مجله علمی – پژوهشی

مهندسی عمران مدرس

دوره بیست و یکم، شماره ۲، سال ۱۴۰۰

ارزیابی آزمایشگاهی عملکرد مهارهای تک و دو صفحه ای و مشاهده تاثیر فواصل بارگذاری در دیوار حائل

سید شایان آزادی‌منش[۱]، حمیدرضا صبا*[۲]، امیرعلی زاد[۳]

گروه مهندسی عمران واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

دانشکده، مهندسی عمران ، دانشگاه تفرش، تهران، ایران.

گروه مهندسی عمران، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی ، تهران، ایران .

***hr.saba@aut.ac.ir**

تاریخ دریافت [۱۳۹۹/۰۷/۲۷] تاریخ پذیرش [۱۳۹۹/۱۰/۲۳]

چکیده

دیوارهای حائل کاربردهای فراوانی در فعالیت‌های ژئوتکنیکی دارند که مهار فشار جانبی خاک از اهم کاربرد آن ها است. روش‌های مختلفی برای مهار دیوارهای حائل وجود دارد که از جمله آن، مهارهای مکانیکی مدفون در خاک است. مهارهای صفحه‌ای جزء مهارهای مکانیکی بدون دوغاب هستند که در زمینه مقابله با بالازدگی فونداسیون ها، تثبیت توربین‌های باد، سکوهای شناور دریایی و مهار خطوط لوله مدفون و مستغرق و... کاربرد وسیعی دارند. در این مقاله به بررسی عملکرد دیوار حائل مهار شده با مهار تک صفحه و دو صفحه تحت بارگذاری کرنش ثابت که شامل میزان ظرفیت باربری دیوار، جابه‌جایی افقی و تاثیر نسبت فاصله پاشنه بارگذاری به ارتفاع دیوار پرداخته شده است. تاثیر موارد مذکور روی شکل گوه گسیختگی با روش سرعت سنجی تصویری ذرات (PIV) مشاهده شده است. با در نظر گرفتن ضریب مقیاس ۰/۱ و اعمال بارگذاری استاتیکی در شرایط کرنش مسطح محفظه آزمایش با ابعادی به طول ۱۲۰ سانتی‌متر، عرض ۵۰ سانتی متر و ارتفاع ۸۰ سانتی متر مدلسازی و ساخته شده است. یک وجه محفظه برای مشاهده عملکرد دیواره در مقابل متغیرهای آزمایش از پلکسی گلس به ضخامت ۲ سانتی‌متر پوشانده شده است. محفظه با خاک ماسه ای بد دانه‌بندی شده (SP) منطقه صوفیان استان آذربایجان شرقی با وزن مخصوص ۱۶/۶۷ کیلونیوتن بر متر مکعب و زاویه اصطکاک داخلی ۲۸ درجه و با تراکم ثابت به صورت بارش خشک پر شده است. سیستم بارگذاری مکانیکی متشکل از جک بارگذاری کوپل شده با نمایشگر دیجیتال و لودسل با دقت ۰/۱ گرم بر روی خاک قرار داده شده است، که با چرخش شفت بارگذاری در هر مرحله میزان نیروی وارد شده به پاشنه بارگذاری قابل اندازه‌گیری است و همچنین میزان بازشدگی جک توسط جابه‌جایی سنج با دقت ۰/۱ میلی متر اندازه‌گیری شده است. مرحله اول حالت بدون اعمال بار بوده و عکس اول از سطح خاک فاقد تغییر شکل گرفته شده است. این کار مجموعا در ۷ مرحله تا رسیدن به نشست ۳۵ میلی‌متری پاشنه بارگذاری ادامه یافته و به دنبال آن عکسبرداری در پایان هر مرحله بارگذاری انجام شده است. بر این اساس کمترین میزان جابه‌جایی افقی و بیشترین ظرفیت باربری مربوط به مهار دو صفحه با سطح یکسان است. افزایش نسبت فاصله پاشنه بارگذاری به ارتفاع دیوار، ظرفیت باربری بیشتر و جابه‌جایی افقی کمتری را در دیواره نشان داده است. بر طبق تحلیل نتایج PIV ، کرنش ذرات خاک پشت دیوار حائل در سطح لغزش بحرانی، در مهارهای دو صفحه کوچکتر از مهار تک صفحه بدست آمده است. با کاهش نسبت فاصله پاشنه بارگذاری (D) به ارتفاع دیوار (H) میزان کرنش ذرات خاک به طور چشمگیری افزایش یافته است (عملکرد دیوار حائل ضعیف تر شده است) و با افزایش نسبت فاصله پاشنه بارگذاری به ارتفاع دیوار، تاثیر صفحات مهاری در کنترل جابه‌جایی افقی و افزایش قابلیت باربری افزایش یافته است (عملکرد دیوار حائل بهتر شده است). در همین راستا با کاهش نسبت فاصله پاشنه بارگذاری به ارتفاع دیوار رفتار مهار تک و دو صفحه به هم شبیه تر شده و میزان تاثیر گذاری آن‌ها بر عملکرد دیواره با تفاوت کمی در کرنش ذرات خاک مشاهده شده است.

کلمات کلیدی

مهار تک و دو صفحه ای، دیوار حائل، بارگذاری کرنش ثابت، سرعت سنجی تصویری ذرات، مدلسازی آزمایشگاهی

۱- مقدمه

امروزه استفاده از انواع مهارها در پروژه‌های مختلف با شرایط بارگذاری متفاوت بسیار مرسوم شده است. علت اصلی استفاده از این مسلح کننده ها انتقال بار سازه به خاک‌های دارای مقاومت بیشتر و یا خاک دورتر از ناحیه بحرانی است.

به طور کلی می‌توان مهارهای قرار گرفته شده در خاک را به دو گروه اصلی تقسیم کرد: ۱- مهارهای ملات‌ریزی شده (دوغابی) ۲- مهارهای مکانیکی

مهارهای مکانیکی نیز به ۳ بخش اصلی مهارهای مارپیچ، مهارهای جایگذاری مستقیم و مهارهای صفحه‌ای تقسیم می شوند. مهارهای صفحه‌ای نوعی از مهارهای مکانیکی هستند که در پروژه‌های ژئوتکنیکی، در خشکی و دریا استفاده شده‌اند. مهارهای صفحه‌ای، مسلح کننده‌های مدفون شونده‌ای هستند که دارای یک یا چند صفحه باربر با یک میلگرد یا کابل برای انتقال بار به ناحیه ایمن خاک می باشند [1].

مهارهای مکانیکی کاربردهای فراوانی در اجرای دیوارهای حائل دارند. این دیوارها به دو روش اصلی بالا به پایین و پایین به بالا اجرا می‌شوند که از مسلح کننده‌های بکار رفته در دیوارهای پایین به بالا می‌توان به مهارهای صفحه‌ای، ژئوگریدها و ژئوسل‌ها اشاره کرده و در دیوارهای بالا به پایین می‌توان مهارهای مارپیچ را نام برد.

یانگ و یو[1] در سال ۲۰۱۰ با استفاده از شبیه‌سازی مدل غیر هم محور و غیر یکسان بین نرخ‌های تنش‌های اصلی و کرنش پلاستیک اصلی در روش المان محدود، رفتار مهارهای مدفون در مصالح دانه‌ای ارزیابی شده است. مدل غیر هم محور، بر طبق تئوری نقطه تسلیم غیر هم محور بوده و تغییرشکل‌های پلاستیک هم محور رایج با استفاده از تابع تسلیم دراکر-پراگر الاستیک کاملا پلاستیک مطابق با تئوری نقطه تسلیم اصلی شبیه‌سازی شده است. هر دو نوع مهارهای افقی و عمودی با عمق‌های مدفون‌شدگی مختلف بررسی شده است. همچنین شکل‌های مختلف مهار، اصطکاک خاک و زوایای اتساع نیز در نظر گرفته شده است. بررسی‌ها نشان داد که استفاده از مدل‌های غیر هم محور منجر به پاسخ‌های ضعیف‌تری در مقایسه با حالت استفاده از مدل‌های هم محور متداول است. علاوه بر این، ظرفیت‌های کششی ارزیابی شده‌ی نهایی برای هر دو حالت مدل‌های هم محور و غیر هم محور یکسان شده است. میزان تاثیرگذاری حالت غیر هم محور با افزایش عمق‌های مدفون‌شدگی بیشتر بوده و مهارهای دایره‌ای اثر غیر هم محور بیشتری نسبت به مهارهای نواری دارند. نظر به اینکه طراحی مهارها اساسا با استفاده از تغییرمکان‌های آنها انجام می‌شود، عدم لحاظ غیر هم محوری در تحلیل‌های عددی المان محدود می‌تواند منجر به نتایج نادرستی شود [2].

سینگ و میستری[2] در سال ۲۰۱۱ روش‌های آزمایشگاهی و عددی مختلفی را به منظور تخمین ظرفیت باربری مهارهای صفحه‌ای افقی و مایل را بررسی کردند. همچنین در یک تحلیل پارامتری، ظرفیت باربری برای مهارهای صفحه‌ای مدفون در خاک‌های ماسه‌ای با تغییر نسبت مدفون شدگی برای مهارهای افقی و با تغییر زاویه انحراف برای مهارهای صفحه‌ای مایل را انجام دادند. نتایج نشان داد با افزایش نسبت مدفون شدگی، ضریب شکست افزایش یافت و برای رسیدن به مقدار بیشینه نیز تمایل داشته است. در نسبت مدفون شدگی یکسان برای یک مهار عمیق، بار بیرون کشیدگی بیشتر با شیب مهار افزایش یافته است. پیشنهاد شد که مهارها تا اندازه‌ای عمیق نصب شوند که عدم دستیابی به عمق مدفون شدگی مناسب، اساسا بر ظرفیت نهایی طراحی تاثیر گذار نباشد [3]. بیلدیک[3] و همکاران در سال ۲۰۱۳ نتایج تحلیل‌هایِ عددیِ بررسی کننده ظرفیت بیرون کشیدگی مهارهای صفحه‌ای واقع در نزدیکی شیروانی‌های خاکی ماسه‌ای را ارائه کردند. عوامل زیادی از قبیل تراکم نسبی ماسه، نسبت مدفون شدگی مهار صفحه‌ای، زاویه شیب شیروانی، و موقعیت مهار صفحه‌ای نسبت به تاج شیروانی، با استفاده از تحلیل المان محدود بررسی شده است. نتایج این بررسی بر طبق نسبت ظرفیت بیرون کشیدگی بدون بعد ارائه شد. به وضوح مشاهده شده است که فاصله مهار صفحه‌ای تا تاج شیروانی بر ظرفیت بیرون

1 Yang and yu

2 Singh and Mistri
3 Bildik

کشیدگی اثر گذاشته به گونه‌ای که ظرفیت بیرون کشیدگی با دور شدن مهار از تاج شیروانی افزایش می‌یابد. بر طبق تحلیل المان محدود می‌توان نتیجه گرفت که تراکم نسبی ماسه و نسبت مدفون شدگی مهارهای صفحه‌ای عوامل اصلیِ تاثیرگذار بر ظرفیت بیرون کشیدگی مهار هستند. نتایج همچنین نشان می‌دهد که ظرفیت بیرون کشیدگی مهار در داخل شیروانی به میزان قابل ملاحظه‌ای با افزایش زاویه اصطکاک ماسه افزایش می‌یابد. علاوه بر این مشخص شد، ظرفیت بیرون کشیدگی با افزایش زاویه شیروانی زیاد می‌شود [4]. آلدایخ[1] و همکاران در سال ۲۰۱٤ به ارزیابی ظرفیت باربری نهایی مهارهای صفحه‌ای مدفون در ماسه متراکم تحت بیرون کشیدگی محوریِ شیب دار با استفاده از تحلیل المان محدود پرداختند. در تحلیل‌ها از یک مدل رفتاری پیشرفته با عنوان مدل خاک سخت شونده با سختی تنش-کرنشی استفاده شد تا رفتار غیر خطی خاک شبیه‌سازی شود. مجموعه‌ای از مطالعات پارامتریک در راستای بررسی اثر زاویه شیب و نسبت مدفون شدگی روی رفتار بیرون کشیدگی یکنواخت مهارهای صفحه‌ای انجام گرفت. همچنین از مدلسازی تحلیل حالت حدی مشابهی به منظور اعتبارسنجی نتایج المان محدود از لحاظ ظرفیت نهایی استفاده شد. علاوه بر این، نتایج بررسی‌ها با تحلیل‌های نظری تایید شده‌ای مقایسه شدند. در مجموع یک هماهنگی قابل قبولی به دست آمد و برخی از بررسی‌های صورت گرفته روی رفتار بیرون کشیدگی مهارهای صفحه‌ای درستی امکان استفاده از تحلیل‌های المان محدود را برای بررسی رفتار مهارهای صفحه‌ای تحت شرایط بیرون کشیدگی تایید کردند [5]. نیرومند و کاسیم[2] در سال ۲۰۱٤ پاسخ بیرون کشیدگی مهارهای با شکل بی قاعده (نامنظم) در ماسه را مورد بررسی قرار دادند. عوامل بررسی شده در خصوص پاسخ بار-جابه‌جایی، شامل تراکم ماسه و نسبت مدفون شدگی مهار بوده است. نتایج بر اساس مدلسازی‌های آزمایشگاهی با استفاده از سیستم مهار حاوی شکل نامنظم در این مقاله ارائه شد. هدف اصلی بررسی آنها درستی‌آزمایی میان ضریب شکست و بار بیرون‌کشیدگی مهار با شکل نامنظم بوده است. مهار با نسبت مدفون شدگی متغیر بین ۱ و ۷ دفن شد. علاوه بر این، ماسه در دو حالت سست و متراکم به کار گرفته شد. علاوه بر این، ضریب شکست یک افزایشی را با نسبت مدفون شدگی از خود نشان داد [6]. هانا[3] و همکاران در سال ۲۰۱۵، بررسی‌هایی تحلیلی و آزمایشگاهی روی ظرفیت بیرون کشیدگی مهارهای صفحه نواریِ سطحیِ مایل در ماسه انجام دادند. به صورت آزمایشگاهی، حالتی از نمونه واقعی به منظور اندازه گیریِ بار بیرون کشیدگی و جابه‌جایی مهارهای صفحه‌ای در ماسه متراکم و بیشتر برای نمایش سازوکار گسیختگی مهار و توده خاک ایجاد شد. به صورت تحلیلی، مفهوم روش تحلیلیِ تعادل حدیِ پلاستیک برای ایجاد مدل تحلیلی استفاده شد تا بتوان سازوکار گسیختگی مشاهده شده در جریان بررسی آزمایشگاهی را بکار گرفت. در این بررسی، اثر اتساع ماسه متراکم، انعطاف صفحه، و ضریب شکل مورد آزمایش قرار گرفتند. پس از اعتبار سنجیِ تئوریِ گسترش یافته با نتایج آزمایشگاهی حاضر و داده‌های موجود در ادبیات پژوهش، مدلی تحلیلی برای بسط داده‌ها برای دامنه وسیعی از حالت‌های شیب مهار/ خاک/ هندسه استفاده شد. در نهایت روند طراحی برای استفاده مهندسین اجرایی پیشنهاد شد [7]. جلالی و زاد[4] ۲۰۱۹ به بررسی مطالعه آزمایشگاهی عملکرد مهارهای صفحه‌ای در دیوار خاک مسلح پرداختند که نشان داد تاثیر شکل هندسه صفحه مهارها (دایره‌ای و مربعی) روی کنترل جابه‌جایی افقی کمتر از ۵ درصد هست. همین‌طور در مقایسه تغییر شکل دیواره عملکرد بین سه آرایش مربعی، پنج مهاره و لوزی نشان دادند که آرایش لوزی عملکرد بهتری نسبت به آرایش مربعی دارد و با توجه به اینکه آرایش لوزی یک مهار کمتر از آرایش پنج مهاره دارد می تواند گزینه بهتری نسبت به هر دوی آن‌ها باشد.

در این مقاله نتایج حاصل از مدلسازی آزمایشگاهی دیوارهای حائل با مهارهای صفحه‌ای تحت بارگذاری استاتیکی گزارش شده است. موارد مورد بررسی عبارت از اثر

1 Aldaikh
2 Niroumand and kassim
3 Hanna
4 Jalali and zad

تعداد صفحات، محل قرارگیری پاشنه بارگذاری و مشاهده سطح لغزش بحرانی با روش سرعت‌سنجی تصویری ذرات (PIV) و بررسی جابه‌جایی دیواره در هر کدام از این موارد بوده است. به منظور مشاهده سطح لغزش بحرانی از تکنیک PIV استفاده شده است [8]. PIV که یک روش پردازش تصویری بوده و ابتدا در شاخه سیالات و مشاهده مسیر جریان ذرات گاز و سیال استفاده شده، توسط وایت[1] و همکاران در سال ۲۰۰۱ برای استفاده در مدلسازی‌های ژئوتکنیکی مورد استفاده قرار گرفت و تابحال گزارش‌های کمی از استفاده آن در مشاهده گوه گسیختگی دیوارهای حائل مشاهده شده است [9].

شکل ۱ الف. مهار صفحه‌ای افقی ب: مهار صفحه‌ای قائم

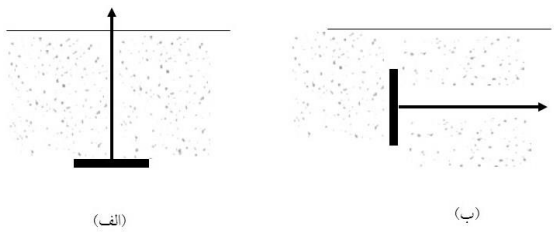


Fig. 1. (A) Horizontal plate anchor (B) Vertical plat nchor

با مطالعه پژوهش‌های گذشته در مورد مهارهای صفحه‌ای، بررسی‌های گسترده‌ای روی مهارهای صفحه‌ای افقی و بررسی حالات مختلف در نیروهای بیرون کشش مشاهده شد اما، پژوهش در مورد مهارهای صفحه‌ای قائم (که در دیوار بکار رفته باشد) مورد توجه کمتری قرار گرفته است. از این رو رفتار دیوار حائلی که خاک پشت آن با مهار های صفحه‌ای مسلح شده است در محیط آزمایشگاهی بسیار حائز اهمیت است. حالت‌های مختلف این مهارها مقادیر متفاوتی از جابه‌جایی افقی دیواره، شکل سطح لغزش بحرانی و ظرفیت باربری دیواره را نشان خواهد داد [10]. شکل (۱) شماتیک مهار صفحه‌ای را نشان داده است.

۲- مدل‌سازی آزمایشگاهی

۲-۱- محفظه آزمایش

در مقیاس آزمایشگاهی، از ضریب مقیاس ۰/۱ استفاده شده است. بر این اساس، تمام طول‌های حاضر در آزمایش بر عدد ۱۰ تقسیم شدند. از این رو، برای مدلسازی دیوار حائل واقعی با ابعاد مربع به عرض و ارتفاع ۵ متر(از دید نما)، ابعاد مدلسازی دیوار به ۵۰ سانتی‌متر در مقایس آزمایشگاهی کاهش یافته است.

برای ساخت دیوارهای حائل از محفظه‌ای به طول ۱۲۰ سانتی‌متر، عرض ۵۰ سانتی‌متر و عمق ۸۰ سانتی‌متر استفاده شده است. مقدار بیشتر طول و عمق محفظه با هدف جلوگیری از آثار مرزی بوده و عرض ۵۰ سانتی‌متری محفظه، برابر با طول دیواره، به منظور حصول اطمینان از برقراری کامل شرایط کرنش مسطح بوده است.

به منظور مشاهده سطح خاک در یک سمت دیواره و امکان عکسبرداری در جریان آزمایش‌ها، از پلکسی گلس با ضخامت مناسب ۲۰ میلی‌متر برای یک وجه محفظه استفاده شده است.

برای جلوگیری از فرار خاک، صفحات داخلی محفظه که در تماس با خاک بودند، از گوشه‌ها خم‌کاری شده است. علاوه بر این در وجه پشتی دیواره یعنی سطح تماس خاک با سطح فلزی درون محفظه، یک ورق پلاستیکی پلی‌اتیلن به ضخامت ناچیز یک میلی‌متر به وجه فلزی چسبانده شده تا اصطکاک خاک و وجه فلزی محفظه به کمترین مقدار ممکن رسانده شود. مطالعات نشان داده است با قرار دادن ورق پلاستیک پلی اتیلن روی وجوه محفظه آزمایش، کاهش زاویه اصطکاک میان وجوه و خاک به کمتر از ۵ رسیده است [10].

۲-۲- خاک

برای مشاهده گوه گسیختگی تشکیل شده داخل خاک با روش سرعت سنجی تصویری ذرات (PIV) نیاز است از نمونه خاکی استفاده شود که رنگبندی دانه‌های آن روشن و شفاف باشد تا نرم‌افزار تحلیل گر در سری تصویر برداری‌های حین بارگذاری بتواند حرکت خاک را به صورت واضح نمایش

1 white

دهد. در آزمایش‌ها ماسه خشک منطقه صوفیان استان آذربایجان شرقی- ایران به کار رفته است. ماسه استفاده شده بر اساس طبقه بندی متحد دارای دانه‌بندی یکنواختی بوده و ماسه بد دانه‌بندی SP است. جدول (۱) مشخصات فیزیکی و شکل (۲) منحنی دانه‌بندی خاک را نشان داده است.

جدول ۱. مشخصات فیزیکی خاک

Value	Description
1.36	Coefficient of uniformity
0.87	Coefficient of curvature
0.22	Effective grain size(mm)
0.28	Medium grain size(mm)
0.82	Maximum void ratio
0.54	Minimum void ratio
28	Friction angle(degree)
16.67	($\gamma_{,KN/m^3}$) unit weight

Table. 1. Physical properties of the soil

شکل ۲ . اندازه ذرات خاک

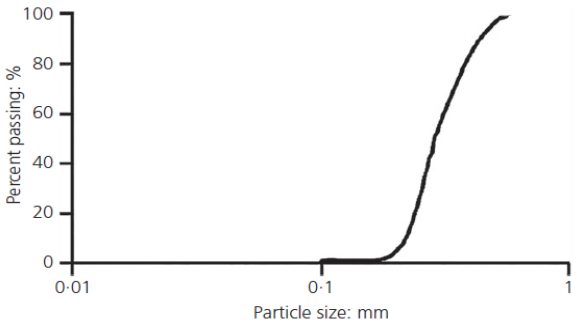


Fig. 2. Grain-size distribution

۳-۲- پاشنه بارگذاری

برای ایجاد رعایت شرایط کرنش مسطح طول پی بارگذاری، مساوی عرض محفظه در نظر گرفته شده است و برای جلوگیری از هرگونه اصطکاک بین پی و بدنه محفظه، طول پی معادل ۴۹/۹ سانتی‌متر (یک میلی‌متر کمتر از عرض محفظه) در نظر گرفته شده است. عرض پی معادل ۱۰ سانتی متر و ضخامت آن نیز ۳ سانتی‌متر است. برای رعایت حفظ تقارن نشست پی پس از بارگذاری و اصطکاک حداقل بین سطح پی و خاک، سطوح پی کاملا صیقل داده شده است.

۴-۲- مهار های صفحه ای

ابعاد صفحات مهاری‌ها و طول میل مهارها با توجه به دامنه متداول اجرایی در نظر گرفته شده است. طول میل مهارها بر اساس ضریب کاهنده ۰/۱ مقدار ۵۰ سانتی‌متر (معادل طول دیواره H) و ضخامت آن‌ها ٤ میلی‌متر در نظر گرفته شد. هر دو سر میل مهارها برای اتصال به صفحات مهاری از یک سو و اتصال به رویه از سوی دیگر رزوه شده است. با توجه به عدم اثر چشمگیر هندسه صفحات مهاری در عملکرد دیواره، هندسه مربع (با توجه به قابلیت برشکاری و اجرای آسانتر) برای صفحات مهاری انتخاب شده است [8].

جدول ۲ مشخصات میل مهارها و صفحات مهاری

Tie rod diameter (mm)	Tie rod length (mm)	Plate thickness (mm)	Side length/ plate (mm)		Plats shape
40	5000	30	500	prototype	Single palte
4	500	3	50	model	
40	5000	30	354	prototype	Double palte
4	500	3	35.4	model	

Table. 2. Properties of the plate anchors

در اجرای مهارهای صفحه‌ای بر اساس ظرفیت باربری مورد نیاز، صفحات در اندازه‌های مختلفی طراحی شده و بکار گرفته می‌شود. در این پژوهش، صفحات مربعی شکل با دو اندازه متداول ۳۰۰ الی ۵۰۰ میلی‌متر در مقیاس واقعی بررسی شده که هنگام اعمال مقیاس ابعادی ۰/۱ به آن، اندازه ضلع ۳۰/٥٤ و ۵۰ میلی‌متری انتخاب شده است به این دلیل که سطح صفحات ثابت در نظر گرفته شده و تاثیر متغیر تعداد در عملکرد دیواره مشاهده شود. ضخامت صفحات مهاری در کارهای پژوهشگران گذشته بسیار متغیر بوده و گستره متنوعی داشته است. بر این اساس، ضخامت صفحات مهاری به اندازه ای انتخاب شد تا صفحات کاملاً صلب باشند تا از تاثیرگذاری به عنوان یک پارامتر دخیل بر نتایج آزمایش خارج شود. بعد از انجام هر آزمایش نیز صفحات مهاری مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی‌ها نشان داد که هیچ‌گونه تغییرشکل یا اعوجاجی به علت ضخامت مناسب آنها مشاهده نشد و صفحات با توجه به مقیاس آزمایشگاهی مدل‌ها صلب بوده‌اند. شایان ذکر است، عمدتا در صنعت ساخت مهارهای مکانیکی و به ویژه مهارهای صفحه‌ای، ضخامت صفحات مهاری درگستره دو الی چهار

سانتی‌متر (به منظور لحاظ مقوله خوردگی) قرار دارند. بنابراین انتخاب ضخامت ۳ میلی‌متری به عنوان ضخامت مقیاس شده آزمایشگاهی، منطقی و رضایت‌بخش بوده است.

شکل ۳ . نمونه صفحات مهاری (تک صفحه و دو صفحه)



Fig. 3. Sample of plate anchors

برای در نظر گرفتن فاصله بین صفحات مسلح کننده‌های مربعی دو صفحه‌ای در طول میل مهاری، باید اعداد در محدوده بین کمینه ۲/٦ تا ٤/٦ برابر قطر صفحه مهار دایره‌ای در نظر گرفته شود تا از تداخل حباب‌های تنش جلوی صفحات جلوگیری شود [11]. در این مقاله فاصله بین مهارهای دو صفحه‌ای مربعی معادل‌سازی شده و مقدار ثابت ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شده است. با توجه به مطالعات گذشته (جلالی، زاد [8]) عملکرد غیرفعال[1] دیوار حائل، عدم عملکرد سختی خمشی در میل مهارها و ثابت بودن جنس مصالح میل مهارهای مدلسازی شده با میلگرد فولادی استفاده شده در ابعاد واقعی (ثابت نگه داشتن مدول الاستیسیته)؛ سختی محوری (EA) در مدل‌سازی تاثیرگذار و اهمیت دارد. بنابراین، کاهش ابعاد میل مهارها با ضریب مقیاس ۰/۱ برای مدلسازی، تاثیر متغیر سختی محوری را به خوبی در هماهنگی با واقعیت کنترل کرده است.

۵-۲- آرایش قرارگیری مسلح کننده‌ها

فواصل افقی و عمودی مسلح کننده‌های passive (پس کشیده نشده) مثل میخ‌های دوغابی و مارپیچ و مسلح کننده‌های active مانند مهارهای دوغابی و مارپیچ در بازه ۱ تا ۳ متر گزارش شده است [11]. از آنجایی که این عمل روی این نوع از مهارهای صفحه‌ای انجام نمی‌شود، فواصل افقی و عمودی ۳ متری برای آنها انتخاب شده است که با ضرب آن در ضریب کاهنده مقیاس ۰/۱ مقدار ۳۰ سانتی‌متر برای فواصل مرکز تا مرکز مسلح کننده‌ها در دیوار بدست آمده است. با توجه به اینکه چیدمان لوزی عملکرد به مراتب بهتری نسبت به چیدمان مربعی داشته است، چیدمان لوزی (که از چیدمان‌های رایج در دیوارهای حائل است) انتخاب شد که به صورت شماتیک در شکل (٤) نشان داده شده است. فاصله افقی صفحات مهاری از وجوه طولی محفظه به میزان ۱۰ سانتی‌متر بوده و اندازه‌ای مناسب به منظور جلوگیری از اثرگذاری شرایط مرزی هستند.

شکل ۴ چیدمان و فواصل مسلح کننده ها

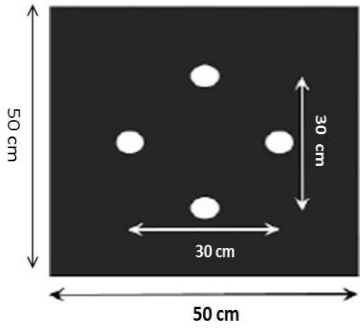


Fig. 4. Reinforcement configurations

تعدادی آزمایش روی سه مهار مربعی شکل برای تعیین نسبت S/B انجام شده است (S فاصله مرکز به مرکز میل مهارها و B ضلع صفحات مهاری است). در آزمایش انجام شده، گروه مهار صفحه‌ای حاوی سه مهار با اندازه هر ضلع ۱۰۰ میلی متر بوده است. در این مطالعه مشاهده است که در ۳ تا ٤ =S/B ، اثر تداخل از بین خواهد رفت [1]. نکته قابل توجه دیگر در این رابطه، گسیختگی بلوکی خاک‌های ماسه‌ای است که تحت بیرون کشش این مسلح کننده‌ها، سطوح گسیختگی به موازات میل مهار و از لبه‌های صفحه مهار بوده و فرار ذرات خاک از روی صفحات در جابه‌جایی های بزرگ اتفاق خواهد افتاد. برای رویه دیوارهای حائل دائمی بیشتر از مقاطع بتنی پیش ساخته یا یکپارچه بتن ریزی شده با ضخامت رایج ۳۰ سانتی

1 passive

متر استفاده می‌شود. وود[1] در سال ۲۰۰۳ با انجام آنالیز ابعادی، چهار نوع مصالح با ضخامت‌های مختلف را به عنوان رویه بتنی ۳۰ سانتی‌متری در مدلسازی‌های آزمایشگاهی معرفی نمود که در جدول (۳) نشان داده شده است [12]. بر این اساس از ورق آلومینیومی با ضخامت ۰ / ۹ میلی‌متر در آزمایش‌ها استفاده شده است.

جدول ۳. مصالح معادل برای شبیه سازی رویه بتنی ۳۰ سانتی‌متری [12]

t_m(mm)	E_m(Gpa)	Facing material
0.64	210	Steel
0.9	70	Aluminium
1.75	10	Microconcrete
3.9	0.9	Polypropylene

Table. 3. Equivalent materials for simulating a 30 (cm) concrete facing [12]

۳- انجام آزمایش ها و بررسی مدل‌ها

برای ساخت مدل آزمایشگاهی مسلح کننده‌ها با دقت در جای مناسب قرار گرفته و خاکریزی تا تاج رویه ادامه خواهد یافت. برای خاکریزی داخل محفظه به صورت فواصل یکسان علامت‌گذاری شده و با توجه به وزن مخصوص طبیعی خاک، وزن ثابتی از خاک در هرلایه به صورت بارش خشک قرار داده شده و تراکم نسبی در آزمایش‌ها ثابت در نظر گرفته شده است. در هنگام مراحل نصب دیوار با استفاده از ابزار دقیق (تراز لیزری و گیج تغییر مکان مقابل دیوار) از عدم انحراف دیواره اطمینان حاصل شده است. در ادامه و پس از پایان ساخت صحیح دیواره با نصب ابزار دقیق که شامل سه گیج تغییر مکان است، جابه‌جایی افقی در تاج، وسط و پایین دیواره با فواصل یکسان در هر مرحله از بارگذاری قرائت شده است. میزان بار اعمالی توسط یک مجموعه کالیبره شده لودسل با ظرفیت باربری ۲ تن و نمایشگر[2] با دقت اندازه‌گیری ۱ گرم، نشست پاشنه بارگذاری از طریق دو عدد جابه‌جایی سنج که به صورت عمودی در دو سر پاشنه بارگذاری نصب شده، با فاصله یکسان ۱۰ سانتی‌متر از مرکز پاشنه بارگذاری قرائت و ثبت شده است. به منظور دستیابی به دقت مناسب در بارگذاری، با نصب یک جابه‌جایی سنج روی شفت متحرک سیستم بارگذاری، از روش بارگذاری کرنش ثابت با میزان جابه‌جایی ۵ میلی‌متر در هر مرحله بارگذاری، تحت سرعت ثابت استفاده شده است. هر آزمایش در ۸ مرحله انجام شده است که مرحله اول فاقد اعمال بار بوده و عکس اول (مرجع) از سطح خاک گرفته شده است. مقدار بار وارد شده، میزان نشست پاشنه بارگذاری و جابه‌جایی‌های افقی دیواره در هر مرحله بارگذاری ثبت شده و پس از عکسبرداری از سطح خاک، آزمایش ادامه یافته است. تعداد دفعات بارگذاری ۷ مرتبه و تا رسیدن به نشست نهایی ۳۵ میلی‌متر که ۳۵ درصد عرض پاشنه بارگذاری نواری، ادامه یافته است.

شکل ۵ . محفظه آزمایش

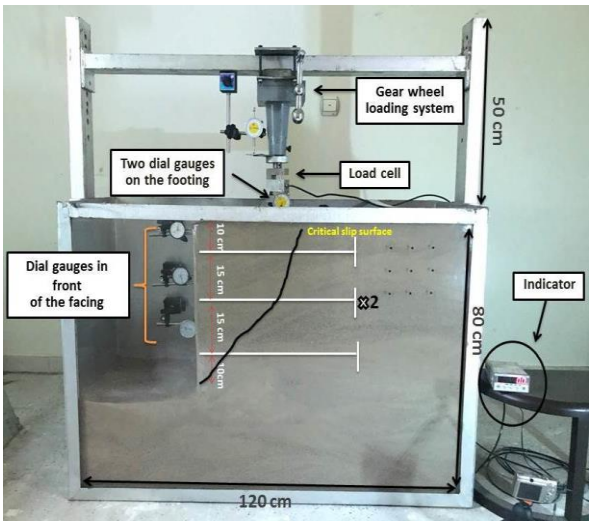


Fig. 5. Test chamber

تمام عکس‌برداری‌ها بدون دخالت دست و توسط نرم افزارهای کنترل‌گر انجام شده است. لازم به ذکر است زمان انجام آزمایش حین عکسبرداری از حرکت خاک پشت دیوار در صورت کوچکترین حرکت دوربین، نرم‌افزار تحلیلگر سرعت سنجی تصویری ذرات، دچار خطا شده و آزمایش‌ها بارها از ابتدا تا دستیابی به نتیجه صحیح از ابتدا تکرار شده است. نورپردازی، استفاده از ابزار دقیق، ثبت و تحلیل داده‌ها از دیگر موارد مورد توجه در طول انجام پژوهش‌ها بود. شکل (۵) نمای کلی محفظه آزمایش و شماتیکی از اجزا آن را به نمایش گذاشته است.

1 Wood
2 indicator

در آزمایش‌های انجام شده به مقایسه عملکرد مهار تک صفحه قائم (SP[1]) و مهار دوصفحه قائم (DP[2]) در شرایط D/H = ۰/٤ و D/H = ۰/۳ (D فاصله پی تا تاج دیوار و H ارتفاع دیوار است) پرداخته شده است. شکل (٦) شماتیک دیوار حائل ساخته شده را نشان داده است.

شکل ۶ . شماتیک دیوار حائل ساخته شده

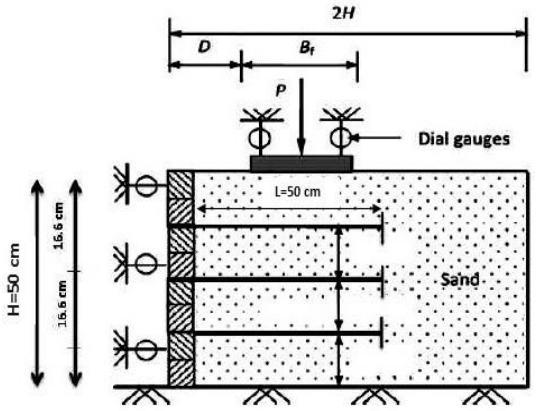


Fig. 6. Schematic view of the model test

برای بررسی عملکرد دیوار، میزان جابه‌جایی افقی دیواره در بالا، وسط و پایین دیواره و میزان قابلیت باربری مشاهده شده است. همینطور میزان تاثیر نسبت (D/H) روی جابه‌جایی افقی تاج، وسط و پایین دیواره) مشاهده و بررسی شده است. در انتها با تکنیک PIV گوه گسیختگی ایجاد شده در پشت دیواره مسلح شده با مهار تک و دو صفحه نیز نشان داده شده است.

نتایج آزمایش‌ها

٤-۱- تاثیر تعداد صفحات مهاری

همانطور که در شکل های (۷ و ۸) نشان داده شده است، با افزایش تعداد صفحات مهاری نصب شده روی میل مهارها (با ثابت نگه داشتن سطح مقطع و میزان استفاده از مقدار مصالح یکسان)، دیواره به طور قابل ملاحظه‌ای عملکرد مناسب تری را نشان داده است. در تاج دیوار (بالاترین قسمت دیوار) حرکت افقی دیوار رشد سریع تری نسبت به وسط و پایین دیوار داشته است و طبق نتایج مشخص شده در نمودار رشد جابه‌جایی افقی در چهار مرحله اول بارگذاری سریع‌تر، و در مراحل بعدی با شیب کمتری اتفاق افتاده است که این موضوع نشان می‌دهد که پس از افزایش بارگذاری درگیری صفحات در خاک بیشتر شده و در نهایت جابه‌جایی افقی بهتر کنترل شده است. با ثابت نگه داشتن تمام پارامترهای موجود و همینطور مقدار سطح یکسان، با افزایش تعداد صفحه های مهاری (کاهش ابعاد صفحات)، در بالاترین قسمت دیوار (تاج دیوار) ۱۳/۷۲ درصد، در وسط دیوار۱۱/٤۰ درصد و در پایین دیوار درصد ۱۰/٦٥ برای مهار های دو صفحه‌ای کاهش جابه‌جایی افقی دیواره مشاهده شده است.

شکل ۷ . تغییر مکان افقی دیوار در برابر نشست با نسبت D/H=0.4

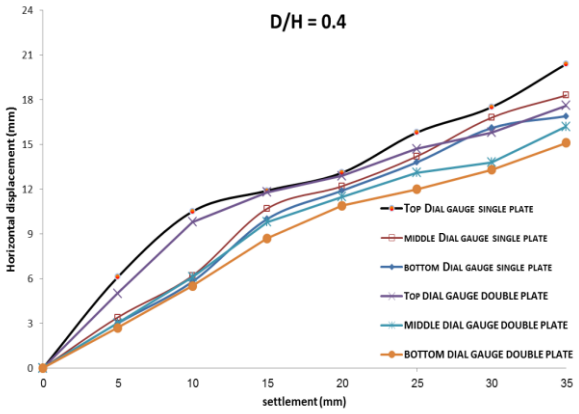


Fig. 7. Horizontal displacement of wall across settlement with D/H=0.4 ratio

قابلیت باربری دیوار مسلح شده با دو نوع مهار تک و دو صفحه در شکل (۸) نشان داده شده است. با افزایش تعداد صفحات مهاری (با ثابت نگه داشتن سطح مقطع و میزان استفاده از مقدار مصالح یکسان) میزان ظرفیت باربری ۲۱/۹٦ درصد در مهار های دو صفحه افزایش یافته است. با توجه به روند نمودار در ابتدای بارگذاری نقش کمتری از درگیری صفحات مشاهده شده است که با افزایش بارگذاری و تشکیل حباب‌های تنش جلوی صفحات بارگذاری، افزایش تعداد صفحات مهاری به خوبی باعث افزایش قابلیت باربری دیوار شده است.

1 Single plate
2 Double plate

شکل ۸ . قابلیت باربری دیوار در مقابل نشست (نسبت D/H=0.4)

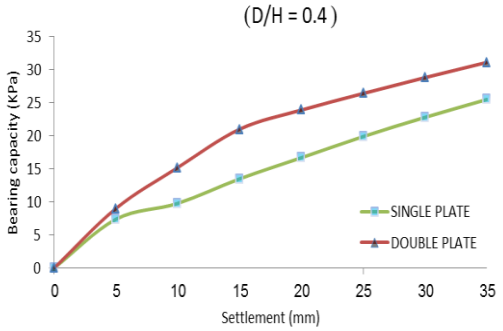


Fig. 8. Bearing capacity of wall across settlement with D/H=0.4 ratio

۴-۲- تاثیر کاهش نسبت D/H

در شکل (۹ و ۱۰) با تغییر دو نسبت D/H=0.3 و D/H=0.4 (کاهش فاصله پی تا تاج دیوار) مقایسه عملکرد مهارهای تک و دو صفحه انجام گرفته است. با نسبت D/H=0.3 جابه‌جایی افقی دیوار مهار شده با مهار تک صفحه در قسمت تاج ۱۶/۱ درصد، در وسط دیوار ۱۳/۱ درصد و در پایین دیوار ۱۰/۶۵ درصد افزایش یافته است. با نسبت D/H=0.3 جابه‌جایی افقی دیوار با مهار دو صفحه در قسمت تاج ۱۴/۷ درصد، در وسط دیوار ۷/۲ درصد ودر پایین دیوار ۶/۶ درصد افزایش یافته است. از نگاهی دیگر با افزایش فاصله پاشنه بارگذاری از صفحات مهاری درون خاک عملکرد دیوار به طور چشمگیری کاهش یافته است که اثر مخرب این فاصله در مهارهای دو صفحه کمتر بوده است.

شکل ۹ . تغییر مکان افقی دیوار در برابر نشست با نسبت D/H=0.3

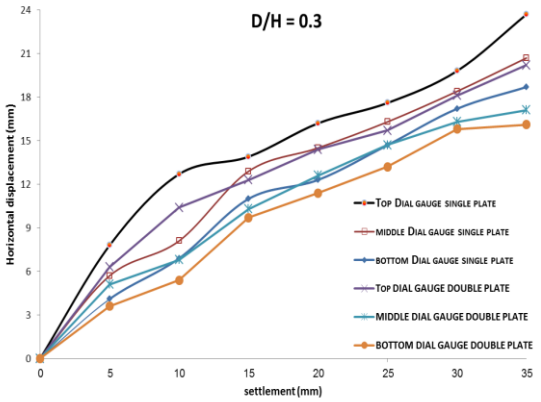


Fig. 9. Horizontal displacement of wall across settlement with D/H=0.3 ratio

پس از تغییر نسبت D/H، به بررسی قابلیت باربری دیوار در حالت D/H=0.3 پرداخته شده است. شکل (۱۰) قابلیت باربری دیوار حائل با مهار تک صفحه و دو صفحه را نشان داده است. کاهش ظرفیت باربری (پس از تغییر D/H=0.4 به D/H=0.3) در دیوار حائل با مهار تک صفحه را ۱۸/۸۶ درصد و دیوار حائل با مهار دو صفحه را ۲۷/۳۳ درصد نشان داده است. با توجه به روند نمودار زیر، با فاصله گرفتن پاشنه بارگذاری از صفحات مهاری، نقش این صفحات در ظرفیت باربری به مراتب کمرنگ تر شده و عملکرد مهارهای تک و دو صفحه نزدیک‌تر و شبیه‌تر شده است.

شکل ۱۰ . قابلیت باربری دیوار در مقابل نشست (نسبت D/H=0.3)

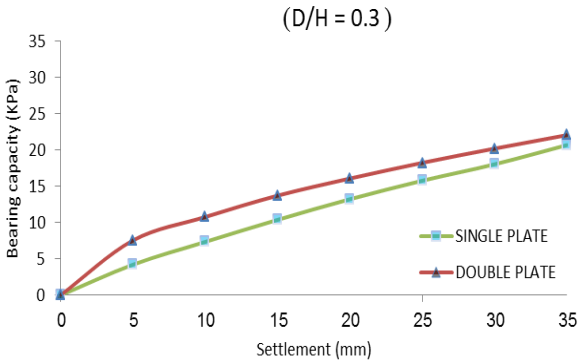


Fig. 10. Bearing capacity of wall across settlement with D/H=0.3 ratio

۴-۳- نتایج سرعت سنجی تصویری ذرات خاک (PIV)

نتایج حاصل از پردازش PIV روی ۸ تصویر عکسبرداری شده در شکل‌های (۱۱ و ۱۲) برای دیوار مسلح شده با مهار تک صفحه و مهار دو صفحه نشان داده شده است. ستون سمت راست تصاویر، معرف محدوده کرنش‌های ذرات خاک است. مشاهده می‌شود که در دیوار با مهار تک صفحه گوه گسیختگی بطور کامل در عمق خاکریز تشکیل شده و تا پشت رویه ادامه یافته و در سمت مقابل، در دیوار با مهار دو صفحه از شدت آن کاسته شده است. گستره کرنش‌های ایجاد شده در سطح لغزش بحرانی برای مهار دو صفحه به میزان قابل ملاحظه ای کوچکتر از کرنش‌های سطح لغزش در مهار تک صفحه است. با توجه به تصاویر PIV تمام کرنش‌های ذرات

خاک در مقطع عرضی خاک به وضوح بیانگر بهبود پایدار کلی و در نهایت عملکرد بهتر دیوار حائل با مهار دو صفحه ای است. تاثیرگذاری بیشتر تعداد نسبت به ابعاد مسلح کننده در تصاویر PIV، هم راستا با نتایج عددی حاصل شده برای جابه‌جایی کمتر و قابلیت باربری بیشتر است.

برای مقایسه میزان عمق و شکل گوه گسیختگی در حالت D/H=0.3 در شکل‌های (۱۳ و ۱٤) تصاویر PIV آزمایش‌ها با نسبت مذکور نمایش داده شده است. همانگونه که از نمودارهای جابه‌جایی و قابلیت باربری انتظار می‌رفت پس از کاهش نسبت D/H عمق گوه گسیختگی و میزان تنش در جلوی سطح لغزش در مقایسه با D/H=0.4 افزایش یافته است.

شکل ۱۱ . نتیجه PIV دیوار با مهارتک صفحه (D/H=0.4)

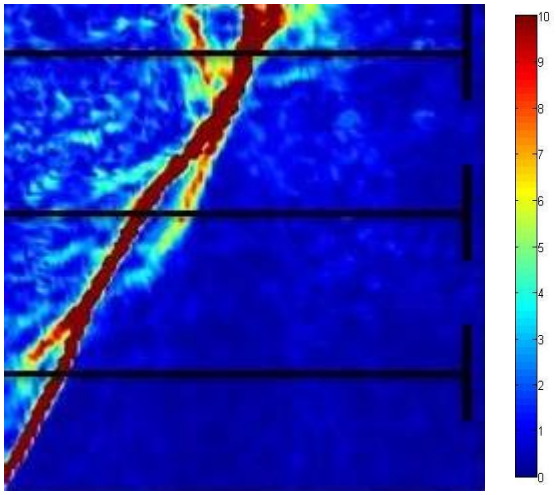


Fig. 11. PIV resulte of wall with Single plate anchore (D/H=0.4)

شکل ۱۲. نتیجه PIV دیوار با مهاردو صفحه (D/H=0.4)

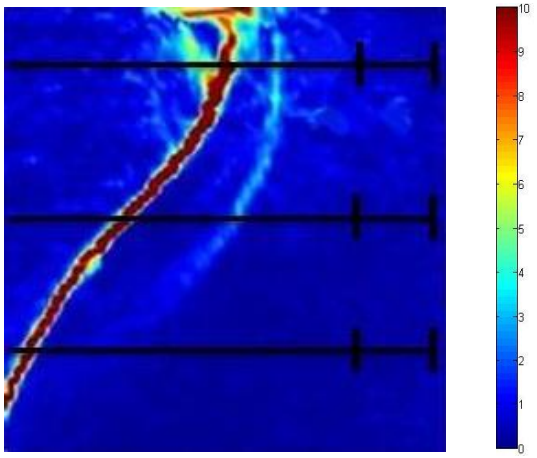


Fig. 12. PIV resulte of wall with Double plate anchore(D/H=0.4)

شکل ۱۳. نتیجه PIV دیوار با مهار تک صفحه (D/H=0.3)

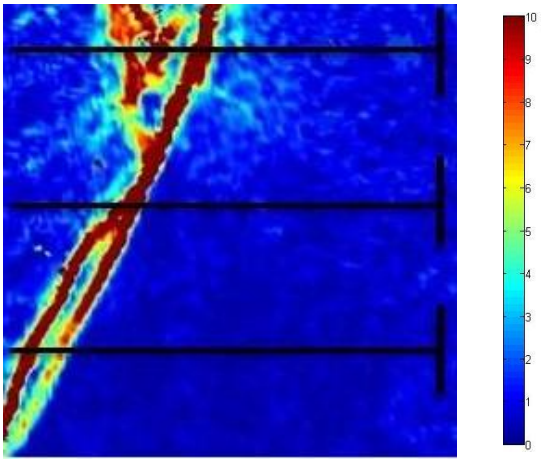


Fig. 13. PIV resulte of wall with Single plate anchore (D/H=0.3)

شکل ١٤. نتیجه PIV دیوار با مهار دو صفحه (D/H=0.3)

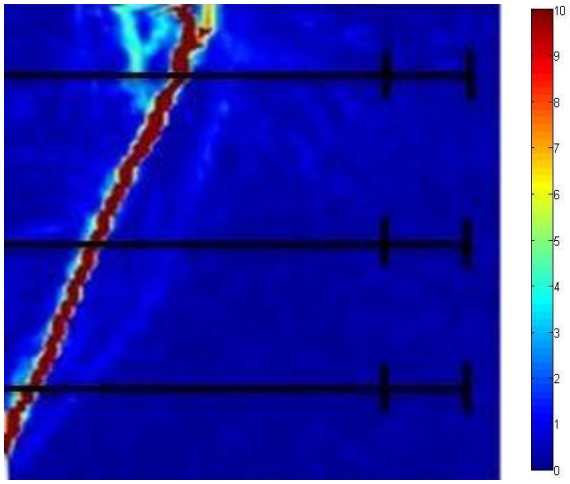


Fig. 14. PIV resulte of wall with Double plate anchore (D/H=0.3)

همینطور دیوار حائل با مهاربند دو صفحه با کاهش عمق خط گوه گسیختگی و کاهش تنش در المان خاک مواجه شده است که این به منظور بهبود عملکرد دیوار حائل با مهار دو صفحه است.

۴- بحث و نتیجه گیری

در این مقاله با انجام آزمایش‌ها در محیط 1g و وجود اثر مقیاس، مواردی عمدتا کیفی برای بررسی پایداری کلی دیوار حائل با مهار صفحه‌ای بررسی شده است. برای مشاهده تاثیر تعداد صفحات مهاری، با ثابت نگه داشتن سطح مقطع صفحات، تعداد مهارها با کاهش ابعاد، افزایش یافته است. با

افزایش تعداد صفحات جابه‌جایی افقی در تاج دیواره ۱۳/۷۲ درصد، در وسط دیوار۱۱/٤۰ درصد و در پایین دیوار درصد ۱۰/٦٥ کاهش یافته است. با افزایش تعداد صفحات مهاری (سطح مقطع صفحات ثابت)، قابلیت باربری دیوار حائل با مهار دو صفحه ۲۱/۹٦ افزایش یافته است. با کاهش نسبت D/H از مقدار ۰/٤ به ۰/۳ میزان جابه‌جایی افقی در دیوار با مهار تک صفحه در قسمت تاج ۱٦/۱ درصد، در وسط دیوار ۱۳/۱ درصد و در پایین دیوار ۱۰/٦٥ درصد و برای دیوار با مهار دو صفحه در قسمت تاج ۱٤/۷درصد، در وسط دیوار ۷/۲ درصد و در پایین دیوار ٦/٦ درصد افزایش یافته است. با مشاهده و تحلیل تصاویر PIV کاهش عمق گوه گسیختگی، کاهش میزان کرنش ذرات خاک در پشت دیوار حائل به طور چشمگیری با افزایش تعداد صفحات مهاری مشاهده شده است. با کاهش نسبت D/H در تصاویر PIV افزایش عمق گوه گسیختگی و تنش های ناشی از اعمال بارگذاری مشاهده است که بیانگر پایداری کلی کمتر دیوار حائل است. نتایج زیر پس از بررسی و تحلیل آزمایش‌ها به دست آمده است:

- افزایش تعداد صفحات مهاری داخل خاک تاثیر بیشتری نسبت به ابعاد صفحات در کاهش جابه‌جایی افقی دارد. علت این اتفاق افزایش سطح درگیری خاک و صفحات مهاری در پشت گوه گسیختگی است. با توجه به نمودارهای نشست جابه‌جایی مشخص است که با شروع بارگذاری روند افزایش جابه‌جایی افقی دیوار به سرعت اتفاق می‌افتد. پس از سه تا چهار مرحله اعمال بارگذاری سرعت افزایش جابه‌جایی افقی با شیب کمی کاهش پیدا کرده است که این موضوع بیان می‌کند که نیروی مقاوم بیشتری مقابل صفحات مهاری پس از اعمال چند مرحله بارگذاری افزایش می‌یابد.

- افزایش تعداد صفحات مهاری باعث تاثیر چشمگیری در افزایش قابلیت باربری دیواره است و می‌توان بارگذاری بیشتری روی خاک پشت دیوار انجام داد و به طور کلی دیوار با افزایش تعداد صفحات مهاری شرایط پایداری و عملکرد مناسب‌تری دارد.

- با افزایش تعداد صفحات مهاری گوه گسیختگی ضعیف تری در خاک شکل گرفته است. سطح تنش ایجاد شده در خاک با افزایش تعداد صفحات (کاهش ابعاد صفحات) افزایش پیدا کرده است و شکم دادگی دیواره با توجه به چیدمان مسلح کننده‌ها در وسط دیواره به خوبی کنترل شده است.

- با افزایش فاصله از پاشنه بارگذاری تا صفحات مهاری، تاثیر صفحات مهاری در کنترل جابه‌جایی افقی و افزایش قابلیت باربری کاهش یافته است. در همین راستا رفتار مهار تک و دو صفحه به هم شبیه‌تر شده و میزان تاثیرگذاری آن‌ها بر عملکرد دیواره با تفاوت کمی مشاهده شده است.

- میزان جابه‌جایی افقی در دیواره با فاصله پاشنه بارگذاری از دیواره رابطه عکس داشته است و باعث تضعیف چشمگیر عملکرد دیواره شده است، بنابراین برای کنترل جابه‌جایی افقی دیواره می‌توان برای کاهش شدت تشکیل گوه گسیختگی فاصله بارگذاری تا تاج را مد نظر قرار داد.

- در این مقاله بهترین عملکرد دیواره در شرایط مهار دو صفحه‌ای و نسبت D/H =۰/٤ اتفاق افتاده است که نشان می دهد تعداد بیشتر صفحات مهاری و فاصله پاشنه بارگذاری از تاج دیواره از عوامل تاثیرگذار و مهم در بهبود عملکرد دیوار حائل پایین به بالای مهار شده با مهار مکانیکی صفحه‌ای است.

منابع و مراجع

[1] b.m. Das & Shukla. 2013 Earth anchors, J. Ross Publishing.

[2] Y. Yang & H. Yu. 2010 Finite element analysis of anchor plates using non-coaxial models, Journal of Rock mechanics and geotechnical engineering, 2(2) 178-187.

[3] B. Singh & B. Mistri. 2011 A study on load capacity of horizontal and inclined plate anchors in sandy soils, Int J Eng Sci Technol, 3(9) 6914-6922.

[4] S. Bildik, M. Laman & M. Suleiman. 2013 Uplift behavior of anchor plates in slope, pp. 1795-1803.

[5] H. Aldaikh, J. Knappett, M. Brown & S. Patra. 2014 Evaluation of monotonic ultimate pull-out capacity of plate anchors in sand, 3 291-297.

[6] H. Niroumand & K.A. Kassim. 2014 Uplift Response of Irregular Shape Anchor in Sand, Soil Mechanics and Foundation Engineering, 51(1) 23-28.

[7] A. Hanna, A. Foriero & T. Ayadat. 2015 Pullout capacity of inclined shallow single anchor plate in sand, Indian Geotechnical Journal, 45(1) 110-120.

[8] M.J. Moghadam, A. Zad, N. Mehrannia & N. Dastaran. 2019 Experimental study on the performance of plate anchor retaining walls, International Journal of Physical Modelling in Geotechnics, 19(3) 128-140.

[9] D.J. White, W. Take & M. Bolton. 2001 Measuring soil deformation in geotechnical models using digital images and PIV analysis, pp. 997-1002.

[10] A.R. Tognon & R.K. Rowe, R.W. 1999 Brachman, Evaluation of side wall friction for a buried pipe testing facility, Geotextiles and Geomembranes, 17(4) 193-212.

[11] Acceptance Helical Pile Systems and Drvices, International Code Criteria for Council Evaluational Services (ICC-ES).

[12] D.M. Wood. 2003 Geotechnical modelling, CRC press.

Experimental evaluation of the performance of single and double plate anchors and observes the effect of loading distance for retaining walls

Shayan Azadimanesh[1], Hamidreza saba[2], Amirali zad[3*]

1-PhD candidate, Department of civil engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University
2-Assistant Professor, Department of civil and environmental engineering, tafresh University of Technology
3- Assistant Professor, Department of civil engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University

***a.zad@iauctb.ac.ir**

Abstract

Retaining walls have many applications of geotechnical activities, the most important of which is the control of lateral soil pressure. There are several methods for restraining retaining walls, including mechanical restraints buried in the soil. In this paper, the performance of the retaining wall restrained by single-plate and double-plate restraint under constant strain loading, which includes the load-bearing capacity of the wall, horizontal displacement and the effect of loading heel distance to wall height, is investigated. The effect of the mentioned cases on the shape of the wedge rupture has been observed by particle image velocimetry (PIV) method. Taking into account the scale coefficient of 0.1 and applying static loading in plane strain conditions, the test chamber with dimensions of 120 cm in length, 50 cm in width and 80 cm in height has been modeled and constructed. One side of the chamber is covered with 2 cm thick Plexiglas to observe the performance of the wall against the test variables. The chamber is filled with poorly graded sandy soil (SP) of Sufyan region of East Azerbaijan province with a specific weight of 16.67 kN / m3 and an internal friction angle of 28 ° and a constant density in the form of dry precipitation. The mechanical loading system consists of a loading jack coupled with a digital display and a load cell with an accuracy of 0.1 g placed on the ground, which can be measured by rotating the loading shaft at each stage, the amount of force applied to the loading heel and also The opening of the jack is measured by a displacement gauge with an accuracy of 0.1 mm. Accordingly, the lowest horizontal displacement and the highest bearing capacity are related to the control of two plates with the same surface. The first step is without load and the first image is formed from the soil surface without deformation. This work was continued in a total of 7 steps until reaching a settlement of 35 mm of the loading heel, followed by shooting at the end of each loading stage. Accordingly, the lowest horizontal displacement and the highest bearing capacity are related to the double plate with the same surface. Decreasing the ratio of loading heel distance to wall height has shown more load-bearing capacity and less horizontal displacement in the wall. According to the analysis of PIV results, the particle strain at the critical slip surface is obtained in double plate inhibitions smaller than the single plate inhibition, and by reducing the ratio of loading heel distance (D) to wall height (H), the amount of soil particle strain has increased significantly (the performance of the retaining wall has weakened) and by increasing the ratio of loading heel distance to wall height, the effect of inhibitory plates in control Horizontal displacement and increased bearing capacity (retaining wall performance has been improved). In this regard, by reducing the ratio of loading heel distance to wall height, the restraint behavior of single and double plates has become more similar and their effect on wall performance has been observed with a slight difference in the strain of soil particles.