



آشنایی با تهدیدات و

آثار سلاح‌ها و مهمات

شرحی بر انواع جنگ‌افزارها، سلاح‌ها و سر جنگی‌ها،

و آثار سلاح‌های انفجاری، اثرات جنبشی، ترکشی و خرج‌گود

قابل استفاده دانشجویان و محققین رشته‌های مهندسی مکانیک، پدافند غیرعامل، عمران، و...

تألیف:

دکتر حسین خدارحمی

دانشیار گروه مهندسی مکانیک دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه جامع امام حسین(ع)



سرشناسه	خدارحمی، حسین، ۱۳۴۳ -
عنوان و نام پدیدار	آشنایی با تهدیدات و آثار سلاح‌ها و مهمات : شرحی بر انواع جنگ‌افزارها، سلاح‌ها و سرچنگی‌ها
مشخصات نشر	مؤلف: حسین خدارحمی
مشخصات ظاهری	ایران: مؤسسه آموزش عالی ایوانکی، انتشارات، ۱۳۹۵
شابک	۱ ص:؛ مصور، جدول 978-600-790008-6
وضعیت فهرست نویسی	ف
موضوع	مهمات و تجهیزات جنگی
موضوع	Ordnance
موضوع	سلاح‌ها
موضوع	Weapons
شماره افزوده	مؤسسه آموزش عالی ایوانکی
شماره کتابشناسی ملی	۴۴۷۷۷۵۲

نام کتاب: آشنایی با تهدیدات و آثار سلاح‌ها و مهمات

مؤلف: دکتر حسین خدارحمی

مدیر اجرایی: مهدی عالی

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۸۳۰-۰۸-۶

نوبت چاپ: اول

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

سال انتشار: ۱۳۹۵

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

ناشر: دانشگاه ایوانکی

پیش‌گفتار

به نام هستی‌بخش عالم، که از ریزترین سلول‌ها تا اوج کهکشان‌ها را، او در نهایت دقت و نظم و زیبایی مهندسی نموده است و هر لحظه به مجموعه آفرینش فیض وجود می‌دهد و رحمت بی‌پایانش همه چیز را فرا گرفته است (اللهم انی اسئلك برحمتک الی وسعت کل شی).

و با یاد قیام عالم امکان حضرت حجت (عج) که واسطه فیض الهی است و بیش از همه او منتظر است تا جهان را از زشتی‌ها پاک کند و با نابودی مستکبران، عدل و داد و مهربانی را بر پهنه گیتی بگستراند و زه‌ساز کفایتی و رشد انسان‌ها را بسوی خدا فراهم نماید.

و با یاد امام راهبر عظیم‌الشأن، خمینی کبیر (رض)، که با نفس الهی و اخلاص او، انفجار نور انقلاب بوقوع پیوست و با نبودی رژیم استبدادی و وابسته، آرزو و رؤیای دیرینه حق‌جویان با اراده الهی محقق شد و نظام مقدس جمهوری اسلامی حاکم گردید.

و با یاد یاران صدیق امام (رض)، شهدای پانزدهم خرداد ۴۲، شهدای انقلاب اسلامی و دفاع مقدس، و شهدای مدافع حریم اهل بیت (ع)، و آرزوی سربلندی و پایداری نظام اسلامی و سرافرازی و عزت روزافزون رهبر فرزانه انقلاب، که قافله سالار جبهه حق بر علیه کافران و تکفیریان و متحجران و متکبران است.

این کتاب، دومین کتاب از “سری کتاب‌های مهندسی ضربه و انفجار” نویسنده است. در کتاب اول تحت عنوان “مباحثی از مکانیک ضربه و انفجار” به موضوعاتی از قبیل انتشار امواج تنش ناشی از برخورد و ضربه، اعم از امواج الاستیک، پلاستیک و شک، حمل پلاستیک سازه‌ها، مکانیک نفوذ، انفجار در هوا، تئوری شک و اصول شبیه‌سازی مسائل ضربه، انفجار پرداخته شده است.

کتاب حاضر با عنوان “آشنایی با تهدیدات و آثار سلاح‌ها و مهمات”، که حاصل چندین سال تدریس درس “آشنایی با حملات و آثار انواع سلاح‌ها و مهمات” کارشناسی ارشد رشته پدافند غیرعامل است، شامل دو بخش می‌باشد. در بخش اول اطلاعاتی در مورد انواع جنگ‌افزارها و سرچنگی‌ها ارائه شده است و هدف آن آشنایی کلی با مشخصات و عملکرد سلاح‌ها است. در بخش دوم مباحث فنی‌تر و تخصصی‌تری در زمینه آثار سلاح‌ها، از جمله سلاح‌های انفجاری، انرژی جنبشی، ترکشی و خرج‌گود ارائه گردیده، که هدف آن آشنایی با آثار سلاح‌ها و ارائه روش‌هایی

برای پدافند و مقابله با آثار این سلاح‌ها و افزایش توانمندی‌های دفاعی است و مباحثی در زمینه بارامترهای انفجار، آثار انفجار بر محیط، سازه‌ها و بدن انسان، و روش‌های مقابله با امواج مخرب ناشی از انفجار؛ نفوذ پرتابه‌ها و نحوه محاسبه عمق نفوذ، سرعت و ضخامت حد بالستیک به منظور طراحی زره‌ها و سازه‌های مقاوم در برابر نفوذ گلوله‌ها و بمب‌ها؛ ترکش‌زایی و محاسبه نفوذ ترکش و طراحی صفحات مقاوم در برابر نفوذ ترکش؛ عملکرد سلاح‌های خرج‌گود در موشک‌های ضدزره و روشهای مقابله با نفوذ جت خرج‌گود ارائه شده است. در این کتاب سلاح‌های رایج و متعارف و آثار آنها مد نظر رده سلاح‌های خاص و غیرمتعارف از قبیل هسته‌ای، شیمیایی، میکربی و... مورد توجه نبوده است.

نکته دیگر اینکه، اگرچه سعی شده است در این کتاب مطالب مفید و کاربردی حاصل مطالعات و تجربیات قبلی جمع‌آوری شده باشد، ولی از نظر نویسنده مباحث مختلف آن جای اصلاح، تکمیل و ارتقاء دارد. لذا از تمام مخاطبان از جمله اساتید محترم و دانشجویان و محققین گرامی تقاضا دارد نظرات اصلاحی خود را برای ارسال در چاپ‌های بعدی به آدرس اینجانب ارسال نمایند.

به امید پیروزی نهایی و ظهور حضرت حجت (عجل الله تعالی فرجه الشریف)

حسین خدارحمی ۱۵ مرداد ۱۳۹۵

ایمیل: h.hadrami@ihu.ac.ir

فهرست

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	فصل اول: آشنایی با تهدید سلاح‌های متعارف
۳	۱-۱- مقدمه
۳	۲-۱- جنگ‌افزارها (Weapons)
۵	۳-۱- سلاح‌های متعارف و غیرمتعارف
۶	۴-۱- پرتابه‌ها (Projectiles)
۸	۱-۴-۱- گلوله‌های ضربه‌فین در با سایوت جداشونده (APFSDS)
۱۲	۲-۴-۱- فین و پایداری پرتابه‌های APFSDS
۱۴	۳-۴-۱- پرتابه‌های کالیبر کوچک و متوسط
۱۴	۴-۴-۱- خمپاره‌ها و توپ‌ها
۱۸	۵-۱- سامانه‌های ضدتانک (HEAT)
۲۱	۶-۱- پرتابه‌های شکل‌یافته انفجاری (EFP)
۲۱	۷-۱- بمب‌ها (Bombs)
۲۳	۱-۷-۱- بمب‌های آتشزا
۲۴	۲-۷-۱- بمب‌های خوشه‌ای
۲۵	۳-۷-۱- بمب‌های ترکش‌زا
۲۶	۴-۷-۱- بمب‌های با اهداف خاص
۲۶	۵-۷-۱- بمب‌های انفجاری (HE)
۲۷	۶-۷-۱- ساختار بمب‌ها
۳۱	۷-۷-۱- انواع بمب‌های با اهداف عمومی (General Purpose)
۳۴	۸-۷-۱- بمب‌های هوشمند یا هدایت دقیق (PGM)
۳۷	۹-۷-۱- بمب‌های هدایت لیزری (LGB)
۳۸	۱۰-۷-۱- بمب‌های نفوذکننده یا سنگرشکن (Bunker Buster)
۴۵	۱۱-۷-۱- بمب‌های سنگین نفوذکننده
۴۶	۸-۱- راکت‌ها و موشک‌ها
۴۸	۱-۸-۱- موشک بالستیک

۵۰	۲-۸-۱- موشک ضد بالستیک (Anti-Ballistic Missile)
۵۱	۳-۸-۱- موشک کروز (Cruise Missile)
۵۴	۴-۸-۱- موشک‌های دریایی
۵۹	۹-۱- موشک‌های ضد زره
۵۹	۱-۹-۱- موشک تاو (TOW)
۶۱	۲-۹-۱- موشک مایوتکا
۶۲	۳-۹-۱- موشک دراگن
۶۳	۱۰-۱- موشک‌های سطح به هوای دوش‌پرتاب
۶۳	۱-۱۰-۱- موشک استینگر FIM-۹۲ Stinger
۶۵	۲-۱۰-۱- موشک سهند
۶۵	۱۱-۱- مهمات هر - سوخت
۶۷	فصل دوم: شرحی بر انواع سرجنگی‌ها
۶۷	۱-۲- مقدمه
۶۸	۲-۲- سرجنگی‌های انفجاری
۶۸	۳-۲- سرجنگی‌های ترکشی
۷۳	۴-۲- سرجنگی‌های خرج‌گود
۷۹	۵-۲- سرجنگی‌های شکل‌یافته انفجاری (JFP)
۸۳	۱-۵-۲- شباهت و تفاوت خرج‌گود و پرتابه شکل‌یافته انفجاری
۸۶	۲-۵-۲- کاربردهای پرتابه شکل‌یافته انفجاری
۹۴	۶-۲- سرجنگی‌های انفجاری هوا-سوخت (FAE) و ترموباریک
۹۷	۷-۲- سرجنگی‌های له‌شونده با مواد شدیدالانفجار (HESH)
۹۹	۸-۲- سرجنگی‌های نوین
۹۹	۱-۸-۲- سرجنگی‌های خوشه‌ای
۹۹	۲-۸-۲- سرجنگی‌های گرافیتی
۱۰۰	۳-۸-۲- سرجنگی‌های الکترومغناطیسی
۱۰۱	فصل سوم: آثار کلی سلاح‌ها
۱۰۱	۱-۳- مقدمه
۱۰۱	۲-۳- آثار سلاح‌های انفجاری
۱۰۴	۳-۳- آثار سلاح‌های انرژی جنبشی
۱۰۹	فصل چهارم: آثار سلاح‌های انفجاری

۱۰۹	۴-۱- مقدمه
۱۱۲	۴-۲- تعاریف و پارامترهای موج انفجار یا موج بلست
۱۲۳	۴-۳- انعکاس یا اندرکنش امواج انفجار با زمین یا سازه‌ها
۱۲۳	۴-۳-۱- انعکاس عمودی
۱۲۵	۴-۳-۲- انعکاس مایل
۱۲۸	۴-۳-۳- موج ماخ
۱۳۰	۴-۳-۴- انفجار سطحی
۱۳۱	۴-۴- موج شاک زمینی (Ground Shock)
۱۳۳	۴-۵- اثرات مستقیم ایربلست و انهدام پیشرونده در تخریب ساختمان‌ها
۱۳۸	۴-۶- سازه‌ها و تفاوت‌های زلزله و بار انفجاری
۱۴۰	۴-۷- آسیب‌های کلی - موضعی سازه‌ها ناشی از انفجار
۱۴۰	۴-۷-۱- پاسخ‌های کلی (Global)
۱۴۱	۴-۷-۲- پاسخ مرصع (Local)
۱۴۲	۴-۸- اثرات بار بلست بر بدن انسان
۱۴۷	۴-۹- پدیده‌ی انفجار زیر آب
۱۴۷	۴-۹-۱- منحنی فشار-زمان حاصل از انفجار زیر آب
۱۴۹	۴-۹-۲- معادلات تجربی حاکم بر پدیده انفجار زیر آب
۱۵۰	۴-۱۰- انفجار داخلی
۱۵۲	۴-۱۱- تئوری موج شاک زمینی و انتشار آن در زمین
۱۵۷	۴-۱۲- روش‌های کاهش اثرات بار انفجاری
۱۵۷	۴-۱۲-۱- ایجاد فاصله از محل انفجار
۱۵۹	۴-۱۲-۲- طراحی معماری نمای خارجی
۱۶۱	۴-۱۲-۳- ایجاد انحراف در مسیر ورودی‌ها و تونل‌ها
۱۶۳	۴-۱۲-۴- استفاده از مواد کامپوزیت (FRP) در تقویت تیرها و ستون‌ها
۱۶۴	۴-۱۲-۵- استفاده از روکش‌های پلیمری
۱۶۵	۴-۱۲-۶- استفاده از فوم فلزی و بافر
۱۷۰	۴-۱۲-۷- استفاده از خاک اره برای استهلاک انرژی انفجار
۱۷۰	۴-۱۲-۸- دیواره‌های ضدموج
۱۷۲	۴-۱۲-۹- استفاده از لایه‌های نرم با امیدانس پایین
۱۷۴	۴-۱۳- حداقل فاصله لازم برای ایمنی در برابر تهدیدات انفجاری مختلف
۱۷۷	فصل پنجم: آثار سلاح‌های انرژی جنبشی
۱۷۷	۵-۱- مقدمه
۱۷۸	۵-۲- تعاریف و مفاهیم اولیه

۱۷۸	۵-۲-۱- کلید واژه‌ها
۱۷۹	۵-۲-۲- دسته‌بندی مسائل
۱۸۱	۵-۲-۳- مکانیزم‌های نفوذ پرتابه و شکست هدف
۱۸۴	۵-۲-۴- روش‌های بررسی و حل مسائل نفوذ
۱۸۶	۵-۲-۵- تخمین مقدار متوسط نیروی وارد بر پرتابه و زمان نفوذ
۱۸۸	۵-۳-۳- بررسی مدل‌های تحلیلی و روابط تجربی نفوذ پرتابه‌های صلب
۱۸۸	۵-۳-۱- مدل‌های محاسبه نفوذ براساس تخمین نیروی مقاوم وارد بر پرتابه
۱۹۰	۵-۳-۲- مدل رچت
۱۹۱	۵-۳-۱- محاسبه نفوذ براساس نیروی مقاوم روی پرتابه به کمک تئوری انبساط حفره
۱۹۸	۵-۳-۴- مدل دیکشیت - اندارا راجان
۲۰۰	۵-۳-۵- مدل نفوذ صلب روید-بودنر
۲۰۱	۵-۳-۶- مدل فورسفال برای نفوذ صلب در بتن
۲۰۲	۵-۳-۷- روابط و گراف‌های تجربی محاسبه عمق نفوذ پرتابه صلب در اهداف مختلف
۲۱۳	۵-۴-۴- بررسی مدل‌های نفوذ پرتابه‌های تغییرفرم‌پذیر
۲۱۳	۵-۴-۱- مدل نفوذ جت سیال (تئوری روبروینامیکی اولیه)
۲۱۵	۵-۴-۲- مدل نفوذ تیت و آلکسیوسکی
۲۲۵	۵-۴-۳- مدل جونز
۲۲۶	۵-۴-۴- مدل اینتگرال
۲۲۷	۵-۴-۵- مدل وودوارد
۲۲۸	۵-۴-۶- مدل لوک و پیکوتووسکی
۲۲۸	۵-۴-۷- مدل روید - بودنر
۲۲۹	۵-۴-۸- مدل رویزمن
۲۲۹	۵-۴-۹- اصلاح و تعمیم مدل دیکشیت برای تحلیل نفوذ پرتابه تغییرفرم‌پذیر
۲۳۴	۵-۴-۱۰- مدل خدارحمی در تحلیل نفوذ نموی پرتابه‌های تغییرفرم‌پذیر
۲۳۹	۵-۵- مثال جامع: محاسبه ضخامت دیواره بتنی در برابر نفوذ بمب ۲۰۰۰ پوندی
۲۴۳	فصل ششم: آثار سلاح‌های ترکشی
۲۴۳	۶-۱- مقدمه
۲۴۴	۶-۲- مقایسه سرعت موج بلست و ترکش‌ها
۲۴۵	۶-۳- سرعت اولیه ترکش‌ها
۲۴۶	۶-۴- تغییرات سرعت ترکش با فاصله
۲۴۶	۶-۵- توزیع جرمی ترکش‌ها
۲۴۸	۶-۶- برخورد و نفوذ ترکش‌ها
۲۴۸	۶-۶-۱- نفوذ ترکش در اهداف فولادی

۲۴۸	۶-۶-۲- نفوذ ترکش در اهداف بتنی
۲۵۵	۶-۶-۳- نفوذ ترکش در ماسه
۲۵۵	۷-۶- مثال جامع: مطالعه موج بلست و ترکش زایی بمب GP۱۰۰۰
۲۵۹	فصل هفتم: آثار سلاح های خرج گود
۲۵۹	۷-۱- مقدمه
۲۶۰	۷-۲- نفوذ خرج گود
۲۶۳	۷-۳- عوامل موثر بر نفوذ جت خرج گود
۲۶۵	۷-۴- اثرات جت خرج گود بر سازه ها
۲۶۶	۷-۵- روش ها- مقابله با نفوذ جت خرج گود
۲۶۷	۷-۵-۱- زره های واکنشگر
۲۶۹	۷-۵-۲- زره های مرئی
۲۷۰	۷-۵-۳- زره های فیل
۲۷۰	۷-۵-۴- زره های مشبک تورن، میله ای و تسمه ای
۲۷۵	۷-۶- نتایج تست های تجربی بر روی زره های مشبک
۲۷۹	سؤالات و تمرین ها
۲۸۵	مراجع
۲۹۱	تبدیل واحدها

مقدمه:

بررسی و آشنایی با انواع تهدیدهای ناشی از سلاح‌ها و مهمات و اثر آنها بر روی سازه‌ها، تجهیزات و نیروها، از موضوعات مهم و اساسی در پدافند غیرعامل است. در طراحی سازه‌های مقاوم در برابر آثار تهدیدها و حملات دشمن، بارگذاری‌های ناشی از انفجار و همچنین برخورد پرتابه‌ها و ترکش‌ها و سرب و نفوذ آنها مورد توجه جدی قرار می‌گیرد. بر مبنای بارگذاری‌های ناشی از ضربه و انفجار، طراحی سازه، اعم از انتخاب جنس، چیدمان لایه‌ها، تقویت‌کننده‌ها، ضخامت دیواره‌ها و همچنین سازه‌های حفاظتی جانبی و ... و معماری سازه‌ها انجام می‌گیرد. در مسیر طراحی سازه‌های مقاوم، آشنایی با اثرات کلی سلاح‌ها و مکانیزم‌های آسیب مختلف از قبیل اسپالینگ، اسکینگ یا قله‌کشی، ایجاد حفره و تغییر عمق نفوذ پرتابه‌ها در اهداف مختلف برای ایجاد حفاظت مورد نظر، ضرورت دارد.

در این کتاب، سعی شده است مطالب بررسی‌شده در زمینه‌های آشنایی با تهدیدات و انواع سلاح‌ها، مشخصات مهمات و سرجنگی‌ها، آثار کلی سلاح‌ها، و بطور خاص آثار ناشی از سلاح‌های انفجاری، سلاح‌های انرژی جنبشی، سلاح‌های ترکشی و سلاح‌های خنجر، گود جمع‌آوری و ارائه گردد. در فصل آشنایی با تهدیدات، پس از دسته‌بندی اولیه جنگ افزارها و سلاح‌ها، با تعریف پرتابه‌های انرژی جنبشی و انفجاری، توضیحاتی در مورد مشخصات این پرتابه‌ها، پایداری و مکانیزم عملکرد آنها ارائه شده است. پس از آن در مورد انواع، مشخصات و اختار بمب‌ها، اعم از بمب‌های انفجاری معمولی، بمب‌های هوشمند، بمب‌های هدایت لیزری، بمب‌های ردکندنده، سنگ‌شکن، و همچنین انواع و مشخصات راکت‌ها و موشک‌ها، اعم از موشک‌های بالستیک، موشک‌های ضد بالستیک، موشک‌های کروز، موشک‌های ضدکشتی و موشک‌های ضد زره تاکتیکی ارائه شده است. در فصل سرجنگی‌ها، مختصراً در مورد سرجنگی‌های انفجاری، ترکشی، خرج‌گود، EFP، هوا-سوخت، HESH، خوشه‌ای، گرافیتی و الکترومغناطیسی توضیحاتی داده شده است. در فصل آثار کلی سلاح‌ها، تهدیدات سلاح‌های انفجاری، انرژی جنبشی و خرج‌گودی دسته‌بندی شده و به آثار کلی آنها اشاره شده است.

در فصل آثار سلاح‌های انفجاری، پس از تعاریف اولیه انفجار و مواد منفجره، پارامترهای موج بلست، شامل منحنی فشار-زمان، پیک انفجار (بیش فشار)، ایمپالس و زمان فازهای مثبت و منفی، فشار دینامیکی، سرعت موج شاک و سرعت جریان هوا، انعکاس یا اندرکنش موج انفجار با زمین و

سازه‌ها، انعکاس عمود و مایل موج بلست و نحوه تشکیل موج ماخ، انفجار سطحی، اثرات مستقیم آیر بلست و انهدام پیش‌رونده در تخریب ساختمان‌ها، شباهت‌ها و تفاوت‌های بار زلزله و انفجار، آسیب‌های کلی و موضعی، آثار بار بلست بر بدن انسان، پدیده انفجار زیر آب، انفجار داخل سازه‌ها، تئوری موج شاک زمینی، روش‌های کاهش اثرات بار انفجاری شامل ایجاد فاصله و موانع، طراحی معماری نمای خارجی، انحراف در مسیر ورودی‌ها، استفاده از مواد کامپوزیتی در تیرها و ستون‌ها، استفاده از روکش‌های پلیمری، استفاده از فوم‌های فلزی و بافر، استفاده از خاک اره، استفاده از دیوارهای ضد موج، استفاده از لایه‌های نرم یا امیدانس پایین، و حداقل فاصله لازم برای ایمنی در برابر تهدیدات انفجری شرح داده شده است.

در فصل آثار سلاح‌های انرژی جنبشی، تعریف کلید واژه‌ها و دسته‌بندی مسائل نفوذ، مکانیزم‌های نفوذ پرتابه و شکست هدف، اعم از ایجاد حفره، اسپالینگ، اسکینگ، پلاگینگ، شکست شعاعی، پالینگ یا گلرگی، گسترش نرم حفره، بالچینگ و دیشینگ شرح داده شده و روش‌های تجربی، تحلیل و مدد در حل مسائل ضربه و نفوذ و مزایا و محدودیت‌های آنها بیان شده است. سپس مدل‌های تحلیل روابط تجربی نفوذ پرتابه‌های صلب در اهداف فلزی، شامل مدل نفوذ رجت، مدل نفوذ فوریستال بر مبنای تئوری انبساط حفره، مدل دیکشیت-ساندراراجان، مدل روید-بودنر، مدل فوریستال در مایل نفوذ پرتابه صلب در بتن، و روابط و گراف‌های تجربی نفوذ صلب در فلزات، بتن، خاک و چوب ارائه شده است. همچنین مدل‌های نفوذ پرتابه‌های تغییرفرم‌پذیر، شامل مدل نفوذ جت سیال، مدل نفوذ پرتابه‌های میله‌ای تیت و آلکسیوسکی، تعمیم مدل دیکشیت-ساندراراجان برای نفوذ پرتابه‌های تغییرفرم‌پذیر، مدل خداحمی در تحلیل نفوذ نموی پرتابه‌های تغییرفرم‌پذیر شرح داده شده است.

در فصل آثار سلاح‌های ترکشی در تکمیل مباحث فصل دوم، مباحثی از قبیل سرعت اولیه ترکش‌ها، تغییرات سرعت ترکش با فاصله، توزیع جرم ترکش‌ها و روابط نفوذ ترکش‌ها در اهداف فولادی، بتنی و خاک ارائه شده است.

در فصل آثار سلاح‌های خرج‌گود، در تکمیل مباحث فصل دوم، عوامل موثر بر نفوذ جت خرج-گود، روابط نفوذ جت و ضخامت حد بالستیک اهداف مختلف و همچنین روش‌های مقابله با نفوذ جت از قبیل زره‌های واکنشگر، زره‌های مرکب، زره‌های فعال، و زره‌های مشبک توری، میله‌ای و تسمه‌ای و نتایج تست‌های انجام شده بر روی زره مشبک تسمه‌ای در مختل کردن عملکرد خرج-گود و مقابله با نفوذ آن ارائه شده است.