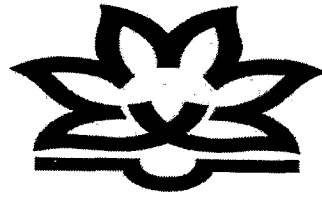


۱۲۰۰
۱۲۵۷



دانشگاه ارومیه

دانشکده فنی - گروه عمران

"بارگذاری انفجاری عرشه پل و عوامل مستهلک کننده آن"

توسط:

امیر رفعت نژاد

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

۱۳۸۹/۴/۸

مهندسی عمران - سازه

موسسه تخصصی
مطالعات مهندسی عمران

استاد راهنما:

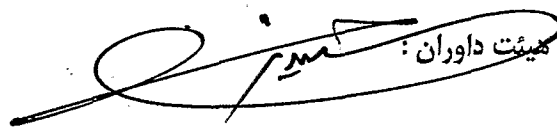
دکتر حبیب سعید میر

۱۳۸۷

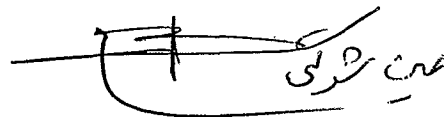
۱۳۸۶۵۷

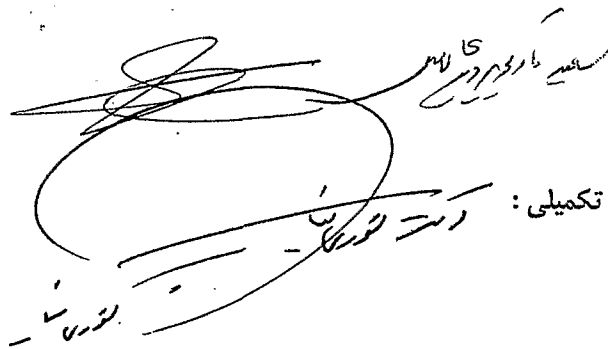
پایان نامہ ^پ ایس آر ایف ایف تاریخ ۸۷/۱۲/۱۰ شماره ۱۳-۲ ف مورد پذیرش هیات محترم

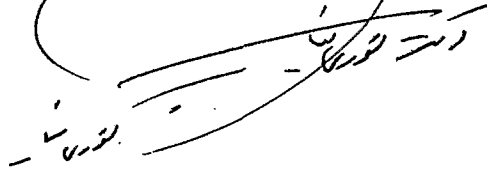
داوران با رتبہ ۱۵ و نمبرہ ۱۵ قرار گرفت۔

۱- استاد راہنما و رئیس ہیئت داوران: 

۲- استاد مشاور:

۳- داور خارجی: 

۴- داور داخلی: 

۵- نمایندہ تحصیلات تکمیلی: 

مجلس عالی تعلیم و تربیت
وزارت تعلیم و تربیت
اسلام آباد

تقدیم به:

پدر و مادر دلسوز و مهربانم که در تمامی مراحل

زندگی یار و یاور و پشتیبان من بودند.

و

همسر عزیزم که صبورانه در کنار من بودند.

و

برادران عزیزم

تقدیر و تشکر:

با آرزوی توفیق الهی برای سروران گرانقدر

اینک که به لطف خداوند متعال تحصیلات کارشناسی و کارشناسی ارشد را با موفقیت به پایان رسانیده ام لازم

می دانم که از زحمات اساتید محترم گروه عمران دانشکده فنی دانشگاه ارومیه چه اساتیدی که من در دوره

کارشناسی در محضرشان کسب علم نمودم و چه اساتیدی که در مقطع کارشناسی ارشد در خدمتشان بودم از

جمله آقایان دکتر محمد علی لطف الهی یقین، دکتر حسین شوکتی، دکتر حبیب سعید منیر، دکتر محمد

شیدائی، دکتر سعید تاروردیلوی اصل، دکتر کاظم بدو، دکتر توحید اخلاقی، دکتر اسفندیار مردانی،

دکتر حمید شیر محمدی، مهندس تیمورزاده و سایر اساتید بزرگوار، تقدیر و تشکر نمایم.

و نیز از دوستان عزیزم آقایان مهندس میر احمد احمدی راد، مهندس علی ناصر، مهندس کاوه احمدی، مهندس

کیوان زینالی و دیگر عزیزانی که در تحقیق، تهیه و نگارش پایان نامه به من کمک نمودند کمال تشکر را دارم.

امیر رفعت نژاد

فهرست مطالب

۱	فصل اول ضرورت تحقیق
۲	۱-۱. مقدمه
۳	۲-۱. هدف
۵	۳-۱. ساختار پایان نامه
۶	فصل دوم مقدمه ای بر مهندسی پل
۷	۱-۲. مقدمه
۸	۲-۲. تاریخچه مهندسی پل
۱۴	۳-۲. تقسیم بندی سازه پل
۱۵	۴-۲. طبقه بندی پل ها
۱۵	۱-۴-۲. طبقه بندی پل ها از نقطه نظر طول دهانه
۱۶	۲-۴-۲. طبقه بندی پل ها از نقطه نظر سیستم سازه ای
۱۶	۳-۴-۲. طبقه بندی پل ها از نقطه نظر مصالح
۱۷	۴-۴-۲. طبقه بندی پل ها از نقطه نظر شیوه ساخت
۱۷	۵-۴-۲. طبقه بندی پل ها از نقطه نظر استفاده
۱۸	۵-۲. عرض پل
۱۸	۱-۵-۲. مقطع عرضی
۱۸	۶-۲. ارتفاع مفید
۲۰	۷-۲. بارهای وارده بر پل
۲۰	۱-۷-۲. مقدمه
۲۰	الف - بارهای قائم
۲۰	ب - بارهای جانبی

۲۰	پ - بارهای خود کرنشی
۲۱	قسمت اول - بارهای قائم
۲۱	۲-۷-۲. بارهای مرده
۲۲	الف - بار مرده عرشه:
۲۲	ب - بار مرده پایه
۲۲	۲-۷-۳. بارهای زنده (بارهای بهره برداری)
۲۳	۲-۷-۳-۱. تعریف
۲۳	۲-۷-۳-۲. بار نوع اول
۲۳	۲-۷-۳-۲-۱. نحوه استقرار بار عادی روی عرشه پل
۲۴	۲-۷-۳-۲-۲. ضریب کاهش به مناسبت همزمانی بارها
۲۵	۲-۷-۳-۳. بار نوع دوم
۲۵	۲-۷-۳-۴. بار نوع سوم
۲۵	۲-۷-۳-۴-۱. بار تانک
۲۶	۲-۷-۳-۴-۲. بار تریلی تانک بر
۲۷	۲-۷-۳-۵. اثر دینامیکی وسایل نقلیه (اثر ضربه)
۲۷	۲-۷-۳-۵-۱. ضریب دینامیکی (ضربه)
۲۸	۲-۷-۴. بارهای پیاده رو
۲۸	۲-۷-۴-۱. پل های سواره رو
۲۸	۲-۷-۴-۲. پل های عابر پیاده
۲۹	۲-۸. سیستم های سازه ای عرشه پل
۲۹	۲-۸-۱. مقدمه
۲۹	۲-۸-۲. طبقه بندی سیستم سازه ای عرشه پل های دهانه کوتاه و متوسط

۲۹	۲-۸-۱. عرشه یک عنصری
۳۰	۲-۸-۲. عرشه دو عنصری
۳۰	۲-۸-۳. عرشه سه عنصری
۳۱	۲-۸-۴. عرشه چهار عنصری
۳۲	۲-۸-۵. سیستم های خاص
۳۲	دالهای ارتوتروپیک فولادی
۳۳	۲-۸-۳. توزیع بار زنده بین عناصر باربر
۳۷	فصل سوم انفجار و بارگذاری انفجاری
۳۸	۳-۱. مقدمه
۴۰	۳-۲. تعریف انفجار
۴۲	۳-۳. بارگذاری انفجاری
۴۵	۳-۳-۱. قوانین مقیاس بندی موج انفجار
۴۶	۳-۳-۲. پیش بینی فشار انفجار
۴۸	۳-۴. پاسخ سازه به بارگذاری انفجاری
۴۹	۳-۴-۱. سیستم یک درجه آزادی الاستیک
۵۰	۳-۴-۲. سیستم یک درجه آزادی الاستوپلاستیک
۵۱	۳-۴-۳. رفتار مصالح در سرعت کرنشی (نرخ تغییر شکل) بالا
۵۱	۳-۴-۳. ویژگی های دینامیکی بتن تحت بارگذاری با سرعت کرنشی بالا
۵۳	۳-۴-۴. ویژگی های دینامیکی آرماتور تحت بارگذاری با سرعت کرنشی بالا
۵۷	۳-۴-۵. شکل مودی شکست سازه تحت تاثیر بار انفجاری
۵۸	۳-۴-۶. رفتار کلی سازه
۵۹	۳-۴-۷. رفتار جزئی (محلی) سازه

۶۰	۵-۳. راهنماهای فنی موجود برای طراحی در مقابل بارهای انفجار
۶۰	۱-۵-۳. راهنمای پیش بینی بارهای انفجاری بر روی سازه ها [۲۹]
۶۱	۲-۵-۳. راهنمای طراحی سازه های حفاظت شده و اصول طراحی حفاظتی در مقابل سلاح های متعارف
۶۱	۳-۶. برنامه های کامپیوتری برای محاسبه تاثیرات انفجار و ضربه
۶۶	۳-۷. مقاومت انفجاری صفحات
۸۲	فصل چهارم مدل سازی کامپیوتری
۸۳	۴-۱ مقدمه
۸۳	۴-۲ آشنایی با نرم افزار ABAQUS
۸۵	ABAQUS/ Explicit 4-2-1
۸۵	۴-۳ مصالح مصرفی
۸۶	۴-۳-۱ فولاد
۸۸	۴-۴ انتخاب مدل
۹۵	۴-۵ مدل سازی کامپیوتری
۱۰۱	۴-۵-۱ مش بندی و المان کاربردی
۱۰۲	۴-۶ بارگذاری
۱۱۰	فصل پنجم بحث بر روی نتایج
۱۱۱	۵-۱ مقدمه
۱۱۳	۵-۲ بارگذاری یک
۱۱۳	۵-۲-۱ بررسی تغییرات انرژی مستهلک شده پلاستیک
۱۱۳	۵-۲-۱-۱ مقایسه انرژی مستهلک شده پلاستیک کل مدل پیچی با کل مدل جوشی
۱۱۴	۵-۲-۱-۲ مقایسه انرژی مستهلک شده پلاستیک مجموع تیر های اصلی و فرعی مدل جوشی و پیچی
۱۱۵	۵-۲-۲ بررسی پاسخ تیر اصلی میانی پل

۱۱۶	۱-۲-۲-۵ جابجایی وسط تیر اصلی میانی
۱۱۷	۲-۲-۲-۵ بررسی تغییرات تنش در وسط تیر اصلی
۱۱۸	۳-۵ بارگذاری ۲
۱۱۸	۱-۳-۵ بررسی تغییرات انرژی مستهلک شده پلاستیک
۱۱۸	۱-۳-۵ مقایسه انرژی مستهلک شده پلاستیک کل مدل پیچی با کل مدل جوشی
۱۲۱	۲-۳-۵ مقایسه انرژی مستهلک شده پلاستیک مجموع تیرهای اصلی و فرعی مدل جوشی و پیچی
۱۲۲	۲-۳-۵ بررسی پاسخ تیر اصلی میانی پل
۱۲۳	۱-۲-۳-۵ جابجایی وسط تیر اصلی میانی
۱۲۵	۲-۲-۳-۵ بررسی تغییرات تنش در وسط تیر اصلی
۱۲۷	فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادات
۱۲۸	۱-۶ مقدمه
۱۲۸	۲-۶ نتایج
۱۲۸	۱-۲-۶ بارگذاری یک
۱۲۹	۲-۲-۶ بارگذاری دو
۱۲۹	۳-۲-۶ مجموع بارگذاری یک و دو
۱۳۰	۳-۶ پیشنهادات برای انجام مطالعات آینده
۱۳۱	رفرنس

۱۱	شکل ۱-۲: تصویر از پل های خربایی اولیه [۱]
۱۵	شکل ۲-۲: تقسیم سازه پل [۱]
۱۹	شکل ۳-۲: مقطع متداول پل در ایران با پیاده رو و جان پناه [۱]
۲۴	شکل ۴-۲: بار بهره برداری عادی کامیون (کامیون ۴۰ تن) [۱]
۲۵	شکل ۵-۲: نحوه استقرار بار عادی در عرض سواره رو [۱]
۲۶	شکل ۶-۲: بار تانک ۷۰ تن (اندازه بر حسب متر) [۱]
۲۶	شکل ۷-۲: بار تریلی تانک بر ۹۰ تن [۱]
۳۰	شکل ۸-۲: عرشه یک عنصری [۱]
۳۰	شکل ۹-۲: عرشه دو عنصری [۱]
۳۱	شکل ۱۰-۲: عرشه سه عنصری [۱]
۳۲	شکل ۱۱-۲: عرشه چهار عنصری [۱]
۳۴	شکل ۱۲-۲: انواع مدل های سخت کننده های باز و بسته. [۳۷]
۳۴	شکل ۱۳-۲: دال ارتروپیک فولادی. [۳۷]
۳۵	شکل ۱۴-۲: پلان یک عرشه با شاهتیر های طولی و دیافگرام های عرضی [۱]
۳۸	شکل ۱-۳: ساختمان دولتی موراه قبل از انفجار اوکلاهاما [۵-۶-۸]
۳۹	شکل ۲-۳: ساختمان دولتی موراه بعد از انفجار اوکلاهاما مارچ ۲۰۰۳ [۵-۶-۸]
۴۱	شکل ۳-۳: انتشار موج انفجار [۹]
۴۲	شکل ۴-۳: پروفیل مکان - فشار موج انفجار [۳]
۴۳	شکل ۵-۳: پارامتر ها ی بارگذاری انفجاری [۳]
۴۳	شکل ۶-۳: پروفیل فشار انفجار نرمال [۱۰]
۴۷	شکل ۷-۳: نمودار فشار ماکزیمم تولیدی بر اساس اندازه بمب های ماشینی و فاصله از مرکز انفجار [۸]
۴۹	شکل ۸-۳: سیستم یک درجه آزادی [۳]

- شکل ۳-۹: بارگذاری ضربه ای مثلثی [۳]
- شکل ۳-۱۰: سرعت کرنشی انواع بارگذاری ها [۳]
- شکل ۳-۱۱: نمودار تنش و کرنش بتن تحت سرعت کرنشی های متفاوت [۱۷]
- شکل ۳-۱۲: افزایش ضریب دینامیکی برای بتن تحت بارگذاری با سرعت کرنشی متفاوت [۱۷]
- شکل ۳-۱۳: آسیب دیده گی سطح بتن در اثر انفجار ۶ تن تی ان تی [۳]
- شکل ۳-۱۴: انفجار تانکر نفت در بالای پلی بین نیویورک وبوستون مارچ ۲۰۰۴ [۲]
- شکل ۳-۱۵: مدل آزمایشگاهی و المان محدود در تحقیق Jacob و همکاران
- شکل ۳-۱۶: کاهش مدول الاستیسته و تنش تسلیم در دماهای بالا
- شکل ۳-۱۷: مقایسه پاسخ مدل II تحت اثر ضربه Ns_{40} با نتایج المان محدود در تحقیق Nurick و Yuen
- شکل ۳-۱۸: مودهای خرابی صفحات فولادی (الف) تغییر شکل های بزرگ (مود I) (ب) پاره شدگی کششی (مود II) (ج) گسیختگی مرکزی (مود III) (د) ترکیب پاره شدگی کششی و برشی (مودهای II-III)
- شکل ۳-۱۹: تغییر شکل کلی پانل دیوار ضد انفجاری در آزمایش Longdom و Schleyer
- شکل ۳-۲۰: تقریب سطوح آسیب دیده و ندیده
- شکل ۳-۲۱: نمونه های پانل های ضد انفجاری
- شکل ۳-۲۲: جزئیات پانل ساندویی مورد مطالعه
- شکل ۳-۲۳: مقایسه خیز و تغییرات خیز با توجه به سه معادله طراحی
- شکل ۴-۱: نمودار تنش کرنش بر اساس سرعت بارگذاری
- شکل ۴-۲: مدل B مورد استفاده در مرجع ۴۸
- شکل ۴-۳: مدل C مورد استفاده در مرجع ۴۸
- شکل ۴-۴: مدل D مورد استفاده در مرجع ۴۸
- شکل ۴-۵: مقایسه انرژی مستهلک شده پلاستیک در سه مدل A-B-C
- شکل ۴-۶: دال مورد استفاده در مرجع ۴۸ همراه با برش لویبایی
- شکل ۴-۷: تیر مورد استفاده در مرجع ۴۸ همراه با سوراخ جهت عبور پیچ

- ۹۳ شکل ۴-۸ نحوه قرار گیری اجزا مدل نسبت به یکدیگر (نمای روبرو)
- ۹۳ شکل ۴-۹ نحوه قرار گیری اجزا مدل نسبت به یکدیگر (نمای عقب)
- ۹۴ شکل ۴-۱۰ نحوه بارگذاری مدل مرجع شماره ۴۸
- ۹۵ شکل ۴-۱۱ دال فولادی استفاده شده در مدل
- ۹۶ شکل ۴-۱۲ تیر های فرعی (عرضی) فولادی استفاده شده در مدل
- ۹۶ شکل ۴-۱۳ تیر های اصلی (شاهتیر) فولادی استفاده شده در مدل
- ۹۷ شکل ۴-۱۴ نحوه ایجاد برش لویبایی و قرار گیری پیچ بر روی دال
- ۹۸ شکل ۴-۱۵ نحوه قرارگیری تیر های اصلی (شاهتیر) فولادی
- ۹۹ شکل ۴-۱۶ نحوه قرار گیری تیر های قرعی نسب به تیر های اصلی
- ۱۰۰ شکل ۴-۱۷ نحوه قرارگیری اجزای پل نسبت به یکدیگر
- ۱۰۰ شکل ۴-۱۸ ترکیب نهایی اجزای پل در مدل مورد استفاده
- ۱۰۲ شکل ۴-۱۹ مش بندی نمونه مدل سازی شده در نرم افزار آباکوس
- ۱۰۵ شکل ۴-۲۰ تقسیم بندی سطح پل به دو ناحیه
- ۱۰۶ شکل ۴-۲۱ جزئیات بارگذاری ۱
- ۱۰۶ شکل ۴-۲۲ جزئیات بارگذاری ۲
- ۱۰۷ شکل ۴-۲۳ زاویه برخورد موج انفجار با نقاط مختلف دال بر اساس فاصله
- ۱۰۸ شکل ۴-۲۴: مولفه عمودی و افقی فشار موج انفجار
- ۱۱۴ شکل ۵-۱: مقایسه انرژی مستهلک شده پلاستیک کل مدل در ۲ مدل پیچی و جوشی تحت بار ۱
- ۱۱۴ شکل ۵-۲: مقایسه انرژی مستهلک شده پلاستیک مجموع تیر های اصلی و فرعی مدل در ۲ مدل پیچی و جوشی تحت بار ۱
- ۱۱۵ شکل ۵-۳: تغییر شکل تیر ها در مدل پیچی تحت بار ۱
- ۱۱۶ شکل ۵-۴: تغییر شکل تیر ها در مدل جوشی تحت بار ۱
- ۱۱۶ شکل ۵-۵: وسط تیر اصلی میانی
- ۱۱۷ شکل ۵-۶: مقایسه جابجایی وسط تیر اصلی در ۲ مدل پیچی و جوشی تحت بار ۱

- ۱۱۸ شکل ۷-۵: توزیع تنش در مدل پیچیتحت بار ۱
- ۱۱۸ شکل ۸-۵: توزیع تنش در مدل جوشیتحت بار ۱
- ۱۱۹ شکل ۹-۵: تغییرات تنش وسط تیر اصلی میانی تحت بار گذاری ۱
- ۱۲۰ شکل ۱۰-۵: مقایسه انرژی مستهلک شده پلاستیک کل مدل در ۲ مدل پیچی و جوشی تحت بار ۲
- ۱۲۱ شکل ۱۱-۵: مقایسه انرژی مستهلک شده پلاستیک مجموع تیر های اصلی و فرعی مدل در ۲ مدل پیچی و جوشی تحت بار ۲
- ۱۲۲ شکل ۱۲-۵: تغییر شکل تیر ها در مدل پیچی تحت بار ۲
- ۱۲۳ شکل ۱۳-۵: تغییر شکل تیر ها در مدل جوشی تحت بار ۲
- ۱۲۳ شکل ۱۴-۵: وسط تیر اصلی میانی
- ۱۲۴ شکل ۱۵-۵: مقایسه جابجایی وسط تیر اصلی در ۲ مدل پیچی و جوشی تحت بار ۲
- ۱۲۵ شکل ۱۶-۵: توزیع تنش در مدل پیچی تحت بار ۲
- ۱۲۵ شکل ۱۷-۵: توزیع تنش در مدل جوشی تحت بار ۲
- ۱۲۶ شکل ۱۸-۵: تغییرات تنش وسط تیر اصلی میانی تحت بار گذاری ۲

۲۴	جدول ۱-۲ ضریب کاهش به مناسبت همزمانی بارها
۴۸	جدول ۱-۳: بیک فشار انعکاسی P_3 با توجه به مقدار خرج انفجاری و فاصله متفاوت [۳]
۶۳	جدول ۲-۳: برنامه های کامپیوتری که امروزه برای مدل سازی انفجار استفاده می شود [۳]
۷۷	جدول ۳-۳ متغیر های طراحی پانل ساندویچی و بار وارده
۷۸	جدول ۳-۴ شرایط مرزی موجود
۷۹	جدول ۳-۵ تغییرات مشخصات مقاومتی مصالح با توجه به سه معادله طراحی
۷۹	جدول ۳-۶ تغییرات مشخصات هندسی با توجه به سه معادله طراحی
۷۹	جدول ۳-۷ شرایط پاسخ سازه با توجه به سه معادله
۸۰	جدول ۳-۸ تغییرات مشخصات طراحی مقاومتی مصالح با توجه به سه معادله طراحی و تغییرات جرم واحد سطح
۸۰	جدول ۳-۹ تغییرات مشخصات طراحی هندسی مصالح با توجه به سه معادله طراحی و تغییرات جرم واحد سطح
۸۰	جدول ۳-۱۰: شرایط پاسخ سازه با توجه به سه معادله و تغییرات جرم واحد سطح
۸۷	جدول ۴-۱ مشخصات مصالح مصرفی
۱۰۳	جدول ۴-۲ پارامتر های بارگذاری خروجی نرم افزار ATBLAST
۱۰۹	جدول ۴-۳: مولفه قائم فشار موج انفجار با خرج انفجاری ۱۸۱۵ کیلو گرم
۱۱۲	جدول ۵-۱: علامت اختصاری نمودارهای مختلف

فصل اول

ضرورت تحقیق

۱-۱. مقدمه

فقدان پلهای طراحی شده برای بارهای بحرانی و بسیار زیاد در سیستم بزرگراهها می تواند میلیون ها ریال و دلار هزینه مستقیم بازسازی و بیشتر از آن هزینه های غیر مستقیم اجتماعی اقتصادی را در پی داشته باشد. با افزایش حملات تروریستی انفجاری در اکثر نقاط جهان، وبه خاطر اهمیت وافر و روز افزون پلها در سیستم حمل و نقل و ارتباطات، حفاظت از آنها در مقابل تهدیداتی که منجر به کاهش یا عدم سرویس دهی در مواقع انفجار می گردد، لازم و ضروری می باشد. نظر به اینکه راه های ارتباطی در اکثر نقاط ایران تامین کننده اقتصاد ساکنان مناطق مختلف می باشد و این در حالی است که به خاطر فیزیک جغرافیای کشورمان اکثر راههای ایران از پل های کوچک و بزرگ بی بهره نیستند. لذا حفاظت از پلها و یا بهتر از آن طراحی آنها در مقابل بارهای انفجاری می تواند ثبات اقتصادی و به تبع آن ثبات اجتماعی مناطق مختلف کشورمان را در مقابل حملات انفجاری بیمه نماید. حتی در ایالات متحده آمریکا که بالاترین کیفیت و کمیت را از نظر پل سازی و استاندارد آن دارا می باشد، اکثر پلهای موجود برای مقابله با ضربه حاصل از انفجار طراحی نشده اند و همچنین روش طراحی پل آشتو که معتبرترین آیین نامه پل سازی می باشد، تنها در مقابل ضربه کشتی ها و تصادفات وسائل نقلیه با پایه پل بر اساس احتمالات و ضریب بار دارای ضوابطی می باشد. همچنین برای طراحی پلها در مقابل زلزله معیارهای طراحی روشن و محکمی بر اساس محل ساخت وجود دارد، اما برای طراحی پلها

در مقابل انفجار معمولی هیچ گونه راهنما و توصیه نامه ای وجود ندارد. برای پاسخ به این نیاز حیاتی، که خطر حملات تروریستی روز به روز در حال افزایش می باشد. موسسه ملی تحقیقات بزرگراه های آمریکا (National Cooperative Highway Research Program (NCHRP)) از محققین برای تهیه راهنمایی در خصوص طراحی مقابل بار های انفجاری پل های طراحی شده به روش آشتو دعوت بعمل آورده است.

۱-۲. هدف

هدف از این تحقیق یافتن عوامل مستهلک کننده انرژی ناشی از بار گذاری انفجاری در روی عرشه پل و تقویت سازه می باشد. لذا با انجام این تحقیق، عملکرد پلهای متعارف تحت بارگذاری انفجاری معمولی مورد بررسی قرار می گیرد، که خود می تواند در تعیین فاکتور ها و مقادیر بحرانی نیروهای طراحی سازه ای پل، برای کاهش احتمال آسیب های شدید و تقلیل تلفات انسانی و صدمات اقتصادی و اجتماعی سیاسی موثر باشد.

هر پلی ویژگی های منحرفردی همچون طول دهانه، عرض، شیب، مواد مورد استفاده، بارگذاری، شرایط ترافیکی و شرایط هندسی را دارا می باشد. در این تحقیق برای مدل سازی پلی با دهانه ۹ متر و عرض ۶ متر در نظر گرفته شده است سیستم پل مدل سازی شده از نوع سه عنصری (دال و تیر اصلی و فرعی فولادی) انتخاب گردیده است، ابعاد مقاطع عبارتند از دال فولادی داری ضخامت ۱ سانتیمتری و تیر های فرعی به کار رفته دارای بال ۳*۲۱ و جان ۱۶*۱ و تیر های اصلی دارای بال ۳۰*۱ و جان ۲۰*۱. تکیه گاه پل در دو قسمت ابتدا و انتهای پل بصورت مفصلی در نظر گرفته شده است.

رفتار اکثر سازه های بزرگ در مقابل بارهای استاتیکی پیچیده می باشد. بنابراین پاسخ آنها در مقابل بارهای دینامیکی همچون بار انفجاری، بسیار پیچیده تر خواهد بود، و نیاز به تحلیل الاستیک و غیر الاستیک سطح بالا و پیچیده ای می باشد. برای فائق آمدن بر این مشکل از روش المان محدود برای آنالیز چنین سازه هایی استفاده می شود تحلیل المان محدود تکنیک مدل سازی عددی است که با ترکیب هندسه سازه و اطلاعات بارگذاری به همراه مشخصات مصالح، تنش و کرنش را در سازه پیش بینی می کند. این تکنیک کاملاً انعطاف پذیر بوده و از کاربرد و پذیرش مناسبی در جامعه مهندسی برخوردار می باشد.

برای بررسی عملکرد سازه ای اعضای پل، معیارهای شکست و مقاومت مصالح اعضا تعیین و نمونه سازه ای اولیه ای طراحی و به دو صورت ۲ مدل با و بدون سیستم اتصال لویبایی تیر به دال در نرم افزار المان محدود آباکوس مدل سازی و تحت بارهای انفجاری تحلیل می شود. بار انفجاری معمولی با استفاده از نرم افزار ATBLAST که محصول شرکت Applied Research Associates, Inc (ARA Inc.) می باشد تبدیل به بار فشاری برای فواصل مختلف از مرکز انفجار گردیده است، و بار تبدیل شده در هر نوع انفجار (از نظر شدت و طول و زمان اعمال) بصورت مجزا بر روی مدل پل در محل مورد نظر اعمال گردیده است. بعد از تحلیل مدل در نرم افزار آباکوس، خیز انرژی و تنش موثر (ون میسز) در سه نقطه از دال پل برای تعیین کارایی و عملکرد پل و سیستم اتصال لویبایی، مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

فروریختن پل می تواند در اثر شکست یک یا چند عضو پل اعم از دال، تیر، سر ستون یا ستون باشد. شکست دال معمولاً منجر به فرویختن کلی پل نمی گردد ولی می تواند باعث عدم سرویس دهی سازه گردد. آیین نامه ها معیاری برای تعیین مقدار سرویس دهی ندارند و تعیین سرویس دهی در هر موردی متفاوت بوده و بستگی به

محل و شدت و مقدار آسیب دارد. در این تحقیق بیشتر به عوامل مربوط به دال و سیستم اتصال لوبیایی پرداخته شده است.

نتایج این تحقیق می تواند قدم مفیدی در طراحی ضد انفجاری پل ها باشد. همچنین نتایج آن برای سازمان های مربوطه قابل استفاده می باشد. بعلاوه می تواند در ارزیابی مقدار آسیب ناشی از انفجار در سازه های موجود کمک شایانی نموده و زمان برگشت به سرویس دهی پل ها را کاهش دهد.

۱-۳. ساختار پایان نامه

فصل اول شامل شرح مسئله و ضرورت تحقیق به همراه هدف از تحقیق و ساختار پایان نامه می باشد

فصل دوم مربوط به بررسی تاریخچه پل و انواع پل از نظر سازه ای می باشد

در فصل سوم به بررسی و مطالعه تحقیقات انجام شده بارگذاری انفجاری مخصوصا در مورد پل پرداخته شده است

در فصل چهارم جزئیات و فرضیات طراحی پل مورد مطالعه به همراه نحوه مدل سازی پل و اعضای آن به تفصیل سخن گفته شده است.

در فصل پنجم نیز به بحث در مورد نتایج پرداخته شده است.

فصل ششم نیز شامل نتیجه گیری و پیشنهاد برای کارهای آینده می باشد.