یک موشک شبه اسکاد در ارتفاعات زیاد جو

آوریل ۲۰۰۷: انهدام موفق یک موشک شبه‌اسکاد در ارتفاعات میانی جو

ژوئن ۲۰۰۷: تست پرواز موفق موشک در ارتفاعات کم جو

اکتبر ۲۰۰۷: انهدام موفق یک موشک شبه اسکاد در خارج از جو

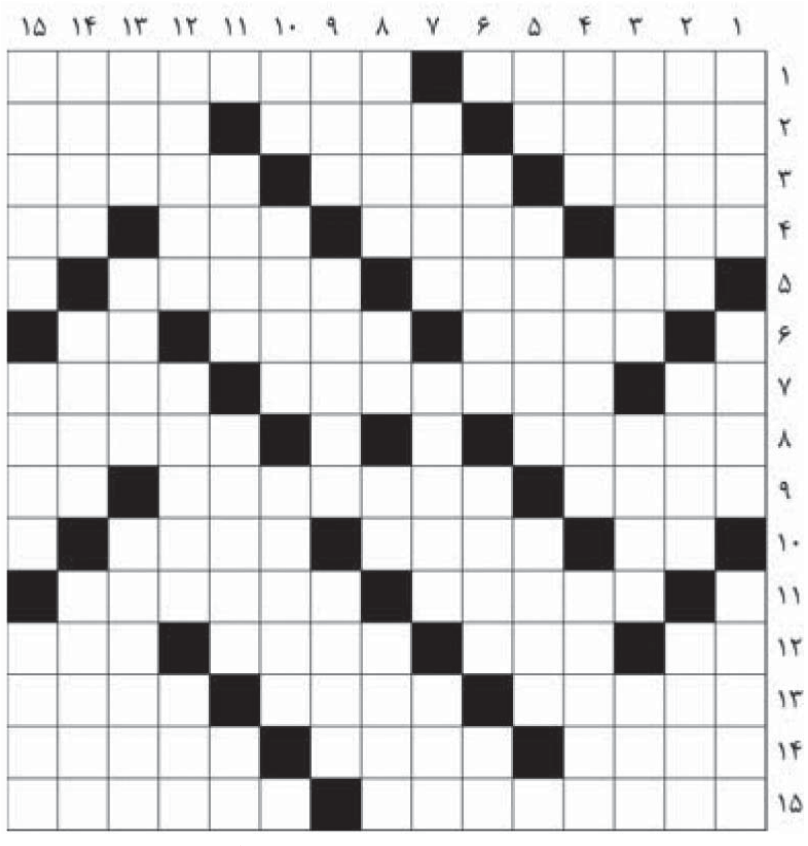
ژوئن ۲۰۰۸: انهدام موفق یک موشک شبه اسکاد با کلاهک جداشونده در ارتفاعات میانی جو. موشک‌های چندمرحله‌ای موشک‌هایی هستند که در آن سر جنگی از پیشران یا پیشران‌ها جدا می‌شود. سیستم «تاد» در این آزمایش، موفق شد هدف اصلی را از بین قطعات موشک شناسایی و رهگیری کند و نقطه برخورد را انتخاب کند.

مارس ۲۰۰۹: شلیک دو موشک «تاد» به سمت یک موشک بالستیک با کلاهک جداشونده. اولین موشک «تاد» توانست موشک بالستیک را نابود کند و دومین موشک توسط افسران کنترل آتش منهدم شد. این تاکتیک برای افزایش ضریب اطمینان انهدام اهداف با کلاهک جداشونده صورت گرفت.

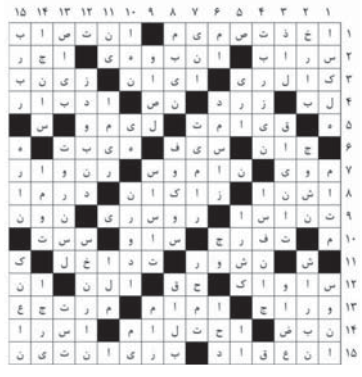
جدول ۱۶۷۳

افقی:
۱ - گاز جوشکاری - شهری در آلمان ۲ - وسیله کمک حرکتی اطفال - صاف - روز تازی ۳ - دروازه معده - از توابع شهرکرد - حق الشرب ۴ - بدهی - اثر تربیتی ژان ژاک روسو - پدر به زبان ترکی - ریشه ۵ - قسمت مرکزی اتم - فرودگاه پاریس ۶ - پایین آمدن - آفتابی و طبی آن وجود دارد - سفید آذری ۷ - نقش هنرپیشه - کشور آمریکایی - با فرهنگ ۸ -مقدمه چینی - جسور و بی‌پروا ۹ - ریز نمرات - جشنواره - جهت ۱۰ - به‌دنیا آوردن - پیامبر نقاش - زره ساز ۱۱ - مکر و حیله - پایتخت ایران در دوره ساسانیان ۱۲ - انگشت‌شمار - پیامبر - چشم - چوبه اعدام ۱۳ - جمع تابع - کمینگاه -هیات معتمدین مساجد ۱۴ - امید - از واژگان پرسشی - برابر ۱۵ - بدرود گفتن - گیاه سرشار از آهن

عمودی:
۱ - زبان مردم هندوستان - آراسته و منظم - واحد دو ارتفاع که یکی دو برابر دیگری باشد ۲ - ابزاری برای سیقل - بدگو - باره ۳ - قطار شهری - هر لحظه - بازار بی‌سر و ته! ۴ - ذره باردار - حالی کردن - چشمه ۵ - اثر چربی - رود دجله - چهار گوش هندسی ۶ - مادر امام علی‌النقی(ع) - میرا - آب شرعی ۷ - طلایی - پارسنگ - یاری ۸ - ناله دردناک و آه - نیم صدای الاغ - خط کش مهندسی - مغازه ۹ -نوعی پارچه ابریشمی - دستها - بدل وضو ۱۰ - بیماری ریوی - واحدی در وزن - حرکت باد یا نسیم ۱۱ - رود مرزی - جعبه حروف سربی در چاپ - فلز سرخ ۱۲ - پشت و عقب - پیشینیان - حسرت ۱۳ - بخشنده - یاد تو - خاندان ۱۴ - پارسای دیر نشین - سنجش - خباز ۱۵ - مادر فریدون - بوی افروخته - متداول



جدول ۱۶۷۲



سودوکو سخت ۳۲۵

		۶		۳			۸	۲
۴			۱			۳		
۵		۷			۸			
	۹				۲	۷		
	۴			۵		۶		
			۸			۵	۹	
۱	۷							۶
			۶		۴	۱		۹
					۱	۲	۴	

حل سودوکو سخت

سودوکو

سودوکو Sudoku یک واژه ترکیبی ژاپنی به معنای عددهای بی‌تکرار است و امروزه به جدولی از اعداد گفته می‌شود که به عنوان یک سرگرمی رایج در نشریات کشورهای مختلف به چاپ می‌رسد.

سودوکو ۶۷۶

۶		۱			۸	۳		۵
۳			۷					۹
	۸		۴		۳	۶	۱	
	۱				۲		۷	
۸				۴		۱		۳
۵		۹			۷		۶	۲
۱			۲		۴	۵	۳	
	۵			۹			۸	۴
۲				۸	۵	۷	۹	

حل سودوکو ۶۷۵

۷	۳	۵	۲	۱	۴	۶	۸	۹
۱	۹	۸	۷	۶	۳	۲	۵	۴
۲	۴	۶	۵	۸	۹	۷	۳	۱
۳	۵	۹	۴	۲	۷	۸	۱	۶
۸	۱	۷	۹	۳	۶	۴	۲	۵
۴	۶	۲	۱	۵	۸	۳	۹	۷
۵	۷	۱	۳	۴	۲	۹	۶	۸
۶	۲	۴	۸	۹	۱	۵	۷	۳
۹	۸	۳	۶	۷	۵	۱	۴	۲

قانون‌های حل جدول سودوکو:

۱- در هر سطر و ستون باید اعداد یک تا ۹ نوشته شود. بدیهی است که هیچ عددی نباید تکرار شود.

۲- در هر مربع ۳×۳ اعداد یک تا ۹ باید نوشته شود و در نتیجه هیچ عددی نباید تکرار شود.