بررسی اثر لایه میانی در عملکرد بالستیکی زره‌های سرامیک/کامپوزیت به کمک حل عددی

علی دهقاندار[۱]، پویا پیرعلی[۲]، مهرداد خاندایی[۳]

چکیده

در این مقاله اثر برخورد پرتابه مخروطی شکل به یک زره سرامیک/کامپوزیت به همراه لایه میانی به کمک مدل‌سازی عددی بررسی شده است. لاستیک، تفلون و فوم آلومینیوم به ترتیب به عنوان لایه میانی به کار گرفته شده‌اند. برای شبیه‌سازی از حل سه بعدی المان محدود در نرم‌افزار ال اس داینا[۱] استفاده شده و مدل‌های مادی به کار رفته به این صورت است که برای پرتابه استیل از مدل مادی جانسون کوک، کامپوزیت از یک مدل مادی اورتوتروپیک الاستیک و برای مدل‌سازی سرامیک از مدل مادی جانسون هولمکوئیست استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که استفاده از لایه میانی لاستیک در جذب انرژی تفاوت چندانی با زره بدون لایه میانی ندارد ولی تفلون و فوم آلومینیوم در تلف کردن انرژی پرتابه و نیز به عنوان فیلتر تنش خوب عمل کرده و نتایج قابل قبولی را به عنوان یک زره بهینه نشان می‌دهند. نتایج با استفاده از مدلسازی تجربی که از پیش در مقالات انجام شده بود صحه‌گذاری شده و تطابق مطلوبی با آن‌ها دارد.

واژه های کلیدی: زره، سرامیک،کامپوزیت،حل عددی، لایه میانی، جذب انرژی، فیلتر تنش.

مقدمه

از ابتدای پیدایش زره‌ها مرسوم بود که آن‌ها را به صورت یکپارچه بسازند [۱و۲]. در سال ۱۹۹۹ بور ویک و همکارانش [۳] به صورت تجربی نفوذ پرتابه استوانه‌ای در فولاد یکپارچه با استحکام ۴۶۰ مگاپاسکال[۲] را در محدوده سرعت‌های پایین بررسی کردند. در سال ۱۹۹۵ دیویس و ژانگ [۴] روشی را برای پیش‌بینی تخریب ترد فیبر کربن که به صورت لایه‌ای در سازه‌های کامپوزیتی تعبیه شده است، ارائه دادند. در سال۲۰۰۳ یادآو و راویچاندران [۵] با استفاده از ترکیب روش‌های عددی و تجربی، تخریب ناشی از برخورد پرتابه‌ای از جنس آلیاژ سنگین تنگستن[۳] به زره ساخته شده توسط دو کاشی سرامیک که پلیمر (پلی‌اورتان[۴]) بین آن‌ها قرار داده شده و از حمایت کننده آلومینیومی ۶۰۶۱-T6 بهره می‌برد، مورد بررسی قرار دادند. در سال ۲۰۰۸ شکریه و جوادپور [۶] تخریب ناشی از برخورد پرتابه به یک زره دو لایه شامل کاربید بور و صفحه پشتی از کولار ۴۹را توسط معادلات بهینه‌سازی هترینگتون[۵] تحلیل کردند. در سال ۱۹۹۷ساندانان و همکارانش [۷] زره‌های سرامیک/فولاد و سرامیک/آلومینیوم را در برخوردهای مایل بررسی کردند. در سال ۲۰۰۱ سان و رودر [۸] با استفاده از ترکیب روش‌های عددی و تجربی عملکرد زره‌های سرامیک/ کامپوزیت چند لایه را مورد بررسی قرار دادند. در سال ۲۰۰۵ ناوارو و همکارانش [۹] اثر ضخامت چسب را بر روی سرعت حد بالستیک زره‌های سرامیک/فلز مورد تحلیل قرار دادند.

مطالعات تحلیلی و عددی گسترده‌ای در رابطه با انتشار موج تنش در زره‌های کامپوزیتی انجام شده است. در همین زمینه در سال ۲۰۰۳ آبریت [۱۰] انتشار موج در زره‌های سبک وزن کامپوزیتی را بررسی کرده است. در سال ۲۰۰۴ ، ماینس‌رو [۱۱] به تحلیل زره-های کامپوزیتی سبک وزن پرداخته است که لایه‌های آن شامل سرامیک، پلیمر و فوم آلومینیوم می‌شود. هدف اصلی ماینس‌رو به کار بردن تئوری موج تنش یک بعدی برای آنالیز رفتار زره‌های چند لایه، زمانی که تحت اثر ضربه قرار بگیرند، بود. سپس با تغییر پارامترهایی مانند مواد به کار رفته در زره، ضخامت و سرعت، اثر آن‌ها را بر عملکرد زره بررسی کرده است. در سال ۲۰۰۰، گاما و همکارانش [۱۲] نشان دادند که زره دو جزئی سرامیک/کامپوزیت همراه با لایه میانی فوم آلومینیوم سبب افزایش گستره خرد شدگی سرامیک و کاهش حجم لایه لایه شدگی صفحه کامپوزیتی می‌شود. زائرا و همکارانش [۱۳] در سال۲۰۰۰ با استفاده از ترکیب روش‌های عددی و تجربی اثر ضخامت لایه چسب بر عملکرد زره سرامیک (آلومینا)/فلز (آلومینیوم) را مورد بررسی قرار دادند.

دینگ و همکارانش [۱۴] در سال ۲۰۰۴ اثر وجود آسیب در لایه-ها و نواقص بین لایه‌ای در نحوه توزیع بار و مقاومت نفوذ در برابر ضربه توسط زره سرامیک/آلومینیوم را به صورت عددی و تجربی بررسی کردند. در این بررسی، اثر سرعت موج، هندسه و خواص مکانیکی لایه‌ها بر روی بار توزیع شده بین لایه‌های یک زره با استفاده از مدل‌سازی عددی مطالعه شده است.

[1] LS-DYNA
[2] Weldox 460 E Steel
[3] tungsten heavy alloy
[4] Polyurethane
[5] Heterington