

مدلسازی پاسخ سکوی نفتی در برابر بارگذاری انفجار با استفاده از نرم افزار اتوداین

Response Modeling of the Oil Platform to the Blast Loading by AUTODYN Software

نویسنده اول احمد گنجعلی. نویسنده دوم محمد تاجی. نویسنده سوم امیر حسین قراگزلو.

۱-استاد راعنما و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود ahmad.ganjali@yahoo.com

۲-استاد مشاور و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود

۳-نویسنده و دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود. gharagozlooamirhossein@gmail.com

چکیده

یکی از مباحث مهم پدافند غیرعامل مقاوم سازی سازه ها در مقابل اثرات ناشی از انفجار می باشد. بارگذاری انفجار یکی از مهم ترین انواع بارگذاری دینامیکی بر روی سازه ها است. این بارگذاری به دلیل ماهیت اتفاق بسیار سریع و گذرا بر روی سازه تأثیراتی می گذارد که در سایر انواع بارگذاری شاهد آن نیستیم. با توجه به مرزهای شمال و جنوب کشور، مطالعه در این مورد ضروری می باشد. در مطالعه پدیده انفجار در آب و اثرات آن بر سازه های مجاور مانند سکوی نفتی، به علت پیچیدگی معادلات حاکم و هندسه سازه های مورد نظر، استفاده از حل تحلیلی تقریباً غیرممکن است. به همین دلیل، روش های عددی در این زمینه پیشرفت های چشمگیری داشته اند، که از این روش ها می توان به روش اجزاء محدود به عنوان پرکارترین آن ها اشاره کرد. مدل سکوی نفتی مورد مطالعه در تحقیق برگرفته از کتاب Framed and Gravity Platforms نوشته A.S.J. Swamidas & D.V. Reddy می باشد تا بتوانیم پاسخ سازه سکوی نفتی را ارزیابی بکنیم و دریابیم که تا چه زمانی پدیدار می ماند، چه زمانی به آستانه ناپایداری می رسد و چه زمانی می شکند. که برای این نقاط خروجی نمودار سرعت-زمان در راستای افق و فشار-زمان در مدت انفجار اندازه گیری شده است. مصالح در نظر گرفته شده جهت مدلسازی سکوی نفتی فرا ساحلی که از کتابخانه مواد مربوط به خود نرم افزار اتوداین استخراج گشته است. بعد از مشاهده خروجی ها نتیجه می گردد هر چه فاصله ماده منفجره TNT از سکوی نفتی کمتر باشد امواج با سرعت و فشار بیشتری بر سکوی نفتی وارد خواهند آمد. در گنج ۱ بدلیل اینکه خارج از آب قرار دارد، نسبت به گنج ۳ که در داخل آب واقع است امواج با قدرت تخریبی بیشتری به آن می رسند بطوری که در تمامی موارد مشاهده میکنیم که سرعت و فشار در گنج ۱ بیشتر از گنج ۳ می باشد. با دور شدن فاصله ماده انفجاری از سازه سکوی نفتی اثر مقادیر TNT به مراتب پایین تر خواهد بود، بطوری که در مقادیر پایین آن بعضاً اثرات موج فشاری بر سکوی نفتی صفر خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: مدل سازی بارگذاری انفجار، پدیده انفجار در آب، سکوی نفتی، نرم افزار AUTODYN.

۱- مقدمه

از دهه ۵۰ میلادی تا کنون تحقیقات ارزشمندی توسط نیروهای نظامی کشورهای مختلف با تمرکز بر محور انفجار زیر آب و اثرات آن بر روی بدنه سکوهای دریایی، پایه‌های پل‌ها و بدنه شناورها انجام شده است. بدون شک قضیه حمله به سکوهایی نفتی ایران در سال‌های ۱۹۸۷ و ۸۸ جزو مهمترین قضایای بررسی شده در دیوان بین المللی دادگستری می باشد. کول مطالعات گسترده‌ای بر روی پدیده‌های مرتبط با انفجار زیر آب و روابط تحلیلی و تجربی حاکم بر آنها انجام داد [۱]. روابط و معادلات ساده‌ای برای تخمین بار ناشی از امواج شوک و پاسخ دینامیکی المان‌های سازه‌ای توسط کایل و هولایر ارائه شد که جهت طراحی توسط مهندسین مورد استفاده قرار می گیرد [۲،۳]. همچنین کایل در یک گزارش مبسوط، مسائل متعدد مرتبط با انفجار زیر آب شامل روابط لازم برای توصیف منحنی فشار - زمان انفجار اندرکنش امواج شوک با سطح آب آزاد آب بستر دریا، پدیده نوسانات حباب و انواع خسارت‌های وارده به شناور ناشی از انفجار زیر آب را بررسی کرده است [۴]. در سال ۱۹۹۸ لوکا و همکارانش بر روی سازه‌ی یک سکوی فرا ساحلی که در معرض انفجار چاه‌های نفتی قرار گرفته بود، مطالعاتی را انجام دادند آن‌ها حل نظریه‌ی معادله‌ی انرژی و حل عددی حاصل از نرم افزار تجاری اجزای محدود آباکوس را برای ورق فولادی با دو تقویت کننده بدست آوردند [۵]. لو و ونگ در سال ۲۰۰۵ مدلی برای تحلیل دینامیکی غیر خطی، انفجار در خاک و توزیع فشار حاصل از انفجار در خاک ارائه کردند. آنها با استفاده از نرم افزار تحلیل غیر خطی اتوداین و با کمک معادله حالت و مدل رفتاری مناسب مصالح، خاک، ماده منفجره و سازه را در یک محیط مدل کرده و نسبت ده تحلیل آن اقدام کردند. مزیت مدل ارائه شده کاهش خطا و صرفه جویی در زمان تحلیل می باشد [۶،۷]. یانگ لو در سال ۲۰۰۶ به بررسی اثر انفجار هوایی بر روی سازه سطحی با در نظر گرفتن شوک زمین پرداخت. وی نیز در این تحقیق از نرم افزار المان محدود اتوداین استفاده نمود و خاک را به کمک معادله حالت سه فازی مدل نمود [۸]. کرونین و همکارانش برای مطالعه پاسخ سازه تحت بار انفجاری در نرم افزار LS-Dyna از مدل مادی Johnson-holnquist استفاده کرده و نتایج قابل قبولی را بدست آورده اند [۹]. راجندران و ناراسیم هان مروری بر روابط تشریح کننده پدیده انفجار زیر آب و تغییر فرم‌های الاستیک و پلاستیک ایجاد شده در صفحات بر اثر بار انفجار زیر آب انجام داده اند [۱۰]. جهت جذب انرژی ناشی از امواج انفجاری و کاهش خرابی‌های ناشی از آن از مواد با هندسه‌های خاص استفاده می شود. به همین منظور مولین و اتول در تحلیل عددی با استفاده از نرم افزار LS-Dyna رفتار مواد جاذب انرژی انفجار را مطالعه نموده اند. در این مطالعه نشان داده میشود که با استفاده از جاذبه‌های انرژی میتوان تا حدود زیادی انرژی انفجار را جذب و از خرابی‌های ناشی از آن جلوگیری نمود. در این تحقیق پدیده‌هایی مانند حرکت موج انفجار در ماده منفجره، تولید و انتشار موج ضربه‌ای، نوسان‌های حباب و امواج فشاری ناشی از نوسان‌های حباب مورد بررسی قرار گرفته است [۱۱]. در تاریخچه بحث انفجار زیر آب می توان به پژوهش انجام شده به وسیله اسپراگو و همکارانش اشاره کرد، در این پژوهش از روش اجزای محدود برای تجزیه و تحلیل رفتار یک سازه دریایی تحت بار انفجار زیر آب استفاده شده است [۱۲]. تاجی و همکاران در سال ۲۰۱۱ و ۲۰۱۳ رفتار اجزای سازه را با پوشش‌های مختلف خاک و پوشان سنگ را در اثر بارگذاری انفجاری و مطالعه نمودند و تغییر شکل‌های دائمی و نحوه‌ی دمپ انرژی انفجاری در محیط را مورد مطالعه قرار دادند. بوداگی و همکارانش در سال ۲۰۱۲ تحقیقی در مورد کنترل فعال غیر خطی پاسخ دینامی تیرهای با مقطع مستطیلی در محیط حرارتی تحت اثر بارگذاری انفجار انجام دادند [۱۳]. نصر و همکارانش در سال ۲۰۱۳ یک مدل یک درجه آزادی را برای تعیین تاثیر بار محوری روی مقاومت و پایداری ستون تحت اثر انفجار استفاده نمود [۱۴]. کارتا و استوچینو در سال ۲۰۱۳ دو روش برای بررسی تیرهای بتن مسلح تحت اثر بارهای انفجاری ارائه دادند [۱۵]. تاریخچه بارگذاری انفجاری و مطالعه خصوصیات موج ایجاد شده و مقایسه‌ی عملکرد آن در هوا و داخل زمین بررسی شد. با استفاده از موج