



تحلیل دینامیکی غیر خطی صفحات فولادی تحت اثر بارهای انفجاری

یونس نوری^۱، فرزاد شهبان مقدم^۲

گروه عمران، دانشگاه فردوسی مشهد

shahabf@um.ac.ir

خلاصه

تحقیقات در زمینه تاثیر انفجار بر سازه‌های فولادی در حال گسترش می‌باشد. وجود اعضای صفحه‌گونه در سازه‌های فولادی، آنها را مستعد تغییر شکل‌های بزرگ و غیر خطی در اثر بارهای دینامیکی ناشی از انفجار می‌سازد. در این تحقیق، تغییر شکل‌های به وجود آمده در صفحات در اثر بارهای انفجاری مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد. اثرات ناشی از تغییر ضخامت صفحه، درصد سطح باز شو، نوع باز شو و شدت انفجار، در این مقاله در نظر گرفته شده است. در تحلیل، از مدل‌سازی مستقیم خرج انفجاری استفاده گردیده که باعث بالا رفتن دقت در روند محاسبات می‌شود. نتایج تحلیل، نشان می‌دهد که در صفحه بدون باز شو با ۵ برابر شدن مقدار وزن انفجاری، مقدار تغییر شکل صفحه ۱/۶ برابر می‌شود. به ازای افزایش ۶۰ درصد در ضخامت صفحه، مقدار تغییر شکل نسبت به درصد سطح باز شو، به میزان ۱۰ تا ۲۵ درصد کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: صفحات فولادی، بار انفجاری، خرج انفجار، تغییر شکل، باز شو.

۱. مقدمه

به طور کلی مراحل وقوع هر انفجار عبارت است از: آزاد شدن شدید و ناگهانی انرژی، پرتاب ترکش‌های اولیه، انتشار موج انفجار به صورت شعاعی، برخورد به مانع و رسیدن مقدار فشار به اوج، پرتاب ترکش‌های ثانویه، بازتابش موج تقویت شده، کاهش فشار اوج به فشار محیطی، سقوط فشار به پایین تر از فشار محیطی قبل از انفجار و بازگشت فشار به فشار محیطی [۱]. پیشینه تحقیق درباره اثرات انفجار بر صفحات فولادی به زمان جنگ جهانی دوم برمی‌گردد که نیاز به مقاوم سازی بدنه کشتی‌های جنگی نسبت به انفجارهای زیر آب احساس می‌شد. در ابتدا به روش‌های آزمایشگاهی به تعیین رفتار صفحات پرداخته می‌شد که به مرور زمان با پیدایش و گسترش نرم‌افزارها و سخت افزارهای قوی امکان مدل‌سازی کامل این آزمایشات فراهم شد. اولین محققان که به بررسی آزمایشگاهی و نظری اثرات انفجار بر صفحه‌های نازک فولادی پرداخت، نوریک و مارتین [۲] بود. او در تحقیقاتش یک صفحه فولادی تحت انفجار زیر آب قرار داد، عامل متغیر در این تحقیق فاصله خرج انفجاری تا مرکز صفحه بود. یوان و نوریک [۳] و لانگدون و همکاران [۴] تاثیر فاصله خرج انفجار، وجود سخت کننده و آرایش آنها بر رفتار صفحه را مورد ارزیابی قرار دادند. آنها فاصله خرج انفجار از صفحه را به نحوی تنظیم نمودند تا فشار وارده به صورت یکنواخت و موضعی تغییر کند. طبق نتایج آنها، در صفحات با فشار اعمالی یکنواخت، تغییر شکل صفحه، مستقل از آرایش سخت کننده‌ها و به صورت گنبدی شکل می‌باشد. همچنین حداقل تغییر مکان، مربوط به آرایش سخت کننده متقاطع بود. پن و لوکا [۵] آزمایشاتی بر روی صفحات با و بدون سخت کننده تحت اثر بارهای انفجاری انجام دادند. سپس به وسیله تحلیل عددی به بررسی تغییر شکل، تنش، موقعیت و تاثیر نوع سخت کننده‌ها بر رفتار صفحه پرداختند. اولسون و همکاران [۶] به بررسی تاثیر نرخ کرنش بر رفتار صفحات و حالت‌های خرابی صفحات پرداختند. طبق نتایج آنها تاثیر نرخ کرنش در تحلیل‌های عددی غیر قابل چشم‌پوشی می‌باشد. همچنین در ضربه انفجاری بزرگتر، نقش کرنش غشایی در تحمل بارهای انفجاری افزایش می‌یابد. آنها سه مود خرابی برای صفحات معرفی نمودند. بونورکیس و نوریک [۷] به طور آزمایشگاهی و عددی به بررسی تاثیر انواع حالت‌های جوشکاری سخت کننده‌ها بر رفتار صفحات تحت اثر انفجار پرداختند. طبق نتایج آنها، مدل جوشکاری اثر قابل توجهی بر حداکثر تغییر مکان سخت کننده و صفحه ندارد، ولی مدل جوشکاری در نوع گسیختگی صفحه تاثیر دارد.

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد

^۲ استاد