



حالا در قالب فناوری پیشرفته خود را نمایان کرده بودند. تمام محاسبه های نیرو، شتاب اولیه و سرعتی که در دوران کودکی برای بازی هایمان تجربه می کردیم، امروز در طراحی و عملکرد این موشک ها دیده می شوند.

❖ موشک نقطه زن چیست؟

موشک نقطه زن وسیله ای پیشرفته است که با دقت بسیار بالا و کمترین آسیب به غیرنظامیان می تواند به یک هدف مشخص اصابت کند؛ دقتی که خطای آن گاه تنها چند متر است. این ویژگی باعث شده است موشک های نقطه زن نقشی کلیدی در عملیات نظامی ایفا کنند.

❖ عملکرد موشک نقطه زن چگونه است؟

❖ پرتاب اولیه

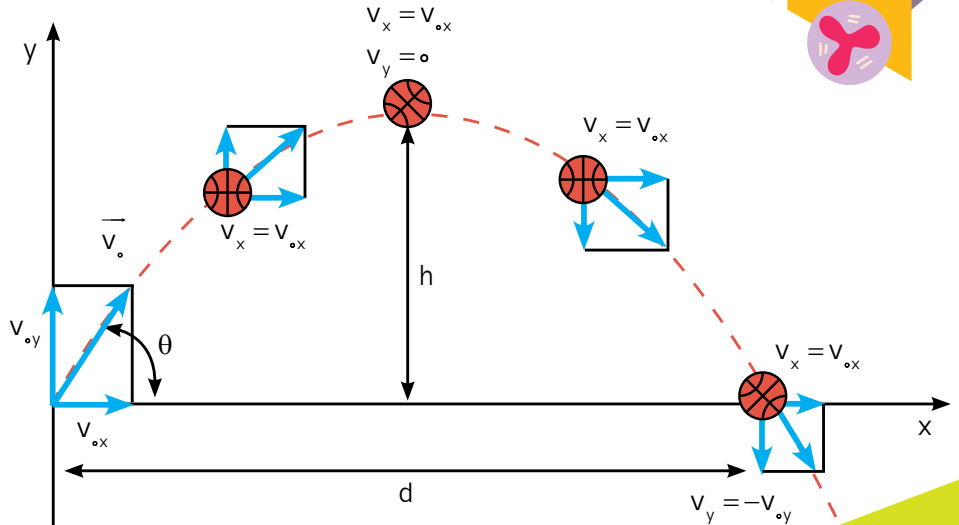
موشک توسط نیروی بسیار زیاد حاصل از سوخت جامد یا مایع به سمت آسمان پرتاب می شود و مسیر اولیه را آغاز می کند؛ شبیه عملکرد یک فشفتشۀ بزرگ که به سرعت ارتفاع می گیرد.

❖ حرکت به سمت هدف

موشک پس از پرتاب، با استفاده از موتور پیش ران خود، در مسیر تعیین شده پیش می رود. در این مرحله، سیستم های هدایت، مانند «جی پی اس»، رادار یا سایر فناوری های ناوبری نقش کلیدی دارند. این فرایند شبیه برنامه ریزی مسیر در برنامه های کاربردی نقشه یابی برای رانندگی است.

❖ هدف گیری دقیق

موشک نقطه زن، به کمک حسگرهایی مانند دوربین یا فناوری مادون قرمز، قادر است هدف را، حتی اگر متحرک باشد، با دقت مشخص کند. فرایندی مشابه عملکرد عقاب که شکار خود را با دقت بالا هدف می گیرد.



تمرین نقطه زنی، شاید از کودکی

حسین نامی ساعی

سنگ های کوچک سعی می کردیم آن را هدف بگیریم. قهرمان روز کسی بود که سنگش دقیق تر به هدف برخورد می کرد. با بزرگ تر شدن و ورود به نوجوانی، طبیعتاً این بازی ها جای خود را به ورزش هایی مانند فوتبال، والیبال و بسکتبال دادند. بسکتبال برای ما جذابیت ویژه ای داشت؛ محاسبه زاویه پرتاب، نیروی لازم و سرعت توپ تا رسیدن به حلقه، چالشی بود که هر بار اشتیاق خاصی در ما ایجاد می کرد. این بازی ها بعدها به خاطر تبدیل شدن، اما تأثیری عمیق بر ذهن ما گذاشتند. سال ها بعد، وقتی خبر عملکرد بی نظیر موشک های نقطه زن ایرانی را شنیدم، خیلی خوش حال شدم. ناخواسته خاطره های بازی های کودکی و تمرین های هدف گیری دقیق به ذهنم آمد. سنگ هایی که با دقت روی هدف های کوچک رها می کردیم و توپ هایی که با تمرکز وارد حلقه می شدند،

یکی از بهترین لحظه های زندگی بسیاری از ما، شنیدن خبر برخورد موشک های نقطه زن ایرانی به هدف های مشخص در قلب سرزمین های اشغالی بود؛ خاطره ای ماندگار که هیچ گاه فراموش نمی شود. این خبر ناخود آگاه مرا به یاد سال های کودکی و بازی های ساده، اما پر معنی مان انداخت. دورانی بود که وقتی در حیاط خانه مان را که باز می کردیم، باغ های میوه وزمین های کشاورزی مقابلمان ظاهر می شدند؛ جویی از آب، برکه ای کوچک و سایه های سبز درختان که همه جا راز بیابا کرده بودند. تابستان ها برای ما پر شور و نشاط بود؛ گرمای هوا، آسمانی بدون ابر و قلب هایی سرشار از هیجان و انرژی کودکانه. هر عصر کنار برکه جمع می شدیم تا بازی های مورد علاقه مان را انجام دهیم. یکی از این بازی ها گذاشتن تکه ای چوب یا یک کائوچوی فرسوده روی آب بود. سپس، به فاصله ای مناسب روی ماسه های داغ می ایستادیم و با

❖ برخورد نهایی

بارسیدن به مرحله پایانی، موشک با سرعت بالا به هدف می‌خورد و انفجار ایجاد می‌کند که موجب نابودی آن می‌شود؛ مانند ضربه دقیق توپ بولینگ که همه پین‌ها را به زمین می‌اندازد.

❖ نقش ریاضیات

در عملکرد موشک نقطه‌زن

برای درک اهمیت ریاضیات در طراحی و هدایت چنین موشکی، کافی است شرایطی مشابه را تصور کنید: توپ فوتبالی را شوت می‌کنید و سعی دارید آن را دقیقاً در یک نقطه مشخص فرود بیاورید. مسیر حرکت توپ، از لحظه پرتاب تا رسیدن به زمین، نمایی از محاسبه‌های حرکت پرتابی است. همان قاعده‌های فیزیکی و ریاضی حاکم بر حرکت توپ، در طراحی مسیر موشک نیز کاربرد کامل دارند.

اصول ریاضیات به کار گرفته شده در محاسبه دقت این موشک‌ها، شامل مفهوم‌هایی چون شتاب اولیه، زاویه حرکت، سرعت نسبی و تأثیر نیروهای خارجی است. این محاسبه‌ها نه تنها باعث افزایش دقت می‌شوند، بلکه تضمین می‌کنند موشک بتواند مسیرهای پیچیده را با کارایی بالا طی کند.

فناوری پیشرفته امروزی تردید ریشه در تجربه‌های کوچک دیروز دارد؛ تجربه‌هایی نظیر:

قضیه فیثاغورس: محاسبه فاصله دقیق بین موشک و هدف در فضای دویاسه بعدی. **مفهوم‌های مثلثات (زاویه و جهت):** تعیین زاویه مناسب برای پرتاب با استفاده از سینوس، کسینوس و تانژانت به منظور بهینه‌سازی مسیر.

بردارها: نمایش مسیر حرکت موشک، شامل جهت‌گیری، سرعت و نیروهای خارجی تأثیرگذار بر آن.

معادله‌های درجه دوم و سوم: پیش‌بینی

مسیر حرکتی خمیده موشک مشابه منحنی‌های پرواز توپ‌ها. **محاسبه‌های مشتق** (مشتق را در سال‌های آینده می‌خوانید): تحلیل لحظه‌ای سرعت و تنظیم آن در هر مرحله از حرکت برای دقت بیشتر.

احتمالات و آمار: پیش‌بینی احتمال موفقیت یا خطا در اصابت به هدف تحت شرایط متفاوت.

❖ تحلیل ریاضی و فیزیکی

دریک فرایند پرتابه

تحلیل ریاضی و فیزیکی حرکت پرتابه، رفتار جسم را در حال حرکت تحت تأثیر نیروهای متفاوت، به ویژه نیروی جاذبه زمین، بررسی می‌کند. این تحلیل شامل استفاده از معادله‌های نیوتون و مفهوم‌های دینامیکی، مانند سرعت، شتاب، زمان پرواز، برد و ارتفاع اوج است.

❖ بخش ریاضی

در چنین فرایندی حرکت پرتابه معمولاً در دو بعد افقی و عمودی تحلیل می‌شود: **بعد افقی:** با فرض نبود مقاومت هوا، حرکت به صورت یکنواخت و بدون شتاب انجام می‌شود.

بعد عمودی: حرکت تحت تأثیر نیروی جاذبه با شتاب ثابت (g) بررسی می‌شود. معادله‌های حرکت نیوتنی برای هر بعد به صورت زیر است:

افقی: $x = v_{0x} t$ (که در آن x فاصله افقی، v_{0x} سرعت اولیه در جهت افقی و t زمان است.)

عمودی: $y = v_{0y} t - \frac{1}{2}gt^2$ (که در آن y فاصله عمودی، v_{0y} سرعت اولیه در جهت عمودی و g شتاب جاذبه است.)

❖ محاسبه‌ها

زمان پرواز (T): مدت زمانی که پرتابه در

$$T = \frac{2v_{0y}}{g}$$

هواست:

برد (R): فاصله افقی طی شده توسط پرتابه: $R = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$

ارتفاع اوج (H): بیشترین ارتفاعی که پرتابه به آن می‌رسد: $H = \frac{(v_0 \sin(\theta))^2}{2g}$

❖ تحلیل فیزیکی

نیروی جاذبه: نیروی جاذبه زمین تنها نیروی مؤثر بر پرتابه در جهت عمودی است و باعث شتاب منفی (شتاب به سمت پایین) می‌شود.

سرعت اولیه: سرعت اولیه پرتابه (v_0) به دو مؤلفه افقی (v_{0x}) و عمودی (v_{0y}) تجزیه می‌شود.

زاویه پرتاب: زاویه پرتاب θ نسبت به سطح افق، بر برد و ارتفاع اوج تأثیر می‌گذارد.

مقاومت هوا: در شرایط واقعی، مقاومت هوا نیز بر حرکت پرتابه تأثیر می‌گذارد. این نیرو باعث کاهش سرعت و تغییر مسیر پرتابه می‌شود.

قانون پایستگی انرژی: در غیاب مقاومت هوا، انرژی جنبشی و پتانسیل پرتابه در طول مسیر ثابت می‌ماند.

مثال: برای پرتاب یک توپ با سرعت اولیه ۲۰ متر بر ثانیه و زاویه ۴۵ درجه محاسبه‌ها از این قرارند:

محاسبه مؤلفه‌های سرعت اولیه:

$$v_{0x} = 20 \times \cos(45) = 14.14 \frac{m}{s}$$

$$v_{0y} = 20 \times \sin(45) = 14.14 \frac{m}{s}$$

محاسبه زمان پرواز:

$$T = \frac{2 \times 14.14}{9.8} = 2.88 \text{ ثانیه}$$

محاسبه برد:

$$R = \frac{(20^2 \times \sin(90))}{9.8} = 40.8 \text{ متر}$$

محاسبه ارتفاع اوج:

$$H = \frac{(14.14^2)}{(2 \times 9.8)} = 10.2 \text{ متر}$$

این محاسبه‌ها پرتابه را به صورت دقیق تحلیل می‌کنند و در مورد رفتار آن اطلاعات کلیدی به دست می‌دهند. 