بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی عمران

کارشناسی ارشد عمران - گرایش سازه های دریایی

عنوان پایان‌نامه

تأثیر شرایط مرزی بر ارزیابی رفتار دینامیکی جک آپ

استاد راهنما

دکتر بهروز عسگریان

استاد مشاور

دکتر محمد دقیق

نام دانشجو: ساقی سعید طهرانی

شماره دانشجوئی: ۸۶۰۱۸۸۴

فروردین ۸۹

نام دانشجو: ساقی سعید طهرانی

شماره دانشجوئی: ۸۶۰۱۸۸۴

زمستان ۱۳۸۷

حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر و مالکیت نتایج این پایان نامه متعلق به نویسنده می‌باشد. هرگونه کپی برداری و یا استفاده از تمام یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده و کتابخانه‌ی دانشکده‌ی مهندسی عمران دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد.

ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست.

۳- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

تقدیم به خانواده‌ی عزیز و ارجمندم

بدینوسیله مراتب قدردانی و سپاس خود را تقدیم می‌نمایم:

۱-دانشگاه خواجه نصیر الدین طوسی و جناب آقای دکتر بهروز عسگریان که کار بر روی سازه جک آپ را پیشنهاد و در طی این مسیر همراهی فرمودند.

۲- جناب آقای دکتر محمد دقیق که همواره خود را مدیون راهنمایی‌ها و تذکرات و پیشنهادات به موقع ایشان می‌دانم.

۳- جناب آقای مهندس فریدون کیایی که مراجع و راهنمایی‌های مورد نیاز در زمینه تحلیل‌های دینامیکی غیرخطی را در دسترس اینجانب قرار دادند.

۴- آقای Tore از گروه پشتیبانی موسسه Sintef؛ انستیتو تکنولوژی نروژ؛ که در رفع اشکالات برای استفاده از نرم افزار Usfos و روشن کردن مفاهیم مربوطه اینجانب را راهنمایی کردند.

۵- آقای Mike Hoyle ازNoble Denton Consultants Ltd که آخرین پیش نویس ISO standard on jack-ups را در اختیار من قرار دادند.

۶- سرکار خانم Alison May ازگروه تحقیقات علوم مهندسی دانشگاه اکسفورد که پایان نامه های فوق لیسانس و دکتری مرتبط با پایان نامه اینجانب را دردسترس قرار دادند.

۷- آقای Luis Labella از sea master consultant & engineering که گزارش‌های فنی طراحی و ارزیابی ساختگاهی جک آپ ها را در اختیار قرار دادند.

۷- از آقایان مهندس حسن سدهی و آریا سدهی که امکان دسترسی به ژورنال‌ها و سایت‌های ذیربط در زمینه این پژوهش را فراهم کردند.

۹- از آقای مهندس فرزاد فرید افشین که آئین‌نامه‌ها و استانداردهای مرجع در زمینه طراحی و تحلیل سازه‌های دریایی را تامین نمودند.

۱۰- و در نهایت از آقایان دکتر ناصر شابختی و دکتر مسعود میر طاهری به خاطر مطالعه متن پایان نامه و انتقادات و پیشنهادات سازنده شان کمال تشکر را دارم.

چکیده

مطالعات موضوع این پایان‌نامه روی جک‌آپی با سه پایه‌ی مستقل بر روی بستری با مشخصات خاک منطقه‌ای در خلیج فارس انجام شده است. بدین منظور بر اساس بار بهره برداری جک‌آپ، مقدار پیش بارگذاری تخمین زده شده و سپس با رسم نمودار ظرفیت باربری اسپاد کن در برابر نفوذ ، عمق نفوذ مورد نیاز پیش بارگذاری و متعاقب آن محل تکیه‌گاه تعیین گردیده است.

مدل سازه با جزئیات کامل پایه‌ها و اسپادکن در نرم افزار اجزای محدود "USFOS" ایجاد شده، سپس مدل میله‌ای هم ارز آن با خواص معادل ساخته شده است. تحلیل‌های مورد نیاز برای اطمینان از هم‌ارزی‌های دو مدل انجام پذیرفته است.

تأثیر شرایط مرزی با استفاده از ۵ نوع مدل تکیه‌گاهی شامل مدل‌های حدی مفصلی و گیردار کامل و مدل‌های پیشرفته‌تر مبتنی بر مشخصات خاک شامل فنرهای الاستیکی خطی و مفصل با فنر دورانی خطی و فنرهای غیر خطی با قابلیت سخت شوندگی بررسی می‌شود.

تأثیر انواع مدل‌های تکیه گاهی بر پریود طبیعی سازه در تحلیل مدال، مطالعه و با مقادیر حاصل از تحلیل‌های دینامیکی غیر خطی مقایسه شده است. تأثیرتغییرات سختی خاک در مدل‌های اندرکنشی خاک- سازه بر پریود سازه بررسی شده است.

با انجام تحلیل‌های دینامیکی غیر خطی یقینی برای امواج از ارتفاع ۰/۲۵ تا ۱۲ متر و پریودهای نظیر، نتیجه شد که پارامترهای نابسته‌ای هم‌چون ارتفاع با پریود موج نمی‌تواند منعکس‌کننده‌ی تعامل موج وسازه باشند.

به منظور بررسی حدود تأثیرات رفتار دینامیکی، بدواً تحلیل‌های دینامیکی و شبه‌استاتیکی غیر خطی یقینی برای موج حداکثر انجام پذیرفت و نتایج حاصله مورد مقایسه قرار گرفت. سپس ضرایب تشدید دینامیکی یقینی برای پاسخ‌های تغییرمکان بدنه، برش پایه و لنگر واژگونی محاسبه و با ضریب یگانه تقریبی توصیه شده در آئین‌نامه‌ها مقایسه شد.

با تعریف طیف موج، نظیر موج حداکثر در تحلیل یقینی انجام شده، تحلیل‌های غیرخطی دینامیکی و شبه‌استاتیکی تصادفی انجام پذیرفت. سپس پاسخ حداکثر از برازش توزیع آماری مناسب و محاسبه شاخص‌ها و ضرایب آماری نتیجه گردید و ضریب تشدید دینامیکی تصادفی برای هر سه پاسخ فوق الذکر حاصل گردید.

در پایان با بررسی نتایج حاصل از تحلیل مدال، پاسخ‌های سازه به موج‌های با ارتفاع‌های مختلف و پریودهای نظیر و مقایسه پاسخ‌های حداکثر یقینی و تصادفی و ضرایب تشدید دینامیکی نظیر نتیجه شد که به علت وجود عوامل غیرخطی‌کننده رفتار سازه شامل هندسه، اندرکنش خاک- سازه و اندرکنش موج- سازه؛ پاسخ‌های بدست آمده به شدت به نوع تحلیل انجام گرفته اعم از دینامیکی یا شبه استاتیکی و تصادفی یا یقینی حساسیت دارند. تغییر مدل رفتاری شالوده از خطی به غیر خطی و یا تغییر سختی فنر دورانی از صفر تا گیردار کامل تأثیر بسزایی بر پاسخ‌ها و پریود سازه دارند و این در تحلیل یقینی به علت تعریف موجی معین و ثابت در زمان، نسبت به تحلیل تصادفی مشخص تر است. بر اساس نوع خاک منطقه، می توان نتیجه گرفت که مدل گیردار کامل مدل مناسبی برای ارزیابی‌های اولیه است و می‌توان با تقریب خوبی جایگزین مدل‌های پیشرفته‌تر در تمامی تحلیل‌ها کرد.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول- مقدمه

۱-۱ کلیات.....۱

۱-۲ انواع روش های تحلیل.....۲

۱-۳ مرور مطالعات قبلی.....۴

۱-۴ معرفی پایان نامه.....۱۲

۱-۴-۱ ضرورت تحقیق.....۱۲

۱-۴-۲ شرح اجمالی اقدامات انجام شده.....۱۳

۱-۵ ساختار پایان نامه.....۱۶

فصل دوم- مبانی تحلیل دینامیکی واحدهای جک آپ در حالت استقرار یافته با استفاده از نرم افزار USFOS

۲-۱ مبانی و روش های تحلیل دینامیکی.....۱۷

۲-۱-۱ معادلات حرکت وحل آن ها.....۱۷

۲-۱-۲ تشکیل ماتریس های خواص فیزیکی سازه.....۱۸

۲-۱-۳ ماتریس سختی هندسی ۱۹

۲-۱-۴ رفتارهای غیرخطی هندسی سازه جک آپ.....۲۰

۲-۲ مدل بارهای محیطی.....۲۴

۲-۲-۱ سینماتیک موج.....۲۴

۲-۲-۲ نیروی موج.....۲۷
۲-۳ حل معادله عمومی در حوزه زمان.....۲۹
۲-۴ نرم افزار *USFOS*.....۳۱

فصل سوم – مدل سازه جک آپ و شرایط محیطی خلیج فارس

۳-۱ مقدمه.....۳۳
۳-۲ واحد انتخابی جک آپ.....۳۳
۳-۲-۱ کلیات.....۳۳
۳-۲-۲ اتصال پایه به بدنه.....۳۴
۳-۲-۳ اتصال پایه به اسپادکن.....۳۷
۳-۲-۴ اسپادکن.....۳۷
۳-۲-۵ خواص مصالح.....۳۸
۳-۳ شرایط محیطی.....۳۸
۳-۴ مدلسازی.....۴۲
۳-۴-۱ محاسبه ی خواص مقطع پایه های معادل جک آپ.....۴۴
۳-۵ مقایسه مودهای ارتعاشی دو نوع مدلسازی سازه ی جک آپ..... ۴۴
۳-۶ انتخاب تئوری موج.....۴۵
۳-۷ ضریب کاهش سینماتیک.....۴۶
۳-۸ ضریب ممانعت جریان.....۴۷
۳-۹ محاسبه ی قطر پایه های معادل هیدرودینامیکی و
ضرایب هیدرودینامیکی هم ارز آن.....۴۷
۳-۱۰ انتخاب زاویه ی موج.....۵۰

فصل چهارم - ارزیابی ساختگاه و تاثیر اندرکنش خاک و سازه بر مودهای ارتعاشی

۴-۱ مقدمه.....۵۱

۴-۲پیش بارگذاری.....۵۱

۴-۳نفوذ پایه طی پیش بارگذاری.....۵۲

۴-۴تعیین محل نقطه اثر عکس العمل تکیه گاهی.....۵۸

۴-۵ انواع مدل های تکیه گاهی مورد بررسی در این مطالعات.....۵۹

۴-۵-۱ تکیه گاه مفصلی.....۵۹

۴-۵-۲ مدل رفتار خطی بستر.....۶۰

۴-۵-۳ مدل رفتار غیرخطی بستر.....۶۲

۴-۵-۴ تکیه گاه مفصلی با فنر دورانی و تکیه گاه گیردار.....۶۵

۴-۶تاثیر مدل تکیه گاهی بر پریود طبیعی جک آپ انتخابی.....۶۴

۴-۶-۱ مقایسه ی مودهای ارتعاشی با شرایط مختلف تکیه گاهی.....۶۴

فصل پنجم - تحلیل دینامیکی غیرخطی یقینی و بررسی پاسخ تغییرمکان دینامیکی

۵-۱ مقدمه.....۶۷

۵-۲ پاسخ تغییر مکان نسبت به موج با ارتفاع 0.25 m و پریود 3.9 s

برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۶۷

۵-۳ پاسخ تغییر مکان نسبت به موج با ارتفاع 2.25 m و پریود 4.8 s

برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۷۱

۵-۴ پاسخ تغییر مکان نسبت به موج با ارتفاع 4.25 m و پریود 6.3 s

برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۷۳

۵-۵ پاسخ تغییر مکان نسبت به موج با ارتفاع 6.25 m و پریود 8.1 s

برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۷۶

۵-۶ پاسخ تغییر مکان نسبت به موج با ارتفاع 8.25 m و پریود 10.5 s
برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۷۸
۵-۷ پاسخ تغییر مکان نسبت به موج با ارتفاع 10.25 m و پریود 11.4 s
برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۸۱
۵-۸ پاسخ تغییر مکان نسبت به موج با ارتفاع 12.2 m و پریود 11 s
برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۸۴
۵-۹ پاسخ های حداکثر تغییرمکان دینامیکی غیرخطی یقینی
در حوزه های دامنه و پریود مختلف برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۸۵

فصل ششم - ضرایب تشدید دینامیکی (DAF) حاصل از تحلیل های دینامیکی و شبه استاتیکی غیرخطی یقینی
۶-۱ تعریف.....۸۹
۶-۲ تکیه گاه مفصلی.....۹۰
۶-۳ مدل تکیه گاهی فنرهای الاستیکی خطی.....۹۳
۶-۴ مدل تکیه گاهی مفصل و فنر الاستیکی خطی دورانی.....۹۶
۶-۵ مدل تکیه گاهی فنرهای الاستوپلاستیکی غیرخطی.....۹۸
۶-۶ تکیه گاه گیردار.....۱۰۰
۶-۷ خلاصه فصل.....۱۰۲

فصل هفتم- ضرایب تشدید دینامیکی (DAF) حاصل از تحلیل های دینامیکی و شبه استاتیکی غیرخطی تصادفی
۷-۱ مقدمه.....۱۰۳
۷-۲ طیف موج.....۱۰۳

۷-۳ ارزیابی پارامترهای تصادفی.....۱۰۶

۷-۴ ارزیابی محتملترین پاسخ حداکثر $MPME$برای طوفان کوتاه مدت.....۱۰۸

۷-۵ تعیین ضریب DAF.....۱۱۰

۷-۶ نتایج تحلیل های دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی

و تعیین ضریب DAF.....۱۱۱

۷-۷ خلاصه فصل.....۱۲۷

فصل هشتم- نتیجه گیری و پیشنهادات

۸-۱ مقدمه.....۱۲۸

۸-۲ ملاحظات تحلیلی.....۱۲۹

۸-۳ ملاحظات ژئوتکنیکی.....۱۲۹

۸-۴ ملاحظات تعاملی موج- سازه- شالوده- خاک.....۱۳۱

۸-۴-۱ پاسخ های حداکثر تغییرمکان دینامیکی غیرخطی یقینی

درحوزه های دامنه و پریود مختلف برای مدل های مختلف تکیه گاه.....۱۳۱

۸-۴-۲ پاسخ های حداکثر دینامیکی وشبه استاتیکی غیرخطی یقینی

در مقابل موج حداکثر برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۱۳۶

۸-۴-۳ شاخص های جامعه ی آماری دینامیکی وشبه استاتیکی غیرخطی تصادفی

برای مدل های مختلف تکیه گاهی.....۱۳۷

۸-۴-۴ مقایسه ضرایب DAF حاصل از تحلیل های یقینی و تصادفی

و مقادیر تجویزی آئین نامه ای.....۱۴۳

۸-۵ پیشنهاد تحقیقات آتی.....۱۴۶

پیوست ها

پیوست ۱- گرد آوری منابع و ماخذ و مطالعه و طبقه بندی آن ها

پ۱- ۱ گرد آوری منابع و ماخذ.....۱۴۹

پ۱-۱-۱ مطالعات انجام شده قبلی.....۱۴۹

پ۱-۱-۲ مدارک راهنما.....۱۵۰

پ۱-۲ مطالعه و طبقه بندی اطلاعات جمع آوری شده.....۱۵۱

پ۱-۳ جمع آوری اطلاعات در مورد سیستم های جک آپ

و بررسی انواع مدل های تحلیلی مربوطه.....۱۵۳

پیوست۲- آشنایی با قابلیت ها وامکانات موتورهای تحلیلی

برای تحلیل سازه های جک آپ ۱۵۶

پیوست ۳-جمع آوری و مقایسه شرایط محیطی به کار رفته

در ادبیات فنی موجود ۱۵۸

پیوست۴- جک آپ انتخابی.....۱۶۱

پیوست ۵– محاسبه ی خواص مقطع معادل پایه ها.....۱۶۳

پ۵-۱ خواص مقطع پایه معادل.....۱۶۳

پ۵-۲ خواص مقطع معادل خرپای واسط.....۱۶۵

پ۵-۳ خواص مقطع معادل اسپادکن.....۱۶۶

پیوست ۶– واریانت های مختلف بدنه، اتصال بدنه به پایه و اسپادکن

پ۶-۱ مدل اتصال بدنه به پایه.....۱۶۷

پ۶-۲ مدل اتصال پایه به اسپادکن.....۱۷۱

پیوست-۷ بررسی پارامترهای موثر در تحلیل

پ۷-۱ انتخاب گام زمانی.....۱۷۳
پ۷-۲ ماتریس جرم.....۱۷۴
پ۷-۳ ضریب کاهش سینماتیک جریان.....۱۷۵
پ۷-۴ ضریب ممانعت جریان.....۱۷۷
پ۷-۵ انتخاب زاویه ی موج.....۱۷۸
پ۷-۶ میرایی هیدرو دینامیکی.....۱۸۰
پ۷-۷ جرم افزوده.....۱۸۱
پیوست-۸ تعیین زمان گذار پاسخ از جمع پاسخ های پایا وگذرا به پاسخ گذرا
پ۸-۱ مدل تکیه گاهی فنر های الاستیکی خطی با خاک پشته..... ۱۸۲
پیوست ۹ – بررسی اثر خاک پشته بر پاسخ دینامیکی تغییر مکان..... ۱۸۴
پیوست ۱۰ –تحلیل دینامیکی یقینی برای موج با ارتفاع های مختلف 0.25 تا 12.25 و
پریودهای نظیر آن ها برای شرایط مختلف تکیه گاهی..... ۱۸۵
مراجع..... ۱۸۷

فهرست جداول

عنوان

صفحه

فصل اول

جدول(۱-۱): روشهای تحلیل پاسخ جک آپ ۳

فصل دوم

فصل سوم

جدول(۳-۱) : مشخصات اعضای جک آپ نمونه.....۳۳

جدول(۳-۲) : مدل هندسی سازه.....۳۴

جدول(۳-۳): ترازهای آب در ساختگاه..... ۳۹

جدول(۳-۴): پارامتر های موج در ساختگاه.....۴۰

جدول(۳-۵): پارامتر های موج در ساختگاه.....۴۰

جدول(۳-۶): پارامتر های موج در ساختگاه..... ۴۰

جدول(۳-۷): سرعت جریان در ساختگاه.....۴۱

جدول(۳-۸): رو ئیدنیهای گیاهی در ساختگاه.....۴۱

جدول(۳-۹): ضرایب هیدرودینامیکی.....۴۱

جدول(۳-۱۰): داده های خاک.....۴۲

جدول (۳-۱۱): تراز های مدلسازی.....۴۳

جدول(۳-۱۲):مقایسه ی مودهای ارتعاشی در سازه با جزئیات کامل پایه ها ۴۴

جدول (۳-۱۳) :مقایسه ی مودهای ارتعاشی در سازه با پایه های معادل.....۴۵

فصل چهارم

جدول (۴-۱):مقادیر نمونه مدول برشی و مدول الاستیسیته برای انواع خاک.....۵۵

جدول (۴-۲):مقادیر نمونه تخلخل و وزن مخصوص خشک.....۵۵

جدول (۴-۳) : پریود مود اول جک آپ انتخابی با شرایط تکیه گاهی مختلف.....۶۶

جدول (۴-۴) : پریود مود دوم جک آپ انتخابی با شرایط تکیه گاهی مختلف..... ۶۶

جدول (۴-۵) : پریود مود دوم جک آپ انتخابی با شرایط تکیه گاهی مختلف.....۶۶

فصل پنجم

جدول (۵-۱):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با شرایط تکیه گاهی

مختلف در مقابل موج H=0.25 m , T=3.9 s ۷۱

جدول (۵-۲):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با شرایط تکیه گاهی

مختلف در مقابل موج H=2.25 m , T=4.8 s ۷۴

جدول (۵-۳):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با شرایط تکیه گاهی

مختلف در مقابل موج H=4.25 m , T=6.3 s ۷۷

جدول (۵-۴):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با شرایط تکیه گاهی

مختلف در مقابل موج H=6.25 m , T=8.1 s ۷۸

جدول (۵-۵):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با شرایط تکیه گاهی

مختلف در مقابل موج H=8.25 m , T=10.5 s ۸۲

جدول (۵-۶):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با شرایط تکیه گاهی

مختلف در مقابل موج H=10.25 m , T=11.4 s ۸۴

جدول (۵-۷):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با شرایط تکیه گاهی
مختلف در مقابل موج H=12.2 m , T=11.0 s ۸۵

فصل ششم

جدول (۶-۱):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با مدل تکیه گاهی مفصلی..... ۹۳
جدول (۶-۲):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با مدل تکیه گاهی
فنرهای الاستیکی خطی.....۹۶
جدول (۶-۳):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با مدل تکیه گاهی
مفصل و فنر خطی دورانی.....۹۹
جدول (۶-۴):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با مدل تکیه گاهی
فنر های الاستوپلاستیکی.....۱۰۱
جدول (۶-۵):پاسخ حداکثر دینامیکی سازه با مدل تکیه گاهی گیردار.....۱۰۳

فصل هفتم

جدول (۷-۱): مدل های طیفی موج.....۱۰۵
جدول (۷-۲): پاسخ تغییر مکان دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی
با مدل تکیه گاهی مفصل.....۱۱۳
جدول (۷-۳): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ تغییرمکان –
مدل تکیه گاهی مفصل.....۱۱۳
جدول (۷-۴): پاسخ برش پایه دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با
مدل تکیه گاهی مفصل.....۱۱۴
جدول (۷-۵): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ برش پایه–

مدل تکیه گاهی مفصل.....۱۱۴

جدول (۷-۶): پاسخ لنگر واژگونی دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی

با مدل تکیه گاهی مفصل.....۱۱۵

جدول (۷-۷): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ لنگر واژگونی –

مدل تکیه گاهی مفصل.....۱۱۵

جدول (۷-۸): پاسخ تغییر مکان دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با

مدل تکیه گاهی فنرهای الاستیکی خطی.....۱۱۶

جدول (۷-۹): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ تغییرمکان –

مدل تکیه گاهی فنرهای الاستیکی خطی.....۱۱۶

جدول (۷-۱۰): پاسخ برش پایه دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با

مدل تکیه گاهی فنرهای الاستیکی خطی.....۱۱۷

جدول (۷-۱۱): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ برش پایه –

مدل تکیه گاهی فنرهای الاستیکی خطی.....۱۱۷

جدول (۷-۱۲): پاسخ لنگر واژگونی پایه دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با

مدل تکیه گاهی فنرهای الاستیکی خطی.....۱۱۸

جدول (۷-۱۳): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ لنگر واژگونی –

مدل تکیه گاهی فنرهای الاستیکی خطی.....۱۱۸

جدول (۷-۱۴): پاسخ تغییر مکان دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با

مدل تکیه گاهی مفصل با فنر دورانی.....۱۱۹

جدول (۷-۱۵): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ تغییرمکان –

مدل تکیه گاهی مفصل با فنر دورانی.....۱۱۹

جدول (۷-۱۶): پاسخ برش پایه دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با

مدل تکیه گاهی مفصل با فنر دورانی.....۱۲۰

جدول (۷-۱۷): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ برش پایه –
مدل تکیه گاهی مفصل با فنر دورانی.....۱۲۰
جدول (۷-۱۸): پاسخ لنگر واژگونی پایه دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با
مدل تکیه گاهی مفصل با فنر دورانی.....۱۲۱
جدول (۷-۱۹): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ لنگر واژگونی –
مدل تکیه گاهی مفصل با فنر دورانی.....۱۲۱
جدول (۷-۲۰): پاسخ تغییر مکان دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با
مدل تکیه گاهی فنرهای الاستوپلاستیکی.....۱۲۲
جدول (۷-۲۱): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ تغییرمکان –
مدل تکیه گاهی فنرهای الاستوپلاستیکی.....۱۲۲
جدول (۷-۲۲): پاسخ برش پایه دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با
مدل تکیه گاهی فنرهای الاستوپلاستیکی.....۱۲۳
جدول (۷-۲۳): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ برش پایه –
مدل تکیه گاهی فنرهای الاستوپلاستیکی.....۱۲۳
جدول (۷-۲۴): پاسخ لنگر واژگونی پایه دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با
مدل تکیه گاهی فنرهای الاستوپلاستیکی.....۱۲۴
جدول (۷-۲۵): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ لنگر واژگونی –
مدل تکیه گاهی فنرهای الاستوپلاستیکی.....۱۲۴
جدول (۷-۲۶): پاسخ تغییر مکان دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با
مدل تکیه گاهی گیردار.....۱۲۵
جدول (۷-۲۷): شاخص های جامعه ی آماری پاسخ تغییرمکان –
مدل تکیه گاهی گیردار.....۱۲۵
جدول (۷-۲۸): پاسخ برش پایه دینامیکی و شبه استاتیکی تصادفی با