بررسی رفتار دیوار حائل وزنی بتنی تحت بارگذاری لرزه‌ای و مجاز بودن تغییر مکان‌های افقی آن

سینا خلیل‌زاده
دانشجوی دکترای مهندسی عمران سازه، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران
حمید سعیدیان*
دانشجوی دکترای مهندسی عمران سازه، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران
سعید سعیدیان
کارشناسی ارشد عمران سازه، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران
Hamidsaeidian67@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۰۵ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۷/۱۲/۰۱

چکیده

بسیاری از ساختمان‌های معمول در مهندسی عمران تحت تاثیر فشار جانبی خاک قرار دارند. دیوارهای زیرزمینی، پایه های پل ها، دیواره های تونلی، دیوارهای مخازن زیرزمینی و غیره از جمله سازه هایی هستند که فشار جانبی جانبی خاک به آنها تاثیر می گذارد. بنابراین، برای محدود کردن این فشار، استفاده از دیوارهای حائل وزنی، طره ای، نیمه وزنی یا سپر ها و دیگر ساختمان های مشابه، معمول است. چنین دیوارها باید یک عامل ایمنی رضایت بخش برای جلوگیری از لغزش و لغزش، و همچنین برای کنترل ظرفیت تحمل بنیادها و کنترل پایداری کلی دیوار و خاک. علاوه بر تحمل بارهای استاتیک، دیوارهای نگهدارنده باید بارگیری را ناشی از نیروهای پویا مانند بارگذاری چرخه ای و همچنین نیروی ناشی از زلزله ایجاد کنند که ممکن است در طی دوره استفاده از این دیوار رخ دهد. برای مدل سازی دیوارهای نگهدارنده وزن در این تحقیق از نرم افزار Plaxis 8.6 استفاده شده و رفتار دیوار تحت بارگذاری دینامیکی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که حداکثر جابجایی در بالای دیوار اتفاق می افتد و حداکثر استرس افقی در پایین یک سوم ارتفاع دیوار حائل ایجاد می شود. تجزیه و تحلیل همچنین نشان دهنده وابستگی شدید بین رفتار دیوار نگهدارنده و تغییرات خواص مکانیکی خاک است که پشت آن است. تجزیه و تحلیل با تغییرات خواص مکانیکی خاک و تغییرات ارتفاع دیوار انجام شد و افزایش قابل توجهی در استرس افقی مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: دیوار حائل وزنی، فشار جانبی خاک، آنالیز دینامیکی

۱- مقدمه

بسیاری از ابنیه رایج در مهندسی عمران، تحت تاثیر فشار جانبی خاک قرار دارند. دیوار زیر زمین‌ها، کوله یا پایه‌های کناری پل‌ها، دیواره تونل‌ها و مجراهای زیرزمینی، دیوار مخازن زیر زمینی، ایستگاه‌های مترو ، از جمله سازه‌هایی هستند که فشار جانبی خاک تاثیر مهمی بر آنها دارد. لذا در مهندسی عمران برای کنترل این فشار جانبی که از طرف خاک وارد می‌شود استفاده از دیوارهای وزنی، طره ای پشت بنددار و طره‌ای و دیگر ابنیه از این دست رایج می‌باشد[۱] و [۱۰].

با توجه به اینکه وظیفه دیوارهای حائل در نگهداری سازه‌های مرتبط با آنها بسیار خطیر می‌باشد، اهمیت بررسی رفتار دینامیکی این نوع از سازه‌ها را بدلیل وارد آمدن خسارات مالی و جانی، دوچندان می‌نماید[۲]. اینگونه سازه‌ها لزوماً بایستی در برابر نیروهای وارد بر دیوار توانایی پایداری داشته باشند و از ضریب اطمینان خوبی جهت جلوگیری از لغزش، واژگونی، کنترل ظرفیت باربری پی وکنترل پایداری عمومی مجموعه دیوار و خاک، بهره‌مند باشند. علاوه بر بارهای استاتیکی که همواره جزء جدا نشدنی محاسبات اینگونه دیوارها که بایستی بهره‌وری دیوار را تضمین کنند، نیروهایی از قبیل نیروهای سیکلیک ناشی از حرکت ماشین‌آلات و یا وسایل نقلیه و همچنین نیروی دینامیکی ناشی از زمین لرزه،که در طول دوران بهره برداری امکان وارد آمدن بر دیوار را دارد مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد[۳].

۲- تعریف دیوارهای حائل و اهمیت آن

به عنوان تعریف می‌توان گفت که دیوار حایل، دیواری است که فشار ناشی از وضعیت موجود را در اختلاف تراز بوجود آمده به علت خاکریزی خاکبرداری ویا عوامل طبیعی به صورت پایدار تحمل نماید بی‌شک احداث سازه‌ها همیشه در شرایط زمین‌های پایدار صورت نپذیرفته و احتمال ساخت سازه‌ها در مجاورت زمین‌هایی که احتمال ریزش و یا لغزش را دارند امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد[۴] و [۱۱].

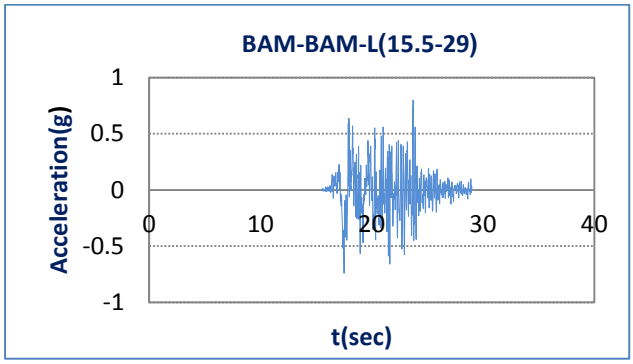
لذا بر این اساس استفاده از انواع مختلف دیوارهای نگهبان که با توجه به کاربری آنها در پروژه‌های مختلف و بررسی و ارزیابی، نحوه اجرا و طراحی اینگونه دیوارها در اغلب موارد جزو جدا نشدنی پروژه‌های عمرانی شده‌اند. در دهه‌های اخیر انواع مختلفی از این ابنیه نگهبان توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته و ارائه روش مختلف طراحی برای آنها پیشنهاد شده است که بی‌شک با توجه به نوع پروژه، نحوه‌ی اجرا و محل قرارگیری ساختگاه این گونه ابنیه و نوع بهره‌برداری به بررسی آنها اقدام نمود[۵] و [۱۲].

۳- فرضیات و روش تحقیق

در این پژوهش به منظور بررسی رفتار دیوار حائل وزنی از پارامترهای مربوط به لایه‌های خاک مختلف و تغییر در نوع لایه‌ها و همچنین ضخامت لایه‌ها و تغییرات سطح آب زیر زمینی استفاده خواهد شد. برای مدل رفتاری خاک از مدل رفتاری موهر – کولمب که سازگای خوبی در مطالعه اینگونه تحقیق‌ها دارد بهره برده می‌شود. جنس دیوار از جنس بتن غیر مسلح در نظر گرفته شده و تحلیل‌ها انجام خواهند شد. رکوردهای زلزله به تراز پایه دیوار اعمال و نتایج مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. برای مدل‌سازی از نرم‌افزار Plaxis که قابلیت در نظر گرفتن اندرکنش خاک و سازه، تغییر شکل‌های بزرگ، مدل‌های رفتاری مختلف خاک و دارا بودن امکان ساخت مرحله‌ای سازه از دقت بالایی برخوردار است استفاده خواهد شد.

۴- مشخصات رکورد انتخاب شده

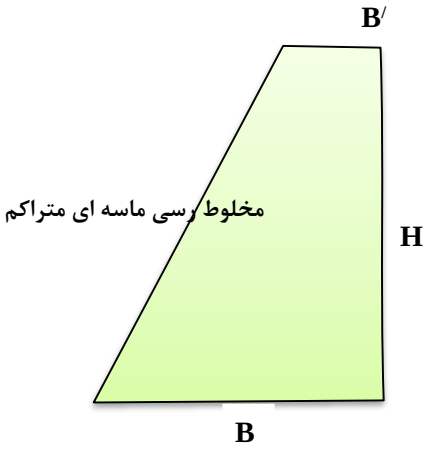
به منظور بررسی رفتار لرزه‌ای دیوار حایل وزنی در این تحقیق، از شتابنگاشت زلزله بم، استفاده شده است که در شکل (۱) شتابنگاشت‌های مولفه افقی زلزله بم در ایستگاه مذکور، جهت بارگذاری دینامیکی تاریخچه زمانی، نشان داده شده است.



شکل ۱- شتابنگاشت مولفه افقی زلزله بم در ایستگاه بم از زمان ۱۵/۵ الی ۲۹ ثانیه رکورد اصلی

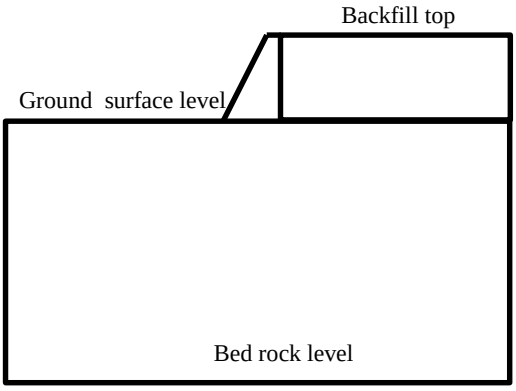
۵- مدل بررسی شده در تحقیق حاضر

در این مقاله رفتار دیوار حایل بتنی وزنی مورد ارزیابی قرار گرفته است.که ابتدا در مدل تحلیل استاتیکی انجام شده و پایداری سازه مورد بررسی قرار گرفته است. جنس زمین و مشخصات مکانیکی زمین ساختگاه دیوار حایل، مصالح تشکیل‌دهنده و مشخصات طراحی دیوار بتنی وزنی و همچنین پارامترهای ارتفاع، عرض پائین و بالای دیوار طبق جدول (۱) می‌باشد.



شکل ۲- مقطع در نظر گرفته شده برای دیوار حایل و ساختگاه آن

برای محل ساختگاه دیوار حایل به این ترتیب که از تراز پایین دیوار حایل تا سنگ بستر جنس مصالح مخلوط ماسه‌ای متراکم و از پاشنه دیوار به بالا مخلوط رسی و ماسه ای متراکم در نظر گرفته شده است و مراحل اجرا به این صورت می باشد که، ابتدا دیوار حایل ساخته شده و ضمن ساخت مرحله‌ای دیوار حایل خاکریز پشت آن نیز که از جنس مخلوط رسی ماسه‌ای متراکم انتخاب شده به تناسب بالا آمدن دیوار حایل با توجه به دارا بودن امکان ساخت مرحله‌ای در نرم‌افزار پلکسیس مدلسازی انجام گرفته شده است. شکل (۳) مدل در نظر گرفته شده و جدول (۲) مشخصات مکانیکی مصالح خاکی در نظر گرفته شده را نشان می‌دهد.



شکل۳- مدل در نظر گرفته شده برای سیستم دیوار و خاک پشت

۶- محدوده ساختگاه دیوار

جدول۱- مشخصات دیوار حایل وزنی

پارامتر	ارتفاع دیوار H	عرض دیوار پائین B	عرض دیوار بالا B'	وزن مخصوص γ	ضریب پواسون ν	مدول الاستیسیته E
واحد	(m)	(m)	(m)	kN/m3	_	kN/m2
مقدار در نظر گرفته شده	۷	۴	۰/۵	۲۴	۰/۲	۰۷E+۱/۰۰

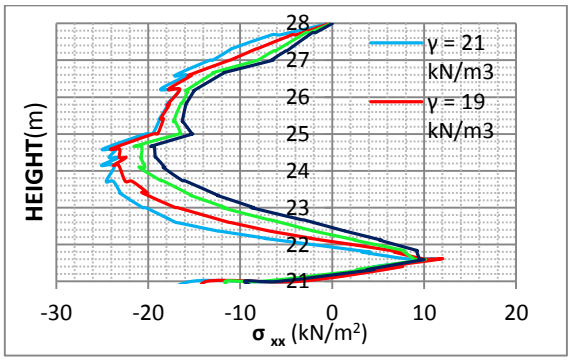
جدول۲- مشخصات مکانیکی خاک پشت دیوار

پارامتر	وزن مخصوص خشک	وزن مخصوص اشباع	زاویه اصطکاک داخلیφ	چسبندگی C	ضریب پواسونν	مدول الاستیسیته E
واحد	kN/m3	kN/m3	درجه	kN/m3	_	kN/m^2
مخلوط رسی ماسه ای متراکم	۱۸/۸	۱۹/۸	۲۶	۱۳	۰/۳	۰۴E+۱/۳۵
ماسه متراکم	۱۷/۶	۲۰	۳۳	۱۷	۰/۳	۰۴E+۱/۹۰

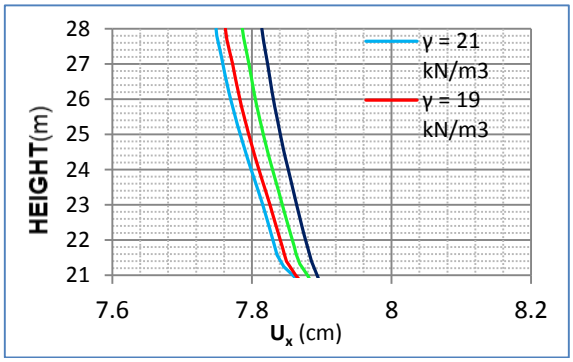
۷- بررسی تاثیر تغییرات وزن مخصوص مصالح متراکم شده پشت دیوار به ارتفاع۷متر

برای بررسی رفتارسنجی دیوار حایل نسبت به تغییرات وزن مخصوص مصالح پشت دیوار، جهت حساسیت سنجی نتایج نسبت به وزن مخصوص مصالح خاک پشت دیوار حائل، تحلیل‌هایی با میرایی ۵ درصد انجام گردید. ارتفاع دیوار ۷ متر و عرض پایین و بالا به ترتیب برابر ۴ و ۰/۵ متر در نظر گرفته شد.

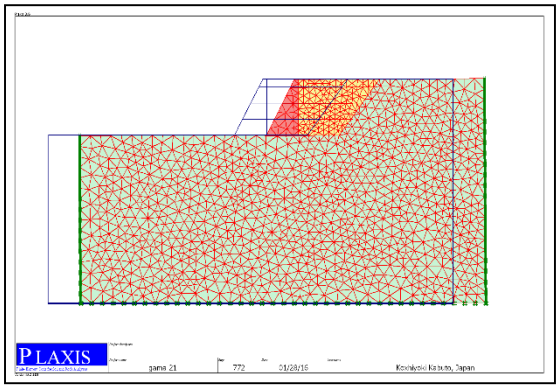
نتایج تحلیل‌ها برای تنش افقی ایجاد شده در دیوار حائل و همچنین تغییر مکان‌های افقی و قائم بوجود آمده ارائه و مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. شکل‌های (۴) الی (۷) نتایج این تحلیل‌ها را نشان می‌دهند.



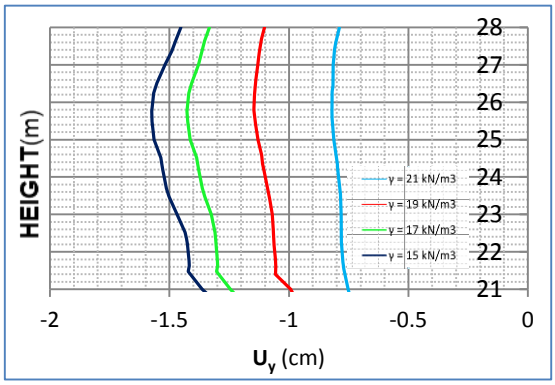
شکل ۴- تغییرات تنش ایجاد شده در پشت دیوار حایل برای تغییرات وزن مخصوص مصالح پشت دیوار تحت زلزله بم



شکل ۵- تغییرات تغییرمکان افقی دیوار حایل برای تغییرات وزن مخصوص مصالح پشت دیوار تحت زلزله بم



شکل ۶- نمای شماتیک تغییرمکان افقی دیوار حایل برای تغییرات وزن مخصوص مصالح پشت دیوار تحت زلزله بم

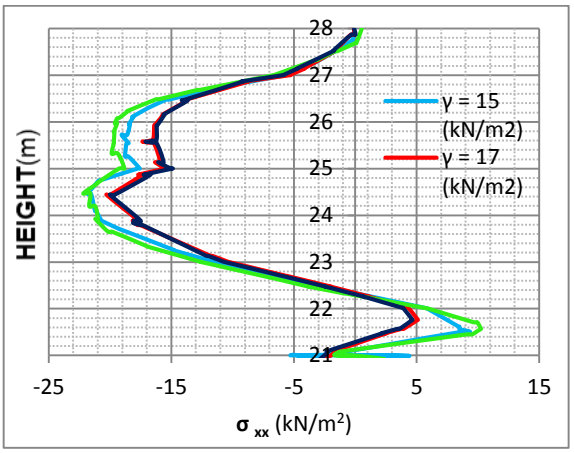


شکل ۷- تغییرات تغییرمکان قائم دیوار حایل برای تغییرات وزن مخصوص مصالح پشت دیوار تحت زلزله بم

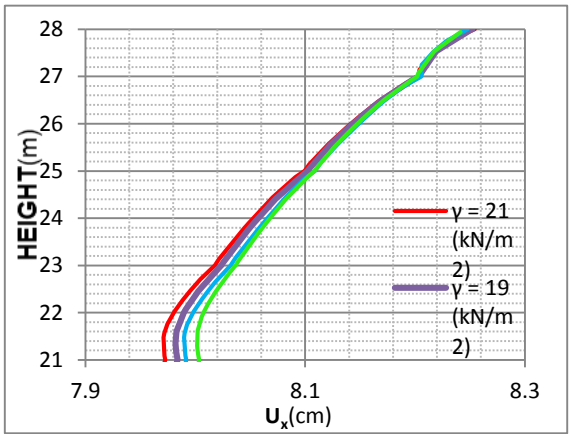
۸- بررسی تاثیر تغییرات وزن مخصوص محدوده قرار گیری دیوار حائل

جهت بررسی تاثیر مشخصات محل قرارگیری دیوار حایل و تاثیر پارامترهای بارگذاری دینامیکی تحلیل‌های مشابهی برای تغییرات وزن مخصوص مصالح محدوده قرارگیری دیوار حایل انجام گرفت. لذا با ثابت نگهداشتن مقادیر مربوط به مصالح دیوار حایل و خاک پشت دیوار حایل و صرفا با تغییر مقادیر وزن مخصوص مصالح خاک زیر و اطراف دیوار حائل، نسبت به انجام آنالیزها برای دیوار به ارتفاع ۷ متر، پرداخته شده است. مجددا مدول الاستیسیته مصالح پشت دیوار ۱۳۵۰۰کیلو نیوتن بر متر مربع، و برای مصالح دیوار از جنس بتن با وزن مخصوص

۲۴کیلونیوتن بر مترمکعب و انتخاب مصالح الاستیک خطی نرم‌افزار پلکسیس با مدول الاستیسیته 1e+07 کیلونیوتن بر متر مکعب وضریب پواسون برابر ۰/۲، در نظر گرفته شد. مشخصات مکانیکی مصالح محدوده در نظر گرفته شده برای محل احداث دیوار نیز به این صورت که مدول الاستیسیته ۱۹۵۰۰کیلونیوتن بر متر مربع و ضریب پواسون ۰/۳ و چسبندگی ۱۵ کیلو نیوتن بر مترمربع و زاویه اصطکاک داخلی ۲۰ درجه و همچنین وزن مخصوص ۱۷ کیلونیوتن بر متر مکعب در



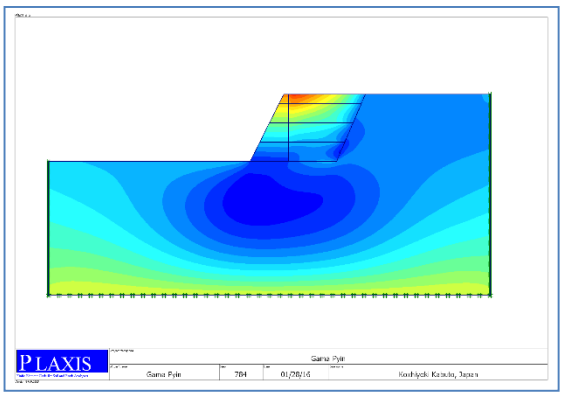
شکل ۸- تغییرات تنش افقی ایجاد شده در پشت دیوار حایل برای تغییرات وزن مخصوص های مختلف مصالح محدوده قرار گیری دیوارتحت زلزله بم



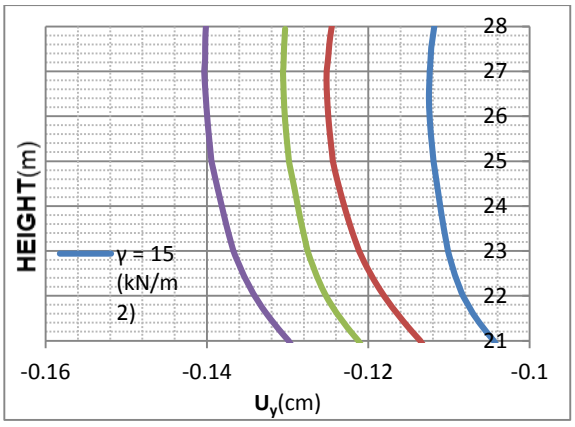
شکل ۹- تغییرات تغییرمکان افقی دیوار در پشت دیوار حایل برای تغییرات وزن مخصوص‌های مختلف مصالح محدوده قرار گیری دیوارتحت زلزله بم

نظر گرفته شد، ضرایب رایلی α و β به ترتیب ۰/۰۰۳۱ و ۰/۰۸۱ مجدداً برای نرم افزار پلکسیس تعریف شدند.

نتایج تحلیل‌ها برای تنش افقی ایجاد شده در دیوار حائل و همچنین تغییر مکان‌های افقی و قائم بوجود آمده ارائه و مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج بدست آمده در شکل‌های (۸) تا (۱۱) نشان داده شده است.



شکل ۱۰- نمای شماتیک کانتورهای تغییرمکان افقی دیوار حایل برای تغییرات وزن مخصوص مصالح پشت دیوار تحت زلزله بم

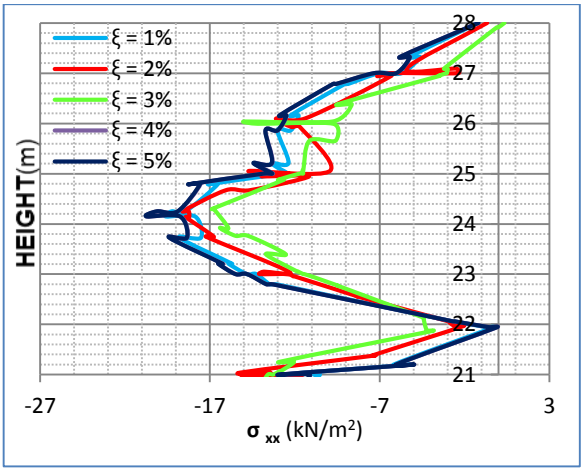


شکل ۱۱- تغییرات تغییرمکان قائم در پشت دیوار حایل برای تغییرات وزن مخصوص‌های مختلف مصالح محدوده قرار گیری دیوارتحت زلزله بم

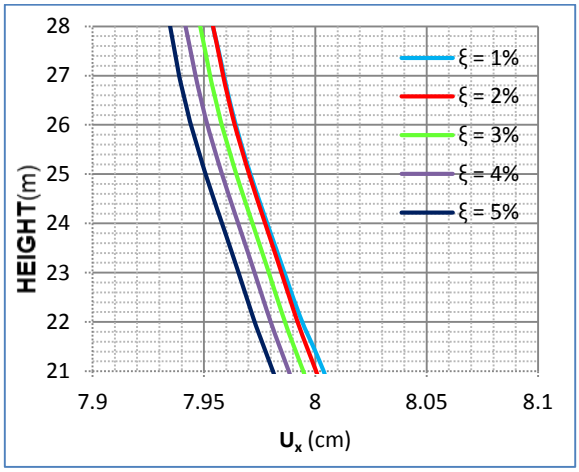
۹- بررسی تاثیر تغییرات نسبت میرایی مصالح

در این قسمت برای بررسی تغییرات میرایی مصالح، هندسه دیوار حایل وخصوصیات مصالح آن به نرم‌افزار تعریف شد. مشخصات مکانیکی مصالح دیوار و خاک متراکم شده پشت دیوار و همچنین محدوده قرارگیری دیوار حایل همانند حالت قبل برای نرم‌افزار تعریف گردید و همچنین مقطع دیوار حایل برای ارتفاع ۷ متری مدل شده و در نظر گرفته شد.

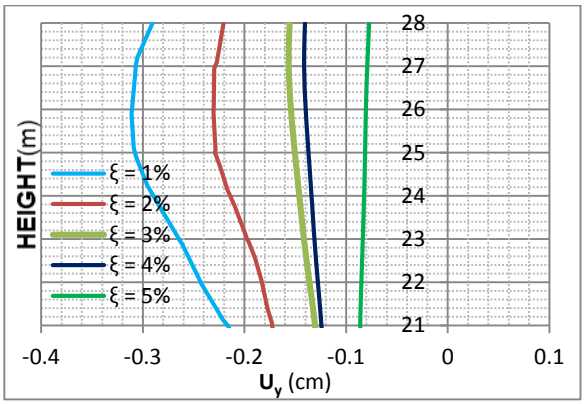
تحلیل‌ها برای نسبت‌های میرایی ۱٪، ۲٪، ۳٪، ۴٪و ۵٪ انجام گردید و پس از تعریف ضرایب رایلی برای نرم‌افزار براساس نسبت میرایی‌های مختلف در نظر گرفته شده محاسبه و پس از انجام یک مرحله تحلیل استاتیکی، تحلیل دینامیکی انجام گرفت که نتایج بدست آمده در شکل‌های (۱۲) تا (۱۴) نشان داده شده است.



شکل ۱۲- تغییرات تنش افقی ایجاد شده درخاک پشت دیوار($h=7$) حایل برای تغییرات نسبت میرایی‌های مختلف مصالح تحت زلزله بم



شکل ۱۳- تغییرات تغییرمکان افقی ایجاد شده درخاک پشت دیوار($h=7$) حایل برای تغییرات نسبت میرایی‌های مختلف مصالح تحت زلزله بم



شکل ۱۴- تغییرات تغییرمکان قائم ایجاد شده درخاک پشت دیوار($h=7$) حایل برای تغییرات نسبت میرایی‌های مختلف مصالح تحت زلزله بم

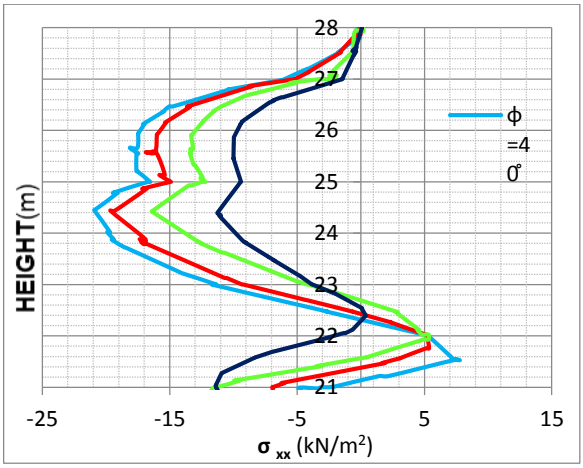
با توجه به نتایج بدست آمده ملاحظه می‌شود که تغییرات میرایی در تغییرات تنش‌های افقی ایجاد شده برای سیستم دیوار حایل، ملاحظه می‌شود که با افزایش میرایی تنش افقی روند کاهشی داشته ولی در کل نمودارها تقریباً برهم منطبق می‌باشد. ملاحظه می‌شود تغییرات میرایی تاثیر چندانی بر رفتار دیوار حایل نداشته و نمودارهای مربوط به تنش افقی بوجود آمده نتایج یکسانی را نتیجه می‌دهند. در مورد تغییر مکان افقی نیز با توجه به نمودارها روند کاهشی تغییر مکان افقی با افزایش میرایی مشاهده می‌گردد که البته مقدار این تغییرات نیز با تغییرات میرایی تقریبا ناچیز می‌باشد.

۱۰- بررسی تاثیر تغییرات زاویه اصطکاک داخلی

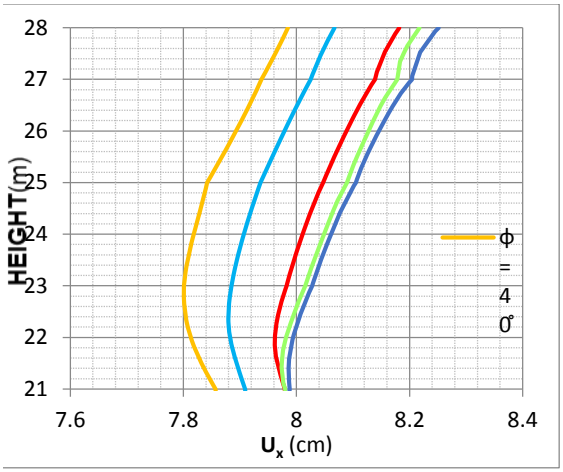
جهت بررسی تاثیر مشخصات محل قرارگیری دیوار حایل و تاثیر پارامترهای بارگذاری دینامیکی تحلیل‌ها با تغییر زاویه اصطکاک داخلی مصالح محدوده قرارگیری دیوار حایل انجام گرفت. لذا با ثابت نگهداشتن مقادیر مربوط به مصالح دیوار حایل و خاک پشت دیوار حایل و صرفاً با تغییر مقادیر زاویه اصطکاک داخلی خاک زیر و اطراف دیوار حائل، نسبت به انجام آنالیزها برای دیوار به ارتفاع ۷ متر، پرداخته شده است. مجدداً مدول الاستیسیته مصالح پشت دیوار ۱۳۵۰۰ کیلونیوتن بر متر مربع، و برای مصالح دیوار از جنس بتن با وزن مخصوص ۲۴ کیلونیوتن بر متر مربع و انتخاب مصالح الاستیک خطی نرم‌افزار Plaxis با مدول الاستیسیته 1e+07 کیلونیوتن بر متر مکعب وضریب پواسون برابر ۰/۲ ، در نظر گرفته شد.

مشخصات مکانیکی مصالح محدوده در نظر گرفته شده برای محل احداث دیوار نیز به این صورت که مدول الاستیسیته ۱۹۵۰۰ کیلونیوتن بر متر مربع و ضریب پواسون ۰/۳ و چسبندگی ۱۵ کیلونیوتن بر متر مربع و همچنین وزن مخصوص ۱۸ کیلونیوتن بر متر مربع در نظر گرفته شد.

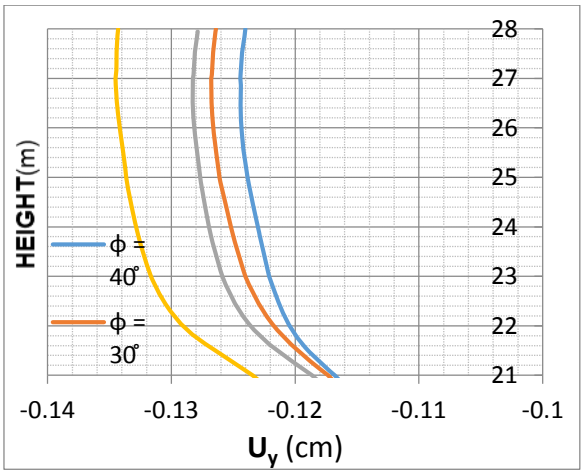
ضرایب رایلی α و β به ترتیب ۰/۰۰۳۱ و ۰/۰۸۱ مجددا برای نرم‌افزار تعریف شدند. نتایج تحلیل‌ها برای تنش افقی ایجاد شده در دیوار حائل و همچنین تغییر مکان‌های افقی و قائم بوجود آمده ارائه و مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. نتایج بدست آمده از تحلیلهای انجام شده در شکل‌های (۱۵) تا (۱۷) نشان داده شده است.



شکل (۱۵)- تغییرات تنش افقی حداکثر ایجاد شده درخاک پشت دیوار(h=7) حایل برای تغییرات زوایای اصطکاک مختلف مصالح تحت زلزله بم



شکل (۱۶)- تغییرات تغییرمکان افقی ایجاد شده درخاک پشت دیوار(h=7) حایل برای تغییرات زوایای اصطکاک مختلف مصالح تحت زلزله بم



شکل (۱۷)- تغییرات تغییرمکان قائم ایجاد شده درخاک پشت دیوار(h=7) حایل برای تغییرات زوایای اصطکاک مختلف مصالح تحت زلزله بم

در این قسمت با تغییر در میزان زاویه اصطکاک داخلی محدوده قرارگیری دیوار حایل ، نتایج تحلیل‌ها برای ارزیابی تنش افقی بوجود آمده در پشت دیوار حایل نشان‌دهنده این مطلب می‌باشد که افزایش زاویه اصطکاک داخلی تاثیر خود را به خوبی در افزایش تنش افقی ایجاد کرده، و به عنوان مثال ، نتایج بدست آمده برای زاویه اصطکاک داخلی برای کمترین و بیشترین زاویه اصطکاک داخلی در نظر گرفته شده تا سه برابر افزایش را نشان می‌دهد.

۱۱- بررسی مجاز بودن تغییر مکان‌های دیوار

برای بررسی مجاز بودن تغییر مکانهای ایجاد شده روش‌های مختلفی توسط محققین ارائه شده است مرندی و همکاران [۶]. که می‌توان نظریه ارائه شده توسط پیانک را از جمله معتبرترین آنها عنوان نمود [۷]. در مطالعه انجام گرفته تغییر مکانهای افقی بدست آمده که هدف اصلی از انجام این تحقیق بوده و در حدود هفت تا هشت سانتیمتر تغییرمکان داشته با استفاده از مقادیر ارائه شده مربوطه و روابط داده شده برای دیوار به ارتفاع هفت متری در محدوده درجه یک قرار می‌گیرد.

جدول (۳) درجات مختلف و اهمیت زمین لرزه اعمالی را نشان می‌دهد [۸].

جدول ۳- درجات مختلف اهمیت زمین لرزه با توجه به تغییر مکان افقی نسبت به ارتفاع دیوار [۹].

سطح بندی آسیب		درجه یک	درجه دو	درجه سه	درجه چهار
دیوار حائل	تغییر مکان افقی باقی مانده	کمتر از ۱,۵ ٪	۱/۵ الی ۵ درصد	۱۵ الی ۱۰ درصد	بیشتر از ۱۰ درصد
	باقی مانده کج شدگی	کمتر از 3°	$3 \sim 5^{\circ}$	$5 \sim 8^{\circ}$	کمتر از $\mathbf{8}^{\circ}$
سکو	اختلاف در سکو	کمتر از $0/03 \sim 0/1\ m$	N/A	N/A	$\boldsymbol{N/A}$
	باقی مانده کج شدگی	کمتر از $2 \sim 3^{\circ}$	N/A	N/A	$\boldsymbol{N/A}$
تغییر مکان باقی مانده در بالای دیوار = d ارتفاع دیوار حائل = H					

۱۲- نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از آنالیزهای انجام گرفته به شرح ذیل می‌باشند :

۱- با افزایش وزن مخصوص مصالح پشت دیوار حائل، تنش‌های افقی در تراز پایه دیوار حایل نیز افزایش می‌یابد که این افزایش قابل توجه می باشد.

۲- با روند افزایش وزن مخصوص مصالح محدوده‌ی قرارگیری دیوار حایل تنش‌های افقی ایجاد شده در پشت دیوار حایل تا حدود پنجاه درصد کاهش می‌یابد. همچنین با روند افزایشی وزن مخصوص مصالح محدوده مورد نظر تغییر مکانهای افقی و قائم دیوار حایل و محدوده خاک پشت آن نیز کاهش می‌یابد.

۳- با توجه به نتایج بدست آمده ملاحظه می‌شود که تغییرات میرایی در تغییرات تنش‌های افقی ایجاد شده برای سیستم دیوار حایل، با افـزایش مـیرایی تنش برشی روند کاهشی داشته ولی در کل آنچه از تغییرات میرایی دیده می‌شود که تاثیر چندانی نداشته و نمودارهای مربوط به تنش افقی بوجود آمده نتایج یکسانی را نتیجه می‌دهند. در مورد تغییر مکان افقی نیز روند کاهشی تغییر مکان افقی با افزایش میرایی مشاهده می‌گردد که البته مقدار این تغییرات نیز با تغییرات میرایی تقریبا ناچیز می‌باشد.

۴- با افزایش زاویه اصطکاک داخلی، تنش‌های افقی روند افزایشی از خود نشان می‌دهند که نشانگر رابطه‌ی مستقیم میان زاویه اصطکاک داخلی و تنش افقی می‌باشد. این امر برای بیشترین زاویه اصطکاک داخلی نسبت به کمترین زاویه اصطکاک داخلی در نظر گرفته شده، نمایانگر افزایش تنش افقی تا هشتاد درصد می‌باشد. بنابراین زاویه‌ی اصطکاک داخلی جزو پارامترهای بسیار موثر در رفتار سازه‌ی مورد بررسی محسوب می‌شود.

۵- می‌توان گفت هدف اصلی از انجام این تحقیق، بررسی تغییر مکانهای افقی و سنجش میزان آنها در راستای اطمینان از دوام سازه می‌باشد که با توجه به نتایج تغییر مکان نسبت به ارتفاع دیوار، سازه از لحاظ مجاز بودن تغییر مکانهای ایجاد شده بوسیله‌ی نظریه‌ی پیانک، در محدوده درجه یک یعنی در بهترین حالت ممکن، قرار می‌گیرد.

۱۳- منابع

۱ – فاخر ، ع،" اصول مهندسی پی پیشرفته "، دانشگاه تهران، ۱۳۹۰
۲- میرقاسمی، ا ، ملکی جوان، ر، "تحلیل استاتیکی و دینامیکی فشار جانبی خاک وارد بر دیوار حایل به روش اجزا محدود" ، نشریه دانشکده فنی، دانشگاه تهران،۱۳۹۲
۳- اخلاقی، ت، صالحی ، ن , "بررسی پارامترهای مکانیکی خاک و بارگذاری لرزه‌ای بر رفتار لرزه‌ای دیوارهای حایل خاک مسلح"، هشتمین کنگره بین‌المللی عمران، شیراز، ۱۳۸۸
۴- فاضلی، س.، پاکباز ، س ،" تحلیل دینامیکی غیر خطی دیوارهای حایل وزنی در اثر زلزله"، پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اهواز ، ۱۳۷۷
۵- قلندرزاده،ع ، طراحی لرزه ای اسکله ها، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۹
[6] Marandi, Seyed Morteza. "Reducing the forces caused by earthquake on retaining walls using granulated rubber-soil mixture." International Journal of Engineering-Transactions B: Applications 24, no. 4 (2011): 337-350.
[7] Sherif, Mehmet A., Isao Ishibashi, and Chong Do Lee. "Earth pressure against rigid retaining walls." Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 108, no. Proceeding (1982).
[8] Lee, Kenneth L., Bobby Dean Adams, and J. J. Vagneron. “Reinforced earth retaining walls.” Journal of Soil Mechanics & Foundations Div 99, no. sm10 (1973).
[9] Li, Q., Wang, J., Wang, J., Baleta, J., Min, C., & Sundén, B. (2018). Effects of gravity and variable thermal properties on nanofluid convective heat transfer using connected and unconnected walls. Energy conversion and management, 171, 1440-1448.
[10] Pain, A., Choudhury, D., & Bhattacharyya, S. K. (2017). Seismic rotational stability of gravity retaining walls by modified pseudo-dynamic method. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 94, 244-253.
[11] Sanjei, C., & De Silva, L. I. N. (2015, December). Numerical analysis of the backfilling sequence effect on gravity retaining wall behaviour. In 6th International conference on structural engineering and construction management, Kandy, Sri Lanka (pp. 11-13).
[12] Calabrese, A., & Lai, C. G. (2016). Sensitivity analysis of the seismic response of gravity quay walls to perturbations of input parameters. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 82, 55-62.

Investigate the Behavior of Concrete Gravity Walls Under Seismic Loading and the Permissibility of its Horizontal Displacement

Sina khalilzadeh
Ph.D. Student of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Engineering, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran
Hamid saeidian*
Ph.D. Student of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Engineering, Islamic Azad University, Urmia Branch, Iran
Saeid Saeidian
Department of Civil Engineering, Urmia Branch, Islamic Azad University, Urmia, Iran
Hamidsaeidian67@yahoo.com

Abstract:

Many of the common buildings in civil engineering are affected by lateral soil pressure. Basement walls, foundations of the bridges, tunnel walls, walls of underground tanks and etc. are such structures that the lateral pressure of soil has a significant effect on them. Therefore, in order to limit this pressure, using of gravity walls, cantilevers, buttressed cantilevers and other similar buildings are common. Such walls must have a satisfying safety factor to prevent sliding and overturning, and also in order to control bearing capacity of foundations and control general stability of the wall and the soil. In addition to endure static loads, Retaining walls must endure loading caused by dynamic forces such as cyclic loading and also the force that is caused by the earthquake, which is probable to occur during the using period of these wall. For the modeling of weight retaining walls in this research, Plaxis 8.6 software was used and retaining wall's behavior under dynamic loading was evaluated. The results showed that the maximum displacement happens at the top of the wall and the maximum horizontal stress is created at the bottom one third of the retaining wall's height. The analysis also showed a strong dependency between retaining wall's behavior and changes of mechanical properties of the soil that is behind it. Analysis were done by changes in the mechanical properties of the soil and changes in height of the wall, and a sensible increase in the horizontal stress was observed.

Keywords: concrete Gravity walls, Lateral Pressure of Soil, Dynamic analys