

بررسی میزان جابجایی‌های افقی و عمودی دیوار ساحلی با استفاده از نرم افزار FLAC 3D

فرزاد اورک، مرتضی بختیاری^{*}، حسین بهرامی

دانشکده مهندسی دریا دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۴

شناسه دیجیتال (DOI): [10.22113/jmst.2016.33865](https://doi.org/10.22113/jmst.2016.33865)

چکیده

دیوارهای ساحلی به منظور حفاظت از سواحل در برابر امواج و جلوگیری از پیشرفت آب به سواحل ساخته می‌شوند. به منظور درک مناسب رفتار این سازه‌ها، باید اطلاعات مناسبی از بارهای وارد به سازه داشت. یکی از مهمترین بارهای وارد بر روی دیوارهای ساحلی، امواج دریا است. نیروهای وزن دیواره، وزن خاک پشت دیواره، وزن آب دریا بر روی پاشنه دیواره و نیروهای وارده بر روی ساحل دیگر نیروهایی است که به دیواره ساحلی وارد می‌شود. نظر به اهمیت دیوارهای ساحلی مطالعه در خصوص پایداری این سازه موضوع تحقیق حاضر قرار گرفته است. به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، سه سناریو شامل تغییر در هندسه دیوار و جنس خاک بستر در نظر گرفته شد. در این پژوهش چهار هندسه قائم، شیبدار، محدب و مقعر برای تحلیل پایداری دیوارهای ساحلی در نظر گرفته شده که با استفاده از نرم افزار FLAC 3D مدلسازی صورت گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که کمترین نشست و جابجایی افقی مربوط به دیواره محدب و بیشترین جابجایی افقی و نشست متعلق به دیواره قائم می‌باشد. همچنین نتایج تحقیق نشان می‌دهد در شرایط خاک با مقاومت برشی بالاتر میزان جابجایی‌های افقی و عمودی کمتری رخ می‌دهد.

کلید واژه‌ها: دیوار ساحلی، حفاظت سواحل، آنالیز پایداری، کنترل نشست، نرم افزار Flac 3D

^{*} نویسنده مسئول، پست الکترونیک: mortezabakhtiari@yahoo.com

۱. مقدمه

دوگانه که به صورت قسمت تحتانی قائم و قسمت فوقانی شیب دار اجرا می‌گردد، وزن آب روی سازه و نیروی ضربه‌ای موج کم شده و لنگر ناشی از وزن خود سازه نیز به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. به همین دلیل این نوع دیوارها محاسن دو نوع دیوار شیب دار و دیوار قائم را دارند. تحقیق در خصوص جنبه‌های مختلف دیوارهای ساحلی مورد تحقیق محققین مختلف بوده است. (Manikin (1963، بر مبنای مشاهدات تجربی بر روی دیوارهای قائم مقدار فشار حداکثر در سطح آب و مقدار لنگر در پای دیوار را به دست آورد.

(Goda (1974، نظریه اساسی تأثیر امواج بر روی دیوارهای ساحلی بر روی بستر نفوذپذیر و نفوذناپذیر را ارائه نمود. این نظریه توسط خود ایشان در سال های ۱۹۸۹ و ۲۰۰۰ برای صندوقه های قائم و برای دیوارهای کوتاه توسط خود ایشان بسط داده شد و امروزه نیز به طور وسیعی در طراحی دیوارهای ساحلی در کشور ژاپن مورد استفاده قرار می‌گیرد. (Ahrens et al (1993، تأثیر انعکاس امواج روی دیوارهای قائم در حالت امواج نامنظم را مورد بررسی قرار دادند. (Neelamani (1998، مطالعات آزمایشگاهی را برای به دست آوردن فشارهای وارد بر دیوار قائم و شیبدار نفوذناپذیر در مواجهه با امواج تصادفی مورد مطالعه قرار دادند و خطاهای زیادی بین روش‌های نظری و نتایج آزمایشگاهی مشاهده نمودند. (Muni Reddy (2005، به منظور کاهش اثرات موج بر روی دیوارهای ساحلی از موج شکن های مغروق، در جلوی دیوار استفاده نموده و کاهش اثرات آن بر مبنای نسبت ارتفاع موج شکن مغروق به ارتفاع دیوار را مشاهده نمود.

(Pullen(2009، با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری دقیق، مقدار خمش به وجود آمده بر روی دیواره ساحلی قائم مطالعه نمود. (Cumo (2010، مطالعات آزمایشگاهی وسیعی بر روی دیوارهای با شیب

دیوارهای ساحلی از جمله سازه‌های حفاظت ساحلی می‌باشند که به منظور حفاظت از سواحل در برابر امواج و جلوگیری از پیشرفت آب به سواحل و در راستای به کارگیری مناسب زمین‌های ساحلی طراحی و ساخته می‌شوند. به منظور درک مناسب رفتار این سازه‌ها، باید اطلاعات مناسبی از بارهای وارده بر دیواره داشت. دیوار ساحلی باید به گونه‌ای طراحی شود که در مقابل فرسایش حاصل از کنش شدید موج در محل احداث آن، ایستادگی نماید. ساحل دریا به هنگام واکنش در مقابل امواج عادی و یا طوفان‌های دریایی دائم در حال تخریب است. دیوار ساحلی دارای انواع مختلفی می‌باشد که هر یک از انواع آن دارای مزیت‌ها و معایب خاص خود هستند. بنابراین به منظور انتخاب بهترین نوع دیوار ساحلی برای یک نوع شرایط خاص، باید درک صحیح و کاملی نسبت به عملکرد پایداری و نشست دیوار ساحلی در شرایط مختلف داشت. از نظر هندسی دیوارهای ساحلی شامل دیوار ساحلی قائم، دیوار ساحلی شیبدار و دیوار ساحلی با شیب دوگانه می‌باشد که انتخاب آنها بر مبنای بررسی رفتار در مواجهه با امواج و همچنین شرایط محیطی حاکم، صورت می‌گیرد. دیوارهای ساحلی قائم موجب انعکاس موج شده و نیروی زیادی به دیوار وارد می‌شود، از طرفی نیروی وزن آب به این دیواره‌ها وارد نمی‌شود، که خود به عنوان یک مزیت مخصوصاً برای دیوارهای بزرگ ساحلی محسوب می‌شود. همچنین با اجرای این دیوارهای ساحلی می‌توان استفاده بیشتری از زمین‌های ساحلی نمود. مزیت اصلی دیوارهای ساحلی شیبدار خاصیت مستهلک‌کنندگی این دیوارها است که موجب کاهش نیروی وارده از طرف امواج به دیواره و به تبع آن موجب کاهش ممان و نیروی برشی می‌شود. در این حالت نیروهای خمشی ناشی از نیروی موج، وزن خود دیوار و وزن آب روی دیوار می‌باشد. در دیوارهای با شیب

دما؛ بارگذاری دینامیکی شامل جهت شبیه سازی زلزله و انفجار. این برنامه با استفاده از روش تفاضل محدود معادلات دیفرانسیل حاکم بر مدل را حل می-کند. مراحل حل مسئله در FLAC 3D به ترتیب زیر می باشد:

- (۱) ساخت مدل اولیه
 - (۲) ساخت هندسه مدل
 - (۳) انتخاب مدل رفتاری و تعیین خصوصیات ماده
 - (۴) اعمال شرایط مرزی و اولیه
- پارامترهای ورودی نرم افزار FLAC 3D عبارت است از: تنش های عمودی و افقی، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی، هندسه دیوار، فشار منفذی، ضریب پواسون، مدول الاستیسیته، مدول برشی، مدول حجمی و مقاومت کششی. قابل ذکر است که تمام ورودی های نرم افزار با واحد SI می باشد. به منظور بررسی تأثیر هندسه دیواره بر روی میزان نشست و جابجایی افقی با استفاده از نرم افزار FLAC 3D در این تحقیق چهار دیوار ساحلی با هندسه های مختلف مدلسازی شده است. این چهار هندسه شامل دیواره های ساحلی قائم ساده، شیبدار، مقعر و محدب می-باشد. نیروهایی که به مدل وارد می شود شامل نیروی موج دریا، نیروی وزن آب دریا، نیروی وزن خاک اشباع پشت دیواره، نیروی وزن خود دیواره و نیروی وزن اجسام روی ساحل می باشد. نیروی موج به صورت بار گسترده بر روی دیواره در نظر گرفته شده است. اولین گام برای مدل سازی تعیین ابعاد مدل می باشد. ابعاد دیوار ساحلی برای هر دیوار قائم در شکل (۱) آورده شده است همچنین در شکل (۲) طرح شماتیک نیروهای وارد بر دیوار ساحلی نشان داده شده است. مرحله دوم برای مدل سازی، انتخاب یک مدل رفتاری و اعمال خصوصیات مواد می باشد. در این مدل، از معیار موهر-کولمب به منظور مطالعه رفتار خاک استفاده شده است. خصوصیات خاک که به نرم افزار

در مواجهه با امواج تصادفی انجام داد. (Anand 2010) تأثیر امواج تصادفی بر روی دیوارهای انحدار را به صورت عددی مورد بررسی قرار دادند. با در نظر گرفتن اهمیت دیوار ساحلی و کاربرد گسترده آن در مناطق ساحلی و با توجه به اینکه تحقیق در خصوص تأثیر هندسه سازه بر روی میزان جابجایی های افقی و عمودی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است لذا موضوع پژوهش حاضر در این خصوص در نظر گرفته شده است. نظر به اهمیت و کاربرد روزافزون این سازه در تحقیق حاضر، پایداری سازه دیوار ساحلی با استفاده از نرم افزار FLAC 3D مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲. مواد و روش ها

به منظور انجام تحقیق حاضر از نرم افزار FLAC 3D استفاده شده است. نرم افزار FLAC 3D یک کد مدلسازی عددی محیط پیوسته دوبعدی و سه بعدی محصول شرکت آیتسکا است که می تواند در بسیاری از مسائل ژئومکانیکی، عمرانی و معدنی استفاده شود. این نرم افزار، رفتار سازه های احداث شده در خاک، سنگ و دیگر مواد را که ممکن است رفتار غیر خطی از خود نشان دهند نیز مدل می کند. محیط مورد نظر از کنار هم قرار گرفتن یک سری المان ها ایجاد شده، که هندسه آنها توسط کاربر قابل تنظیم می باشد. هر المان بر اساس رفتار خطی یا غیر خطی که از قبل تعیین شده عمل می کند. این برنامه برای محاسبات سریع مدل های حاوی چند هزار المان طراحی شده است. لازم به ذکر است که سرعت حل مسأله تقریباً تابعی خطی از تعداد المان ها می باشد. انواع مختلف بارگذاری های قابل مدلسازی در نرم افزار FLAC 3D عبارتند از: بارگذاری مکانیکی شامل بارگذاری از جنس سرعت و تنش؛ بارگذاری هیدرولیکی شامل شبیه سازی فشار منفذی و تحلیل تنش های موثر؛ بارگذاری گرمایی شامل شبیه سازی هدایت گرمایی مواد و تنش و جابجایی های ایجاد شده ناشی از تغییر

با چسبندگی بیشتری نسبت به خاک پشت دیواره است.

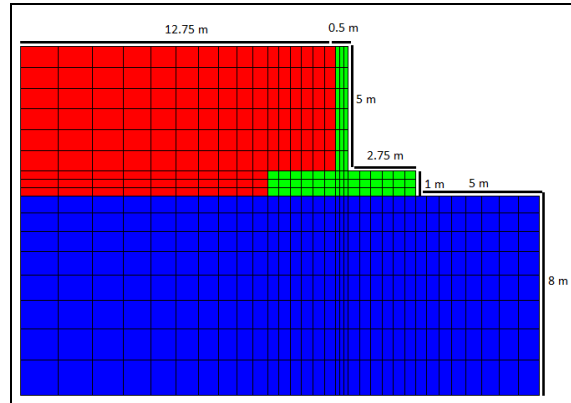
جدول (۱): خصوصیات مکانیکی خاک و بتن

پشت دیواره	خاک	بتن دیواره	واحد	پارامتر
۱۵	۲۰	۱۰۰۰	مگاپاسکال	مدول حجمی
۵	۶/۷	۵۰۰	مگاپاسکال	مدول برشی
۱۸۰۰	۱۹۰۰	۲۱۰۰	Kg/m ³	چگالی
۸۰	۹۰	-	کیلوپاسکال	چسبندگی
۱۰۰	۲۰۰	-	کیلوپاسکال	مقاومت کششی
۲۵	۲۳	-	درجه	زاویه اصطکاک داخلی

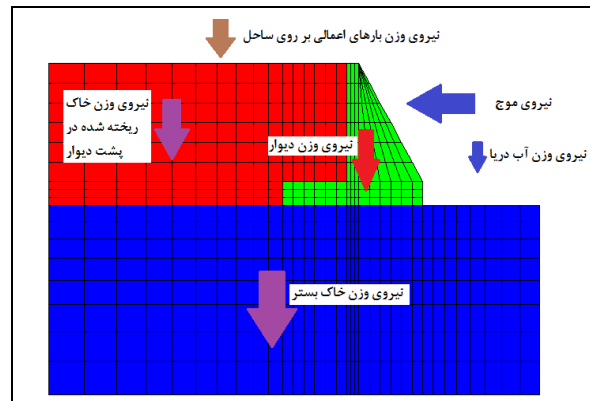
قابل ذکر است نیروی وارده از طرف موج دریا به دیواره ۲۰۰ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شده است که این فشار به صورت بار گسترده بر روی دیواره ساحلی اعمال می‌گردد همچنین نیروی وزن بارهای اعمالی بر روی ساحل معادل ۵۰ کیلوپاسکال در نظر گرفته شده است. همانگونه که بیان گردید هدف از تحقیق حاضر بررسی تأثیر هندسه دیوار بر پایداری آن دارد لذا سناریوهای زیر مورد مدلسازی قرار گرفت.

در سناریوی اول چهار دیواره قائم ساده، شیبدار، مقعر و محدب با ارتفاع ۵ متر مدلسازی شده است و میزان جابجایی افقی، عمودی و پایداری دیواره برای هر چهار نوع دیوار مورد بررسی قرار گرفته شده است. در سناریوی دوم، ارتفاع همان چهار نوع دیوار سناریوی اول به ۲/۵ متر کاهش داده شده و همانند سناریوی اول، میزان جابجایی‌های افقی و عمودی دیوارها مورد بررسی قرار گرفته است. هدف این سناریو بررسی اثر ارتفاع بر میزان نشست و جابجایی افقی دیواره بوده است. در سناریوی سوم، بهینه‌ترین نوع دیوار حاصل اجرای سناریوهای اول و دوم را انتخاب نموده و در این مرحله خصوصیات خاک زیر و پشت دیوار تغییر و میزان جابجایی‌های افقی، عمودی و پایداری محاسبه

FLAC 3D داده می‌شود شامل مدول الاستیسیته، ضریب پواسون، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی و مقاومت کششی می‌باشد. در جدول زیر خصوصیات بتن دیواره ساحلی، خاک بستر و خاک پشت دیواره آورده شده است. قابل ذکر است که خاک بستر، خاک با چسبندگی بیشتری نسبت به خاک پشت دیواره است.



شکل (۱): طرح شماتیک دیوار قائم



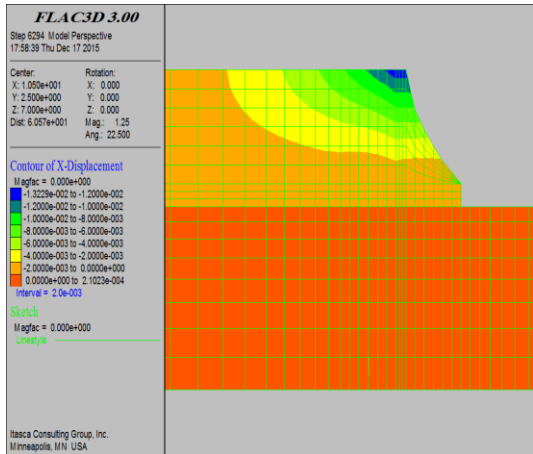
شکل (۲): طرح شماتیک نیروهای اعمالی به دیوار ساحلی

مرحله دوم برای مدلسازی، انتخاب یک مدل رفتاری و اعمال خصوصیات مواد می‌باشد. در این مدل، از معیار موهر-کولمب به منظور مطالعه رفتار خاک استفاده شده است. خصوصیات خاک که به نرم‌افزار FLAC 3D داده می‌شود شامل مدول الاستیسیته، ضریب پواسون، چسبندگی، زاویه اصطکاک داخلی و مقاومت کششی می‌باشد. در جدول زیر خصوصیات بتن دیواره ساحلی، خاک بستر و خاک پشت دیواره آورده شده است. قابل ذکر است که خاک بستر، خاک

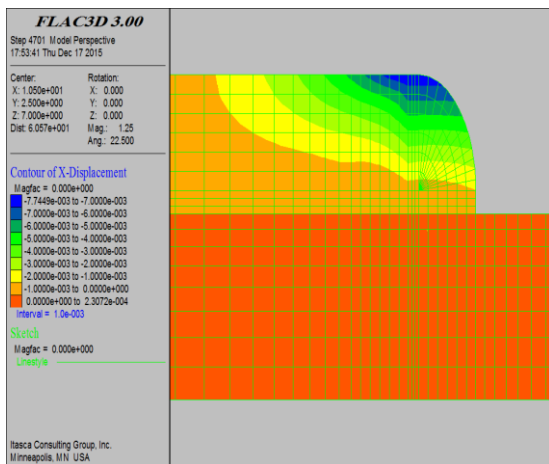
شده است. هدف از اجرای این سناریو بررسی مقاومت و استحکام خاک پشت و زیر دیواره بر روی نشست و جابجایی بوده است. لازم به ذکر است مشخصات خاک مورد استفاده در تحقیق حاضر از اطلاعات گمانه‌های حفر شده در منطقه ساحلی آبادان که محل احداث دیوار ساحلی بوده، استفاده شده است. مشخصات خاک مورد استفاده در مدلسازی، در جدول (۱) ارائه شده است.

۳. نتایج و بحث

در این بخش نتایج حاصل از تحقیق در قالب میزان جابجایی‌های افقی و قائم ارائه شده است. در شکل-های (۳) و (۴) به ترتیب میزان جابجایی‌های افقی و عمودی در هر چهار نوع دیوار نشان داده شده است.

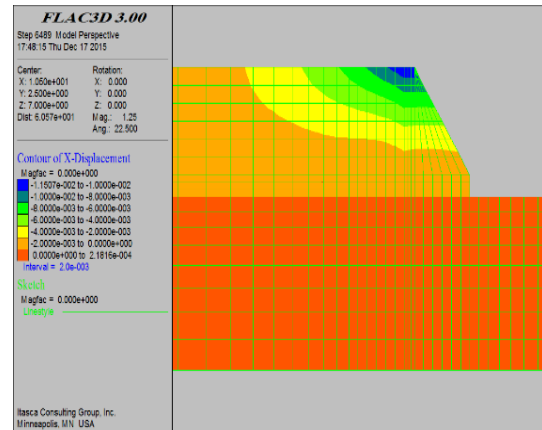


ج: جابجایی در راستای افقی در دیوار مقعر

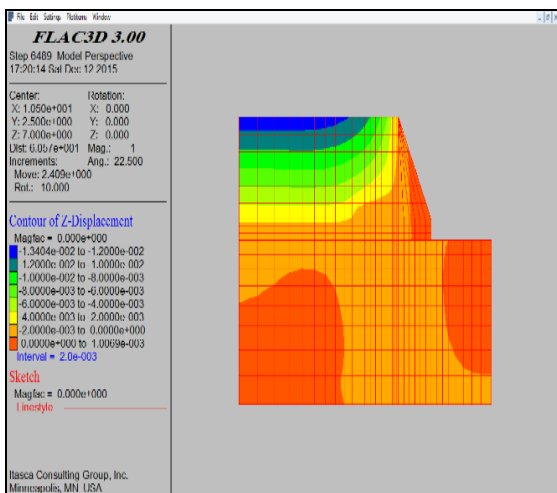


د: جابجایی در راستای افقی در دیوار محدب

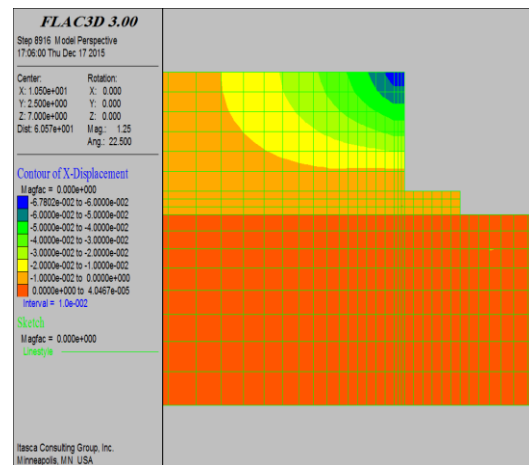
شکل (۳): میزان جابجایی افقی در دیوارها الف) دیوار شیبدار
ب) دیوار قائم ج) دیوار مقعر د) دیوار محدب



الف: جابجایی در راستای افقی در دیوار شیبدار



الف) جابجایی در راستای عمودی در دیواره شیبدار



ب: جابجایی در راستای افقی در دیوار قائم

از آن دیواره شیبدار کمترین جابجایی افقی را دارد و در ادامه دیوار مقعر و در انتها دیوار قائم ساده قرار دارد. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان نمود در شرایط خاک مورد نظر و چنین شرایط بارگذاری از لحاظ جابجایی افقی، دیواره محدب مناسب‌ترین و دیواره قائم ساده بدترین حالت می‌باشد.

جدول (۲): میزان جابجایی‌های افقی و عمودی دیوارهای ساحلی (سناریو ۱)

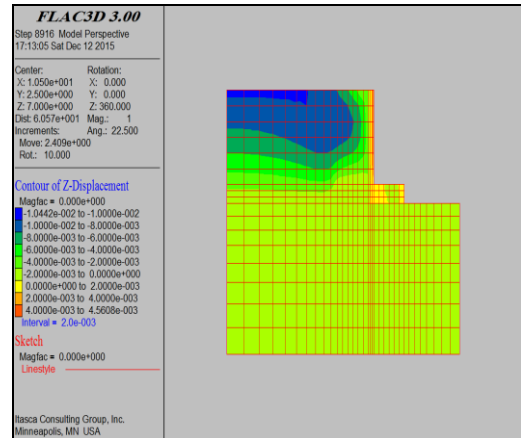
نوع دیواره	جابجایی عمودی دیواره (سانتی متر)	جابجایی افقی دیواره (سانتی متر)
قائم ساده	۰/۶	۶/۷۸
شیبدار	۰/۴	۱/۱۵
محدب	۰/۲	۰/۷۷
مقعر	۰/۴	۱/۳۲

به منظور بررسی ارتفاع دیوار ساحلی و ضخامت پاشنه بر روی میزان جابجایی‌های افقی و عمودی، ارتفاع دیواره برای همان ۴ هندسه به ۲/۵ متر کاهش داده شده و ضخامت پاشنه ۰/۵ متر در نظر گرفته شده است. در شکل‌های (۵) و (۶) به ترتیب میزان جابجایی‌های افقی و عمودی در هر چهار نوع دیوار نشان داده شده است. در جدول (۳) میزان جابجایی‌های افقی و عمودی در سناریوی دوم ارائه شده است.

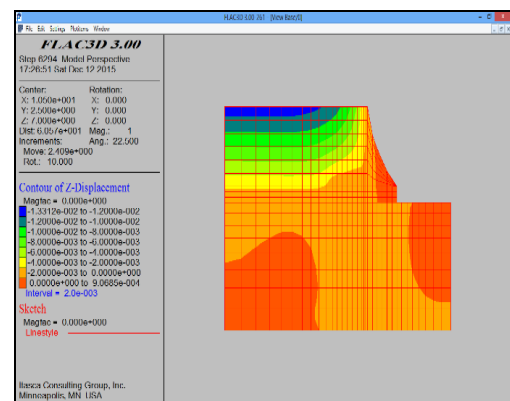
جدول (۳): میزان جابجایی افقی و عمودی دیوارهای ساحلی (سناریو ۲)

نوع دیواره	جابجایی عمودی دیواره (سانتی متر)	جابجایی افقی دیواره (سانتی متر)
قائم ساده	۰/۴	۲/۲۵
شیبدار	۰/۳	۱/۸۵
محدب	۰/۲	۰/۱۴
مقعر	۰/۳	۰/۶۲

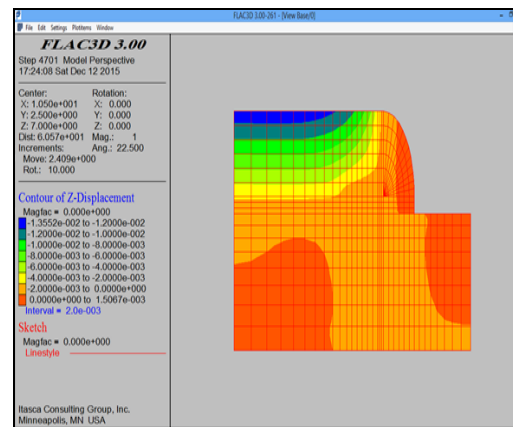
نتایج حاصل از اجرای سناریوی دوم نشان می‌دهد به طور خلاصه می‌توان گفت حداقل میزان نشست و جابجایی در این حالت نیز مشابه حالت قبل متعلق به



ب) جابجایی در راستای عمودی در دیواره قائم ساده



ج) جابجایی در راستای عمودی در دیواره مقعر



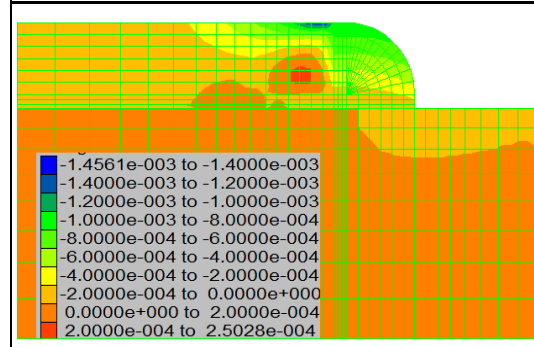
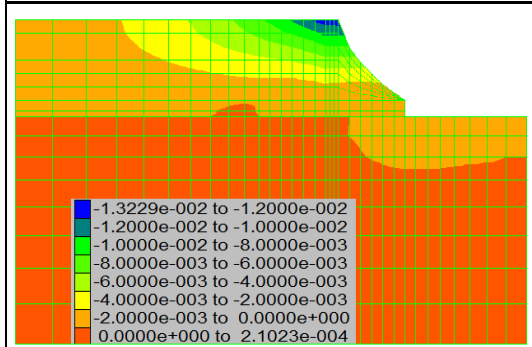
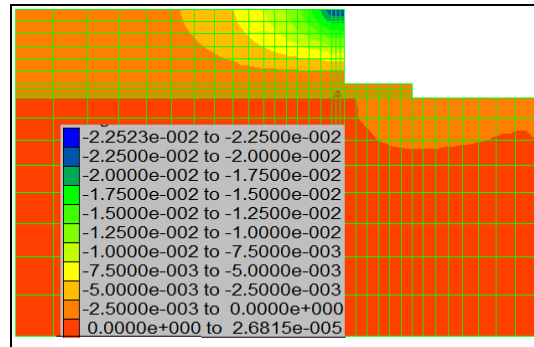
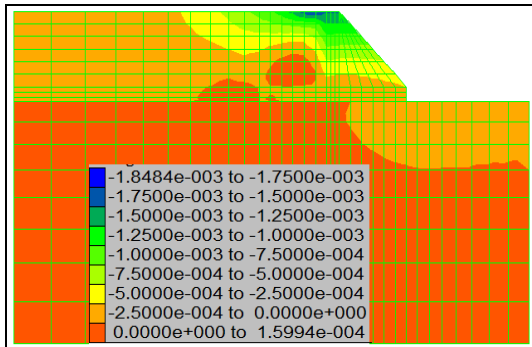
د) جابجایی در راستای عمودی در دیواره محدب

شکل (۴) میزان جابجایی عمودی در دیواره‌ها الف) دیوار شیبدار ب) دیوار قائم ج) دیوار مقعر د) دیوار محدب

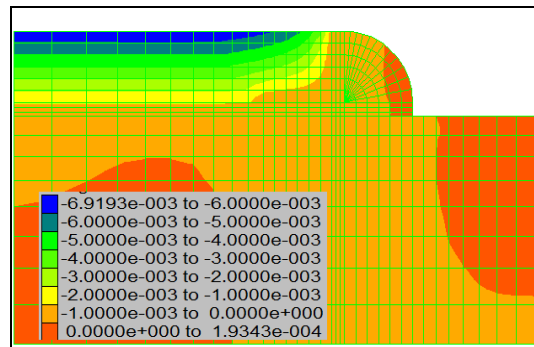
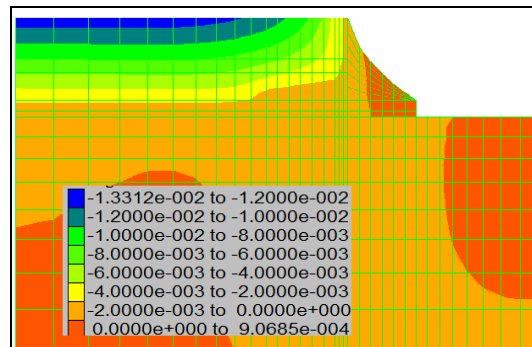
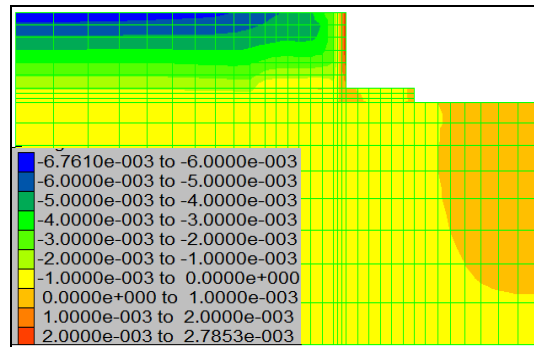
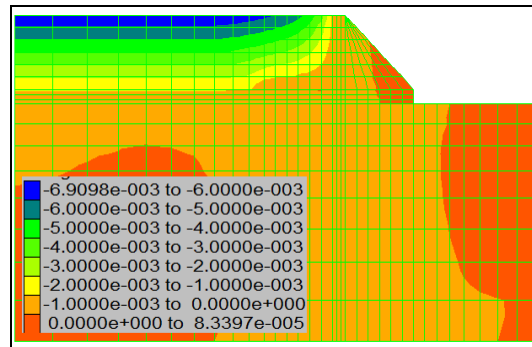
در جدول (۲) میزان جابجایی‌های افقی و عمودی در سناریوی اول ارائه شده است. بررسی عددی نتایج بدست آمده نشان می‌دهد کمترین جابجایی در هر دو حالت افقی و قائم مربوط به دیواره محدب بوده و پس

دیواره محدب نشست و حداکثر آن مربوط به دیواره

قائم بوده است.



شکل (۵): میزان جابجایی افقی در دیوارهای مختلف



شکل (۶): میزان جابجایی عمودی در دیوارهای مختلف

جابجایی افقی و نشست دیواره، ۳ نوع خاک مدل- سازی و نتایج مقایسه گردید. در جدول شماره (۴) خصوصیات خاک مورد استفاده در مدلسازی این بخش ارائه شده است. پس از اختصاص خواص ۳ نوع خاک آورده شده در جدول (۴) به مدل، میزان جابجایی‌های افقی و عمودی دیواره از خروجی‌ها استخراج و نتایج در جدول (۵) ارائه شده است.

همانگونه که از نتایج اجرای مدل در سناریوهای اول و دوم مشخص گردید، کمترین میزان نشست و جابجایی افقی در هر دو ارتفاع ۵ و ۲/۵ متر در دیواره محدب مشاهده گردید. در این مرحله برای بررسی خواص خاک بر روی جابجایی‌ها، دیوار محدب ۵ متری را مجدداً مدلسازی نموده و خصوصیات مکانیکی خاک زیر و پشت آن تغییر یافته است. به منظور بررسی خصوصیات خاک بر روی میزان

جدول (۴): خواص سه نوع خاک پشت و زیر دیوارهای ساحلی

ویژگی		واحد	خاک ۳		خاک ۲		خاک ۱	
			خاک زیر	خاک پشت	خاک زیر	خاک پشت	خاک زیر	خاک پشت
			دیوار	پشت دیوار	دیوار	پشت دیوار	دیوار	پشت دیوار
مدول حجمی	مگاپاسکال	۴۰	۳۰	۱۰	۷/۵	۲۰	۱۵	
مدول برشی	مگاپاسکال	۱۳/۴	۱۰	۳/۳۵	۲/۵	۶/۷	۵	
چگالی	Kg/m ³	۲۱۰۰	۲۰۰۰	۱۸۰۰	۱۶۰۰	۱۹۰۰	۱۸۰۰	
چسبندگی	کیلوپاسکال	۱۸۰	۱۶۰	۴۵	۴۰	۹۰	۸۰	
زاویه اصطکاک	درجه	۲۸	۲۶	۲۲	۲۰	۲۵	۲۳	
	مگاپاسکال	۰/۴	۰/۲	۰/۱	۰/۰۵	۰/۲	۰/۱	

کمترین جابجایی در خاک ۳ که قوی ترین خاک است مشاهده می‌شود. از نتایج و خروجی‌های مدلسازی این ۳ نوع خاک مشخص است که هر چه جنس خاک قوی‌تر باشد میزان جابجایی افقی و نشست دیواره کمتر خواهد بود. بنابراین به منظور کنترل جابجایی دیواره می توان از خاک‌هایی با استحکام بالا در پشت دیواره استفاده نمود.

جدول (۵): میزان نشست و جابجایی عمودی دیواره محدب در ۳ نوع خاک

خاک	جابجایی عمودی دیواره (سانتی متر)	جابجایی افقی دیواره (سانتی متر)
خاک ۱	۰/۲	۰/۷۷
خاک ۲	۰/۵	۰/۹۹
خاک ۳	۰/۱	۰/۶۸

۴. بحث و نتیجه گیری

همانگونه که بیان گردید هدف از تحقیق حاضر بررسی عددی میزان جابجایی‌های افقی و عمودی انواع دیوارهای ساحلی مختلف می‌باشد که بدین منظور اقدام با مدل‌سازی با نرم افزار FLAC گردید. نتایج نشان می‌دهد در بین دیواره ساحلی قائم ساده،

همان گونه که از اطلاعات جدول (۴) مشخص است خاک ۱ مستحکم تر از خاک ۲ و ضعیف تر از خاک ۳ می‌باشد طبق انتظار بیشترین جابجایی عمودی و افقی در خاک ۲ که ضعیف‌ترین خاک از نظر خصوصیات مکانیکی خاک می‌باشد، رخ داده است.

افزایش، موجشکن شیبدار نسبت به مقرر ۱۴ درصد افزایش و موجشکن محدب نسبت به مقرر ۷۱ کاهش داشته است. همچنین در جابجایی‌های قائم، موجشکن قائم نسبت به شیبدار ۳۳ درصد افزایش، موجشکن قائم نسبت به محدب ۶۶ درصد افزایش، موجشکن قائم نسبت به مقرر ۳۳ درصد افزایش، موجشکن شیبدار نسبت به محدب ۵۰ درصد افزایش، موجشکن شیبدار نسبت به مقرر بدون تغییر و موجشکن محدب نسبت به مقرر ۵۰ درصد کاهش داشته است. در سناریوی دوم نتایج بدست آمده نشان می‌دهد در جابجایی‌های افقی، موجشکن قائم نسبت به شیبدار ۱۷ درصد افزایش، موجشکن قائم نسبت به محدب ۹۳ درصد افزایش، موجشکن قائم نسبت به مقرر ۷۲ درصد افزایش، موجشکن شیبدار نسبت به محدب ۹۲ درصد افزایش، موجشکن شیبدار نسبت به مقرر ۶۲ درصد افزایش و موجشکن محدب نسبت به مقرر ۷۷ کاهش داشته است. همچنین در جابجایی‌های قائم، موجشکن قائم نسبت به شیبدار ۲۵ درصد افزایش، موجشکن قائم نسبت به محدب ۵۰ درصد افزایش، موجشکن قائم نسبت به مقرر ۲۵ درصد افزایش، موجشکن شیبدار نسبت به محدب ۳۳ درصد افزایش، موجشکن شیبدار نسبت به مقرر بدون تغییر و موجشکن محدب نسبت به مقرر ۳۳ کاهش داشته است.

قدردانی

بدینوسیله نویسندگان این مقاله از دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر به جهت ایجاد شرایط انجام تحقیق حاضر، سپاسگزاری می‌نماید.

منابع

Ahrens, J.P. Seelig, W.N. Ward, D.L and Allsop, W.1993. Wave Run-up and Wave Reflection from Coastal
Anand, K.V. Sundor, V and Sannasiraj, W. 2010. Dynamic Pressures on Curved from Seawall Models under Random Waves, Journal of Hydrodynamics, Vol 22, 538-544.

شیبدار، محدب و مقعر، کمترین جابجایی افقی و عمودی در دیواره ساحلی محدب دیده می‌شود. این بدین معنی است که دیواره محدب کمترین حرکت به سمت ساحل و کمترین نشست را دارد. بنابراین در شرایط محیطی مشابه، دیوار ساحلی محدب بهترین گزینه می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد دیوار ساحلی قائم ساده بیشترین جابجایی عمودی و افقی را در بین ۴ مدل داشته است. بنابراین این دیوار ضعیف‌ترین گزینه می‌باشد. و در صورتی که ضخامت پاشنه کمتر و ارتفاع دیوار کوتاه تر در نظر گرفته شود، میزان نشست و جابجایی افقی کمتری رخ می‌دهد یعنی برای مثلا یک دیوار شیبدار، اگر ضخامت پاشنه و ارتفاع دیوار کاهش یابد میزان نشست و جابجایی افقی نیز کاهش خواهد یافت.

نتایج بدست آمده همچنین نشان می‌دهند در بین هندسه‌هایی که ضخامت پاشنه و ارتفاع دیوار نصف هندسه‌های سری اول بود، باز هم دیوار ساحلی محدب کمترین جابجایی افقی و نشست را داشته است و با کاهش ارتفاع دیواره ساحلی، جابجایی افقی و عمودی دیواره کاهش می‌یابد. علت کمتر بودن جابجایی دیواره ساحلی محدب را شکل و وضعیت هیدرودینامیکی آن دانست، زیرا شکل هیدرودینامیکی باعث می‌شود موج به صورت ملایم‌تری بر دیواره وارد شود و نتیجه اثر تخریب‌کنندگی آن کمتر خواهد بود. بررسی‌ها نشان می‌دهد هر چه جنس خاک زیر و پشت دیواره ساحلی از نظر پارامترهای مکانیکی خاک مستحکم‌تر باشد، میزان جابجایی افقی و عمودی کمتری بدست می‌آید. برای خاک اول و سوم میزان جابجایی افقی به ترتیب ۲۸ درصد و ۳۱ درصد کاهش داشته است. بررسی کمی نتایج در سناریوی اول نشان می‌دهد در جابجایی‌های افقی، موجشکن قائم نسبت به شیبدار ۸۰ درصد افزایش، موجشکن قائم نسبت به محدب ۸۸ درصد افزایش، موجشکن قائم نسبت به مقرر ۸۰ درصد افزایش، موجشکن شیبدار نسبت به محدب ۳۳ درصد

- Goda, Y. 2000. Random Seas and Design of Maritime structures, World scientific, 443-551.
- Minkin, R.R. 1963. Winds, Waves and Maritime structures, Studies in Harbor Making and in Protection of Coasts, 2nd Rev. Ed., Griffin, 224-304.
- Muni Reddy, M.G. Neelamani, S. 2005. Hydrodynamic Studies on Vertical Seawall Defended by Low-Crested Break Water, Ocean Engineering, Vol 32, 747-764.

Neelamani, S. Schüttrumpf, H. Muttary, M and Oumeraci, H. 1999. Prediction of Wave pressures on Smooth Impermeable Seawalls, Ocean Engineering, Vol 26, 739-765.

Pullen, T. Allsop, W and Pearson, J., 2009. Field and Laboratory Measurements of Mean

Over topping and Spatial Distribution at vertical Seawall, Coastal Engineering, Vol 56, 121-140.

Structures, ASCE, Proceedings, Waves, 489-502.

Assessment amount of the horizontal and vertical displacements of sea wall using FLAC3D software

Farzad Orak, Morteza Bakhtiari^{2*}, Hossein Bahrami

Marine Engineering Faculty, Khorramshahr University of Marine Science and Technology

Abstract:

Sea Walls are constructed to protect coastal against of waves and prevent water to coastal. In order to properly understand the behavior of these structures must have proper information of loads to the structure. One of the main significance loads over the seawall is wave's loads. Weight forces the walls, Weight backfill, Seawater weight on the heel wall and Forces exerted on the beach other forces that enters the coastal wall. Considering the importance of seawalls study on the stability of these structures has been the subject of study. In order to achieve the objectives of the study, three scenarios include changes in the geometry of the wall and Soil properties. In present study four geometry vertical, inclined, convex, concave, are considered and modeling with Flac 3D software. The results of this study showed that the minimum of horizontal and vertical displacement are about convex seawalls and the maximum of them is about vertical concave seawalls. Also the results showed that in the higher shear strength of soils the minimum of horizontal and vertical displacements occurred.

Keyword: seawall, coastal protection, settlement control, Flac 3D software

Figure 1. Schematic design of Vertical wall

Figure 2. Schematic design of forces on the coastal wall

Figure 3. Horizontal displacement in the walls a)Inclined b)Vertical c)Concave d)Convex

Figure 4. Vertical displacement in the walls a)Inclined b)Vertical c)Concave d)Convex

Figure 5. Horizontal displacement in different walls

Figure 6. Vertical displacement in different walls

Table 1. Mechanical Properties of Soil and Concrete

Table 2. Horizontal and vertical displacement of coastal walls(scenario 1)

Table 3. Horizontal and vertical displacement of coastal walls(scenario 2)

Table 4. Properties of the three types of back and below coastal walls

Table 5. The vertical displacement of the convex wall in three soil types

*Corresponding author, E-mail: mortezabakhtiari@yahoo.com