



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.SC"
مهندسی عمران - سازه های هیدرولیکی

عنوان:

به دست آوردن شیب بهینه دایکهای ساحلی در مواجهه با امواج
توسط **Plaxis & Ansys**

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين
والصلاة والسلام على
سيدنا محمد وآله الطيبين
الطاهرين غفر الله عنهم
فإنهم كانوا من الصالحين
فلا يخفى

فهرست مطالب :

صفحه	عنوان
	چکیده
۱	۱- مقدمه
	۲- انواع سازه‌های ساحلی
۵.....	۲-۱- تنوع سازه‌های ساحلی.....
۶.....	۲-۲- سازه‌های ساحلی.....
۶.....	۲-۳- اهداف کلی در حفاظت از سواحل.....
۷.....	۲-۳-۱- دیوارهای ساحلی.....
۸.....	۲-۳-۲- دیواره‌ها.....
۹.....	۲-۳-۳- پوششهای ساحلی.....
۹.....	۲-۳-۴- تپه‌های ماسه‌ای.....
۱۰.....	۲-۳-۵- آب‌شکنها.....
۱۰.....	۲-۳-۶- دایکها.....
	۳- مکانیک حرکت موج و تئوری امواج
۱۲.....	۳-۱- مقدمه.....
۱۴.....	۳-۲- تعاریف.....
۲۲.....	۳-۳- طبقه‌بندی امواج آب.....
۲۲.....	۳-۳-۱- طبقه‌بندی براساس دوره تناوب.....
۲۴.....	۳-۳-۲- طبقه‌بندی فیزیکی.....
۲۷.....	۳-۳-۳- طبقه‌بندی ریاضی.....

- ۲۹.....۴-۳-۳- طبقه‌بندی براساس ارتفاع موج.....
- ۳۰.....۴-۳- تئوریهای موج.....
- ۳۲.....۴-۳-۱- معادلات اساسی حرکت موج.....
- ۳۶.....۴-۳-۲- تئوری موج دامنه کوتاه.....
- ۳۷.....۴-۳-۳- امواج استوکس.....
- ۴۱.....۴-۳-۴- امواج کنویدال.....
- ۵۰.....۴-۳-۵- نظریه موج تنها.....
- ۵۵.....۴-۳-۵- محدودیتهای کاربرد نظریه‌های امواج.....
- ۵۸.....۴-۳-۶- نتیجه‌گیری.....

۴- دایکهای ساحلی

- ۶۱.....۴-۱- مقدمه‌ای بر استفاده از دایکهای ساحلی.....
- ۶۲.....۴-۲- کلیات.....
- ۶۲.....۴-۲-۱- تعاریف.....
- ۶۲.....۴-۲-۲- هدف از بکار بردن دایکهای ساحلی.....
- ۶۲.....۴-۲-۳- انواع دایکهای ساحلی.....
- ۶۲.....۴-۲-۳-۱- دایکهای تیپ یک.....
- ۶۳.....۴-۲-۳-۲- دایکهای تیپ دو.....
- ۶۳.....۴-۲-۳-۳- دایکهای تیپ سه.....
- ۶۳.....۴-۲-۴- مناطق و محدوده‌های بارگذاری.....
- ۶۴.....۴-۲-۵- نیروهای وارده بر دایکهای ساحلی.....
- ۶۵.....۴-۲-۶- نقاط و عوامل شکست دایکهای ساحلی.....

- ۶۵.....۱-۶-۲-۴- روگذری آب یا سرریز شدن آب از روی تاج.....
- ۶۵.....۲-۶-۲-۴- فرسایش در شیب بیرونی.....
- ۶۶.....۳-۶-۲-۴- گوه لغزش در شیب درونی.....
- ۶۷.....۴-۶-۲-۴- کمبود پایداری در خاکریز.....
- ۶۸.....۵-۶-۲-۴- روگذری.....
- ۶۸.....۶-۶-۲-۴- پایپینگ.....
- ۶۹.....۷-۶-۲-۴- اثرات برخورد مواد خارجی بر دایک.....
- ۶۹.....۸-۶-۲-۴- اثرات نیروی یخ بر دایک.....
- ۶۹.....۹-۶-۲-۴- روانگرایی.....
- ۶۹.....۷-۲-۴- آنالیز دایک.....
- ۷۰.....۱-۷-۲-۴- انتهای ساخت.....
- ۷۰.....۲-۷-۲-۴- فروافتادن ناگهانی آب.....
- ۷۰.....۳-۷-۲-۴- تراوش پایدار.....
- ۷۰.....۴-۷-۲-۴- زلزله.....
- ۷۰.....۸-۲-۴- حداقل فاکتورهای اطمینان.....
- ۷۱.....۳-۴- طراحی اولیه دایکهای ساحلی.....
- ۷۱.....۱-۳-۴- پارامترهای حاکم در طراحی.....
- ۷۱.....۱-۱-۳-۴- پارامترهای محیطی مربوط به موج.....
- ۷۴.....۲-۱-۳-۴- پارامترهای سازه‌ای.....
- ۷۵.....۳-۱-۳-۴- پارامترهای هیدرولیکی.....
- ۷۸.....۲-۳-۴- روابط پایداری.....

- ۱۸۱..... ۱-۲-۳-۴ هادسن
- ۱۸۲..... ۲-۲-۳-۴ روش فن در میر
- ۱۸۹..... ۳-۲-۳-۴ اثرات شکل آرمور و دانه بندی
- ۹۰..... ۴-۲-۳-۴ لایه های آرمور متشکل از قطعات بتنی
- ۹۲..... ۳-۳-۴ خزش موج
- ۹۲..... ۱-۳-۳-۴ کلیاتی مربوط به خزش
- ۹۴..... ۲-۳-۳-۴ روابط متداول برای محاسبه خزش نسبی موج
- ۱۰۰..... ۳-۳-۳-۴ شیب متوسط
- ۱۰۰..... ۴-۳-۳-۴ تاثیر آبهای کم عمق در خزش موج
- ۱۰۲..... ۵-۳-۳-۴ اثر زاویه حمله موج
- ۱۰۵..... ۶-۳-۳-۴ اثر برم
- ۱۰۶..... ۱-۶-۳-۳-۴ اثر عرض برم (r_B)
- ۱۰۷..... ۴-۳-۳-۶-۲ اثر عمق برم (r_{dh})
- ۱۰۹..... ۴-۳-۳-۷ اثر زبری المانها
- ۱۱۱..... ۴-۳-۴ پایین روی موج
- ۱۱۱..... ۴-۳-۵ لب سرریزی موج
- ۱۱۸..... ۴-۳-۶ عبور موج
- ۱۱۸..... ۴-۳-۶-۱ استفاده از $\frac{RC}{HS}$
- ۱۱۸..... ۴-۳-۶-۲ روش تفکیک R_C و H_S از یکدیگر
- ۱۱۹..... ۴-۳-۷ انعکاس موج
- ۱۱۹..... ۴-۳-۸ محاسبه ضخامت لایه آرمور اولیه

- ۱۲۱.....۹-۳-۴- لایه آرمور ثانویه.....
- ۱۲۲.....۱۰-۳-۴- لایه فیلتر.....
- ۱۲۲.....۱۱-۳-۴- سکوی پنجه.....
- ۱۲۲.....۱۲-۳-۴- هسته.....
- ۱۲۲.....۱۳-۳-۴- محاسبه عرض تاج.....

۵- آنالیزهای انجام شده توسط *Plaxis*

- ۱۲۴.....۱-۵- معرفی برنامه *Plaxis*.....
- ۱۲۵.....۲-۵- آنالیز حساسیت در تعیین تاثیر مش بندی.....
- ۱۲۸.....۳-۵- روند انجام آنالیز.....
- ۱۲۹.....۴-۵- آنالیز انتهای ساخت.....
- ۱۳۱.....۵-۵- مرحله نشت پایدار.....
- ۱۳۴.....۶-۵- مرحله فروافتادگی ناگهانی.....
- ۱۳۶.....۷-۵- آنالیز شبه استاتیکی.....
- ۱۴۱.....۸-۵- آنالیز مربوط به مسلح کردن دایک.....
- ۱۴۶.....۹-۵- آنالیزهای مربوط به نشت آب.....

۶- آنالیز دایک توسط *ansys*

- ۱۵۰.....۱-۶- یادآوری خروجی *Plaxis*.....
- ۱۵۰.....۲-۶- هدف از انجام آنالیز توسط *ansys*.....
- ۱۵۱.....۳-۶- معرفی مدل.....
- ۱۵۱.....۱-۳-۶- مدلسازی.....
- ۱۵۲.....۲-۳-۶- مش بندی.....

- ۱۵۳..... ۶-۳-۳- بارگذاری
- ۱۵۴..... ۶-۳-۴- انجام آنالیز
- ۱۵۴..... ۶-۴- اهمیت ماکرو در پروژه مذکور
- ۱۵۴..... ۶-۵- بررسی خروجی‌های برنامه
- ۱۵۷..... ۶-۵-۱- تفسیر نتایج نوع اول
- ۱۵۷..... ۶-۵-۱-۱- S_x
- ۱۶۰..... ۶-۵-۱-۲- S_y
- ۱۶۲..... ۶-۵-۱-۳- Von mises
- ۱۶۳..... ۶-۵-۲- تفسیر نتایج نوع دوم
- ۱۶۶..... ۶-۶- نتیجه

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

منابع و ماخذ

فهرست منابع فارسی

فهرست منابع غیرفارسی

چکیده انگلیسی

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۴.....	۳-۱- شکل: موج گرانشی سطحی به همراه مشخصات آن.....
۱۶.....	۳-۲- شکل: جبهه و راست گوشه موج.....
۱۷.....	۳-۳- شکل: حرکت مداری ذرات زیرموج.....
۲۰.....	۳-۴- شکل: نیم‌رخهای امواج مختلف.....
۲۲.....	۳-۵- شکل: طبقه‌بندی امواج دریا براساس پریود موج.....
۲۴.....	۳-۶- شکل: موج نوسانی.....
۲۶.....	۳-۷- شکل: تفاوت بین موج نوسانی و انتقالی.....
۳۳.....	۳-۸- شکل: تعریف پارامترهای مورد استفاده در معادله اساسی حرکت موج.....
۳۷.....	۳-۹- شکل: مقایسه بین پروفیل موج خطی و استوکس مرتبه دوم.....
۴۲.....	۳-۱۰- شکل: نیم‌رخهای سطحی موج نویدال.....
۴۳.....	۳-۱۱- شکل: نیم‌رخهای سطحی موج نویدال.....
۴۴.....	۳-۱۲- شکل: رابطه بین $T\sqrt{\frac{G}{J}}, \frac{H}{d}, K^2$
۴۵.....	۳-۱۳- شکل رابطه بین k^2 و پارامتر Ursell.....
۴۶.....	۳-۱۴- شکل: رابطه بین k^2 و پارامتر Ursell و بین ارتفاع بدون بعد تاج.....
۴۷.....	۳-۱۵- شکل: رابطه بین $\frac{L^2 H}{d^3}, \frac{H}{y_t}, T\sqrt{\frac{g}{d}}(\frac{y_t}{d})$
۴۸.....	۳-۱۶- شکل: رابطه بین $\frac{L^2 H}{d^3}, \frac{H}{y_t}, \frac{C}{\sqrt{gy_t}}$
۵۱.....	۳-۱۷- شکل: نیم‌رخ موج تنها.....
۵۳.....	۳-۱۸- شکل: مقادیر M, N برحسب تابعی از $\frac{H}{d}$

- ۱۹-۳- شکل: نواحی اعتبار نظریه‌های مختلف موج Lemehavte ۵۶
- ۲۰-۳- شکل: نظریه تحلیلی Dean ۵۷
- ۲۱-۳- شکل: محدوده کاربرد امواج استوکس با مرتبه معین ۵۷
- ۲۲-۳- شکل: محدوده کاربرد امواج نویدال ۵۱
- ۱-۴- شکل: محدوده‌های بارگذاری بر روی دایک ساحلی ۶۴
- ۲-۴- شکل: صفحه شکست بدون وجود برم ۶۷
- ۳-۴- شکل: صفحه شکست با وجود برم ۶۷
- ۴-۴- شکل: ضریب نفوذپذیری P ۸۳
- ۵-۴- شکل: مقایسه فرمول هادسن و فن در میر برای هسته نفوذپذیر بعد از برخورد
۱۰۰۰ موج ۸۵
- ۶-۴- شکل: مقایسه فرمول هادسن و فن در میر برای هسته نفوذناپذیر بعد از
برخورد ۵۰۰۰ موج ۸۵
- ۷-۴- شکل: ارتفاع موج در مقابل پارامتر شکست با تاثیر سطح آسیب ۸۶
- ۸-۴- شکل: ارتفاع موج در مقابل پارامتر شکست با تاثیر نفوذپذیری ۸۷
- ۹-۴- شکل: ارتفاع موج در مقابل آسیب ۸۱
- ۱۰-۴- شکل: اجزای یک دایک ساحلی ۹۲
- ۱۱-۴- شکل: عوامل موثر در ارتفاع دایک ۹۳
- ۱۲-۴- شکل: تغییرات خزش نسبی با γ_b ۹۵
- ۱۳-۴- شکل: خزش موج به روی شیب صاف و مستقیم در آبهای عمیق ۹۷

- ۱۴-۴- شکل: خزش موج به روی شیب صاف و مستقیم در آبهای کم عمق و خیلی کم عمق..... ۹۸
- ۱۵-۴- شکل: مقادیر خزش موج به همراه فاکتورهای تاثیر..... ۹۹
- ۱۶-۴- شکل: تعیین مولفه شیب برای سطح مقطع شامل شیبهای متفاوت..... ۱۰۰
- ۱۷-۴- شکل: اثر آبهای کم عمق بر طیف موج..... ۱۰۱
- ۱۸-۴- شکل: وابستگی $\frac{hm}{hs}$ و γ_h برای شیبهای متفاوت..... ۱۰۲
- ۱۹-۴- شکل: تعریف زاویه حمله موج..... ۱۰۳
- ۲۰-۴- شکل: اثر γ_β با اندازه گیری نقاط برای خزش در امواج با تابش کوتاه..... ۱۰۴
- ۲۱-۴- شکل: دیاگرام عرض و عمق برم..... ۱۰۵
- ۲۲-۴- شکل: تعیین تغییرات در شیب برم..... ۱۰۷
- ۲۳-۴- شکل: γ_b در مقابل $\frac{d_h}{H_{mo}}$ ۱۰۸
- ۲۴-۴- شکل: اثر زبری المانهای مختلف..... ۱۰۹
- ۲۵-۴- شکل: خزش بر روی شیب آرمور سنگی با زیر لایه نفوذناپذیر..... ۱۱۱
- ۲۶-۴- شکل: ارتفاع آزاد تاج در روگذری موج..... ۱۱۲
- ۲۷-۴- شکل: مقادیر روگذری مجاز ارائه شده توسط Owen..... ۱۱۲
- ۲۸-۴- شکل: مقادیر روگذری مجاز ارائه شده توسط Franco..... ۱۱۳
- ۲۹-۴- شکل: تصویری از روگذری موج..... ۱۱۴
- ۳۰-۴- شکل: تصویری از روگذری موج..... ۱۱۵
- ۳۱-۴- شکل: خطرات روگذری..... ۱۱۵

- ۱۱۶..... شکل: خطرات روگذری..... ۴-۳۲
- ۱۲۵..... شکل: مقطع مدل شده از دایک در *Plaxis*..... ۵-۱
- ۱۲۶..... شکل: تاثیر مش‌بندی بر روی تغییر مکان..... ۵-۲
- ۱۲۷..... شکل: تاثیر مش‌بندی بر روی ضریب اطمینان..... ۵-۳
- ۱۲۷..... شکل: نمونه‌ای از مش‌بندی انجام شده بر دایک..... ۵-۴
- ۱۲۸..... شکل: مقاطع مورد بررسی در آنالیز..... ۵-۵
- ۱۲۹..... شکل: تغییرات تغییر مکان با شیب در مرحله انتهای ساخت..... ۵-۶
- ۱۳۰..... شکل: محاسبه ضریب اطمینان در انتهای ساخت برای شیبهای مختلف..... ۵-۷
- ۱۳۱..... شکل: نتایج ضرایب اطمینان در انتهای ساخت..... ۵-۸
- ۱۳۲..... شکل: تغییرات تغییر مکان در مرحله نشت پایدار..... ۵-۹
- ۱۳۲..... شکل: تغییرات ضریب اطمینان در مرحله نشت پایدار برای شیبهای مختلف..... ۵-۱۰
- ۱۳۳..... شکل: مقایسه ضرایب اطمینان در حالت نشت پایدار..... ۵-۱۱
- ۱۳۴..... شکل: عملکرد توام فیلتر در ژئوسنتتیک در مقابل با فروافتادگی ناگهانی آب..... ۵-۱۲
- ۱۳۵..... شکل: مقایسه حداکثر تغییر مکان در مرحله فروافتادگی ناگهانی..... ۵-۱۳
- ۱۳۶..... شکل: مقایسه ضرایب اطمینان در مرحله فروافتادگی ناگهانی..... ۵-۱۴
- ۱۳۷..... شکل: حالت بیشینه اثر تخریبی زلزله بر دایک ساحلی..... ۵-۱۵
- ۱۳۷..... شکل: بیشینه تغییر مکان در مرحله زلزله با شتاب افقی در جهت ساحل..... ۵-۱۶
- ۱۳۸..... شکل: مقایسه ضرایب اطمینان در مرحله زلزله با شتاب افقی در جهت ساحل..... ۵-۱۷
- ۱۳۹..... شکل: تغییر مکان در مرحله زلزله با شتاب افقی در جهت سمت دریا..... ۵-۱۸

- ۱۹-۵- شکل: مقایسه ضرایب اطمینان در مرحله زلزله با شتاب افقی در جهت دریا ۱۴۰
- ۲۰-۵- شکل: حساسیت مدول مختلف برای مسلح سازها ۱۴۲
- ۲۱-۵- شکل: تاثیر مدول مختلف برای ضرایب اطمینان ۱۴۲
- ۲۲-۵- شکل: تاثیر فاصله مسلح سازها بر ضریب اطمینان در بدنه خاکریز ۱۴۳
- ۲۳-۵- شکل: گراف مقایسه‌ای تاثیر فاصله مسلح سازها در ضریب اطمینان ۱۴۴
- ۲۴-۵- شکل: تاثیر طول مسلح سازها بر روی ضریب اطمینان ۱۴۵
- ۲۵-۵- شکل: منحنی دبی نشت در حالت وجود پرده آب‌بند بدون پتوی رسی ۱۴۶
- ۲۶-۵- شکل: منحنی دبی نشت در حالت پتوی آب‌بند افقی با طول‌های مختلف و بدون پرده آب‌بند ۱۴۷
- ۲۷-۵- شکل: منحنی نشت در حالت وجود پتوی آب‌بند و پرده آب‌بند عمودی ۱۴۷
- ۱-۶- شکل: نحوه تعریف المان و گره ۱۵۵
- ۲-۶- شکل: المان موردنظر در مرکز Core ۱۵۶
- ۳-۶- شکل: المان موردنظر در چپ Core ۱۵۶
- ۴-۶- شکل: المان مورد نظر در راست Core ۱۵۷
- ۵-۶- شکل: Contour در step شماره ۴ برای شیب ۳: ۱ ۱۵۸
- ۶-۶- شکل: Contour در step شماره ۷ برای شیب ۳: ۱ ۱۵۸
- ۷-۶- شکل: Contour در step شماره ۴ برای شیب ۳: ۱ ۱۶۰
- ۸-۶- شکل: Contour تنش vonmises برای شیب ۳: ۱ ۱۶۳
- ۹-۶- شکل: تغییرات S_x در بازه زمان در مرکز هسته ۱۶۴

۱۰-۶- شکل: تغییرات S_x در بازه زمان در قسمت چپ هسته.....۱۶۴

۱۱-۶- شکل: تغییرات S_x در بازه زمان در قسمت راست هسته.....۱۶۵

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۳۶.....	۳-۱- جدول: مشخصات تئوری موج <i>airy</i>
۳۸.....	۳-۲- جدول: نتایج موج استوکس مرتبه دوم.....
۷۱.....	۴-۱- جدول: فاکتورهای اطمینان.....
۸۱.....	۴-۲- جدول: مقدار ضریب K_D برای تعیین وزن آرمور.....
۸۹.....	۴-۳- جدول: ضرایب تجدیدنظر برای شکل‌های آرمور.....
۱۲۱.....	۴-۴- جدول: مقادیر K_{Δ} و n_V ارائه شده در <i>SPM</i>
۱۲۶.....	۵-۱- جدول: نتایج تاثیر مش بندی.....
۱۳۵.....	۵-۲- جدول: مقایسه تغییر مکان‌ها در انواع آنالیزها و شیب‌ها.....
۱۳۸.....	۵-۳- جدول: مقایسه تغییرات مکان بین حالت زلزله و انتهای ساخت.....
۱۴۰.....	۵-۴- جدول: مقایسه تغییر مکان در حالت زلزله و انتهای ساخت.....
۱۴۱.....	۵-۵- جدول: مقایسه تاثیر زلزله در شیب‌های مختلف بر ضریب اطمینان.....
۱۵۲.....	۶-۱- جدول: مشخصات مکانیکی مدل.....
۱۵۹.....	۶-۲- جدول: مقادیر max تنش در شیب‌های مختلف.....
۱۵۹.....	۶-۳- جدول: تغییرات مقادیر تنش‌های کششی و فشاری در تغییر شیب.....
۱۶۱.....	۶-۴- جدول: مقادیر max تنش در شیب‌های مختلف.....
۱۶۱.....	۶-۵- جدول: تغییرات مقادیر تنش‌های کششی و فشاری در تغییر شیب.....
۱۶۳.....	۶-۶- جدول: مقادیر max و min تنش <i>vonmises</i> در شیب‌های مختلف.....

چکیده

روند رو به گسترش جمعیت در دنیا و لزوم استفاده بهینه از اراضی ساحلی در سالهای اخیر موجب گردیده است که تحقیقات بیشتری در زمینه طراحی و اجرای دایکهای ساحلی و احیای اراضی ساحلی انجام گردد.

مدلهای مختلف کامپیوتری جهت طراحی سازه ای دایکها توسعه یافته است. در دهه اخیر کشور هلند به عنوان یکی از پیشگامان اجرای دایکهای ساحلی اقدام به توسعه دو مدل پیشرفته **Diana** و **plaxis** نموده است.

در این تحقیق ضرورت تاثیر تغییرات شیب وجه رو به ساحل در میزان متغیرهایی چون **End of construction** تغییر مکان و ضریب اطمینان تحت شرایط مختلفی همچون **Earthquake, Rapid draw down, Steady seepage**, باعث استفاده از **Plaxis** به عنوان یک نرم افزار المان محدود گردید.

همچنین اثر متقابل تغییرات شیب رو به دریا با **Stress** در مواجهه با نیروی موج که یک نیروی دینامیکی و اتفاقی است، استفاده از نرم افزار **Ansys** را به عنوان یکی از قابلترین نرم افزارهای تحلیلی مبتنی بر المان محدود قوت بخشید. در نهایت شیب بهینه با در نظر گرفتن شرایط فوق استخراج گردید.

فصل اول

مقدمه

مراقبت از جان و مال انسانها در قسمتهای ساحلی، بخصوص در مناطقی که شیب ساحل نسبت به بستر دریا کم می‌باشد متخصصین را بر آن داشت تا برای حفاظت از انسانها و هرآنچه به آنها وابسته است از انواع متفاوتی از سازه‌های حفاظتی استفاده کنند.

با توجه به تنوع و تعدد سازه‌های مذکور، استفاده از هر کدام منوط به شرایط خاص مربوط به خود می‌باشد. از آنجا که بحث اصلی در ارتباط با دایکهای حفاظتی است مطالب مربوط به آن در قالب ۶ فصل بجز این فصل و همچنین ۵ ضمیمه تنظیم گردیده است بطوری که فصل اول (فصل حاضر)، اختصاص به نحوه و روند انجام پروژه دارد. فصل دوم، در ارتباط با سازه‌های ساحلی و نکات مهم مطرح در طراحی هر یک از آنها می‌باشد.

به علت اهمیت بسیار بالای موج در طراحی کلیه سازه‌های دریایی به عنوان یک نیروی مهم، در فصل سوم بحث مفصلی پیرامون مکانیک حرکت موج مطرح می‌گردد. در فصل چهارم روابط طراحی و هر آنچه که به طراحی و آنالیز دایک مربوط می‌گردد، ارائه می‌شود و در نهایت در دو فصل پنجم و ششم آنالیز یک دایک و بررسی متغیرهای مختلف با تغییر پارامتر شیب مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

بررسی متغیرهایی مانند نشست، اثر پرده آب‌بند، تاثیر پتوی رسی، دخالت مسلح‌سازها و همچنین آنالیزهایی چون آنالیز انتهای ساخت، آنالیز نشست پایدار و در نهایت آنالیز زلزله بصورت شبه استاتیکی، مواردی است که در قالب فصل پنجم با نرم‌افزار *plaxis* مورد بررسی قرار می‌گیرد.

هنگامی که بحث معطوف به بررسی تنش‌ها در پیکره دایک می‌گردد و همچنین زمانی که مدلسازی دقیق یک موج به شکل یک نیروی دینامیکی وابسته به زمان به قصد تحلیل دایک، به عنوان هدف اصلی مطرح می‌شود نرم‌افزار *ansys* به عنوان گزینه اول انتخاب می‌گردد. آنالیزهای انجام شده توسط *ansys* در مبحث ششم ارائه می‌شود. در آخر نتایج و پیشنهاداتی در ارتباط با موضوع مطرح شده بیان می‌گردد.

قابل ذکر است که برای تفهیم هرچه بیشتر این موضوع، ضمایمی تنظیم شده است که مطالعه آنها، تصویری روشن‌تر از آنچه در محتوای این پروژه وجود دارد، نشان می‌دهد. در ضمیمه یک به عملیات مدلسازی موج در ژاپن به قصد بررسی تاثیرات تسونامی بر دایک و محاسبه فشارهای ایجاد شده بر آن، اختصاص دارد.

ضمیمه دوم به رابطه گودا جهت محاسبه فشار موج در نواحی عمیق و کم‌عمق مربوط می‌گردد.

در ضمیمه سوم برنامه مکملی تحت ویژوال بیسیک جهت استخراج خروجی‌های مهم مربوط به مکانیک موج ارائه می‌گردد و در نهایت در ضمایم چهارم و پنجم خروجی‌های برنامه‌های *Plaxis* و *ansys* در قالب فصولی جدا مطرح می‌شود.