

ارزیابی اقتصادی پایدارسازی گودها به روش ترکیبی میکروپایل و میل مهار خود حفار در مقایسه با روش سپرکوبی در خاکهای ماسه ای ساحلی

وحید مازندرانیان فرد^۱، شبیر ارشدنژاد^۲

۱- فارغ التحصیل کارشناسی ارشد عمران گرایش مدیریت ساخت دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات، vahidmazan@gmail.com
۲- استادیار گروه مهندسی معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد محلات، s_arshadnejad@yahoo.com

چکیده

با افزایش جمعیت در نواحی پر تراکم شهری و افزایش طبقات زیر زمینی عمق گود برداری ها افزوده گردیده که با افزایش عمق گود برداری خطرات ناپایداری و گسیختگی دیواره های گود به شدت افزایش می یابد پیاده سازی سازه نگهدارنده برای پایدار سازی گود به چندین روش امکان پذیر است روش ترکیبی میکروپایل و میل مهار خودحفارو استفاده از روش سپرکوبی ایمن ترین روش های حفاظت از گودها و ترانشه ها در مقایسه با سایر روش های تثبیت و پایدارسازی خاک می باشند در این مطالعه ارزیابی اقتصادی پایدارسازی گودها به روش ترکیبی میکروپایل و میل مهار خود حفار در مقایسه با روش سپرکوبی در خاکهای ماسه ای ساحلی مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا به جمع آوری اطلاعات طرح با جزئیات کامل اقدام گردیده است و سپس نسبت به آنالیز ریالی هر دو روش با استفاده از فهرست بهای رشته های سدسازی و شبکه جمع آوری و انتقال فاضلاب مصوب سال ۱۳۹۶ به صورت جداگانه اقدام شده است. همچنین با استفاده از نرم افزار MS Project برنامه زمانبندی هر دو روش ارائه گردیده است. با توجه به مطالعات انجام شده و بررسی و در نظر گرفتن مزایا و معایب هر کدام از روشها و تهیه برنامه زمانبندی، و لحاظ کردن شرایط مساوی و یکسان در یک پروژه مشخص از جنس خاک ماسه ای ساحلی با خاصیت فروریزشی مشخص گردید پایدار سازی گود به روش سپرکوبی در مقایسه با روش ترکیبی میکروپایل و میل مهار خود حفار به مراتب پیر هزینه تر و کند تر می باشد.

واژه های کلیدی: میکروپایل، میل مهار خودحفار، سپرکوبی، ارزیابی اقتصادی

۱-مقدمه

پایدارسازی گودها در خاکهای ماسه ای ساحلی که دارای خاصیت فروریزشی بسیار بالایی هستند را می توان با روش سپرکوبی یا روش ترکیبی میکروپایل و میل مهار خود حفار انجام داد. هر کدام از این روشها با توجه به جنس خاک از لحاظ اجرایی دارای مزایا و معایبی می باشد، به نحوی که می تواند در هزینه تمام شده پروژه نقش بسزایی داشته باشد. اکنون مسئله مورد بررسی برآورد مالی هر یک از این دو روش در یک پروژه مشخص در شمال ایران می باشد. از آنجا که هر کدام از این دو روش دارای مزایا و معایب متفاوتی است، قیاس دو روش از دیدگاه مشکلات اجرایی و همچنین هزینه تمام شده و مدت زمان اجرا را مورد بررسی قرار خواهیم داد. ریزشمع اولین بار در اوایل دهه ۱۹۵۰ در ایتالیا به عنوان یک روش ابتکاری برای زیربندی ساختمانهای تاریخی و بناهای یاد بود که به مرور زمان و بخصوص در زمان جنگ جهانی دوم آسیب دیده بودند ابداع شد. یک سیستم زیربندی موثر و مطمئن به عنوان تکیه گاهی برای بارهای سازه ای با حداقل تغییر مکان مورد نیاز بود که در مکانهای محدود و با دسترسی دشوار قابل اجرا باشد و نیز حداقل دست خوردگی را در سازه های موجود ایجاد کند. ریزشمعها، شمعهایی با قطر کمتر از ۱۱۰ میلیمتر هستند که با حفر گمانه،

قرار دادن آرماتور و تزریق دوغاب اجرا می شوند. روشهای حفاری و تزریق که در اجرای ریزشمعها مورد استفاده قرار میگیرند باعث ایجاد اتصال مقاومی بین دوغاب و خاک می گردد. و این مسئله موجب افزایش ظرفیت باربری در سطح تماس دوغاب و زمین میشود. دوغاب تزریق شده، بار اعمال شده به ریزشمع را بوسیله اصطکاک از آرماتور به زمین در ناحیه اتصال انتقال می دهد. ریزشمعها به عنوان مهار فونداسیون سازه های جدید در نواحی لرزه ای و همچنین برای مقاوم سازی سازه هایی که از آسیبهای لرزه های خسارت دیده اند بکار گرفته می شوند. طبق تجربیات صورت گرفته ریزشمعها تحت بار لرزه های رفتار مناسبی را به دلیل خاصیت انعطاف پذیری بالا، از خود نشان می دهند. برای این حال هنوز مطالعات کافی و مناسب در مقیاسهای واقعی انجام نشده و نیاز به انجام مطالعات بر روی رفتار دینامیکی ریزشمع ها کاملاً مشهود می باشد. [۱]

به منظور بررسی رفتار ریزشمع ها، گروه ریزشمع دوتایی تحت اثر بارگذاری استاتیکی محوری تحلیل می شوند. خاک به صورت محیط پیوسته و با مدل رفتاری الاستوپلاستیک موهبر کلمب در نظر گرفته شده و شمع ها از جنس فولاد و با مدل رفتاری الاستیک فرض شده اند. در این بررسی، اثر تغییر طول ریزشمع ها، تأثیر تغییر زاویه اصطکاک خاک، نشست و نیروی ایجاد شده در طول ریزشمع محاسبه و در قالب نمودار ارائه گردیده است و نتایج نشان داد با افزایش طول میکروپایل نشست کاهش می یابد و این اتفاق تا طول حدود ۱۵ متر ادامه دارد و سپس افزایش طول دیگر اثرگذار نیست. [۲] در پژوهشی دیگر آنالیز و مدلسازی رفتار ریزشمع ها تحت اثر بار استاتیکی در خاک های ماسه ای با استفاده از تحلیل دو بعدی در نرم افزار plaxis انجام شده و در این راستا بررسی پارامترهای مقاومت برشی خاک و پارامترهای تأثیر گذار در طراحی پی، پارامترهای مقاومتی خاک، طول میکروپایل ها، فاصله آنها مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به افزایش روز افزون ساخت و سازها و قرار گرفتن پی بسیاری از سازه ها در خاک های ماسه ای به خصوص در مناطق ساحلی با ظرفیت باربری کم، بررسی روشی برای بهبود خواص این نوع خاک ها الزامی به نظر می رسد. ریزشمع یک شمع جایگزین شونده با حفاری و تزریق دوغاب سیمان می باشد که معمولاً مسلح بوده و دارای قطر کوچک که معمولاً کمتر از ۳۰۰ میلی متر است. در تحقیقی دیگر به بررسی تأثیر طول فاصله، زاویه اجرا در میزان نشست پی همراه با گروه ریزشمع پرداخته می شود. بر اساس نتایج افزایش طول ریزشمع ها تا میزان معینی باعث کاهش قابل توجه پی می شود و بعد از آن تأثیرگذاری آن کمتر می شود. با قرارگیری ریزشمع ها با فاصله مرکز به مرکز ۳ تا ۸ برابر قطر ریزشمع ها میزان نشست پی تغییر چندانی نمی کند ولی با افزایش بیش از حد فاصله بین ریزشمع ها تأثیر گذاری آنها در کاهش نشست به طور قابل توجهی کمتر می شود. بهترین زاویه قرارگیری ریزشمع ها ۲۰ درجه نسبت به محور قائم می باشد [۳] فلسفه رفتاری میکروپایلها در کاربردهای بهسازی خاک متفاوت با میکروپایلهای باربر است. این مقاله به مطالعه موردی بهسازی بستر ماسه های سست در یک پروژه مجتمع مسکونی با استفاده از میکروپایلهای به قطر ۵۷ میلیمتر و به طول ۶ متر میپردازد. استفاده از این روش به منظور مقابله با مشکل روانگرایی و کاهش میزان نشست فونداسیون صورت پذیرفت. لایه های خاک بعد از نصب میکروپایلها تحت فرآیند تزریق دوغاب سیمان قرار گرفت. تأثیر این روش در رفع پتانسیل روانگرایی با استفاده از نتایج آزمایش SPT قبل و بعد از بهسازی خاک ارزیابی شد. برای بررسی رفتار تنش تغییر شکل بستر بهسازی شده نیز از روش مدلسازی عددی استفاده گردید. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد - که استفاده از میکروپایلها همراه با فرآیند تزریق، روانگرایی خاک را برطرف نموده و رفتار تنش تغییر شکل آن را بهبود بخشید. [۴] در طراحی دیواره های میخ کوبی می بایست به پارامترهای مختلفی توجه نمود که یکی از مهمترین این پارامترها، نوع خاک دیواره مجاور گود می باشد. در این پژوهش دو مدل در نظر گرفته شده است که هر دو مدل پایدارسازی گود با روش میخکوبی انجام می گیرد. با این تفاوت که در یکی از مدل ها خاک از خاک غالب رسی و در مدل دیگر از خاک غالب ماسه ای تشکیل شده است. هدف از این پژوهش مقایسه فنی و آنالیز نتایج داده های این مدل با یکدیگر می باشد. با بررسی نتایج بدست آمده جایجایی افقی دیواره گود در خاک غالب ماسه ای به مراتب کمتر از جایجایی دیواره گود در خاک غالب رسی بدست آمد و همچنین نیروهای وارد بر نیل ها در خاک غالب ماسه ای کمتر از خاک غالب رسی نتیجه داد. فلذا روش میخکوبی برای پایدارسازی گودها در خاکهای غالب ماسه ای مناسبتر به نظر می رسد. [۵] در پژوهشی دیگر برای یک سپر مهار شده در خاک دانه ای به فرض اجرا بصورت پای مفصلی، با توسعه روابط کولمب از حالت استاتیکی به حالت لرزه ای، نحوه تشکیل سطوح محرک و مقاوم خاک در طرفین سپر مورد بررسی و تأثیر ضرایب شتاب افقی و قائم زلزله بر این

سطوح بر اساس روش شبه استاتیکی کولمب مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنین در ادامه با تهیه گرافهایی، مطالعات مفصلی درخصوص نحوه تأثیر هر یک از پارامترهای مکانیکی خاک بر روی توزیع فشار جانبی بر سپر مهاردار انجام گرفته است، که به وسیله آنها می توان عمق مدفون سپر را با توجه به هندسه سپر و مشخصات خاک بدست آورد. هدف از ارائه این گرافها شناخت بهتر از رفتار سپر در بارگذاریهای لرزه ای است که م ی تواند در زمینه تحلیل و طراحی سپرهای مهار شده در خاک مورد استفاده قرار گیرد. [۶]

پژوهشگران و نتایج سایتهای اجرایی مختلف در زمینه عملکرد انواع سازه های نگهدارنده در گودبرداری های عمیق مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته و سعی شده است با تشریح عملکرد هر روش در حالات مختلف، راهنمایی برای مهندس طراح جهت انتخاب روش مناسب حفاظت از گود، بسته به مشخصات ژئوتکنیکی خاک، عمق گودبرداری، نوع و اهمیت سازه های مجاور محدوده گودبرداری و ملاحظات اقتصادی و زمانی ارائه گردد. در زمینه مقادیر تغییر شکل دیوار و نشست دیوارهای دیافراگمی با صلبیت بالای خود عملکرد بهتری داشته و از نظر زمانی و اقتصادی روش اختلاط عمیق خاک به عنوان یک روش مناسب تلقی می شود. [۷] در بررسی انواع روش های پایداری گودبرداری ها اعم از روش مهار سازی، دوخت به پشت، دیواره دیافراگمی، مهار متقابل، اجرای شمع، سپر کوبی، اجرای خرپا... به معایب و مزایای این روش ها نیز پرداخته می شود که متداول ترین روش، روش سپرکوبی و دوخت به پشت می باشد. [۸]

امروزه از سپرهای فولادی به روشهای مختلفی در ساخت سازه های ساحلی مانند پهلوگیری شناورها و تخلیه و بارگیری آنها در بنادر استفاده می شود که در این میان سپرهای فولادی مهار شده دارای بیشترین کاربرد می باشند. تجربه زلزله های اخیر در نواحی ساحلی نشان می دهد که سپرهای فولادی مهار شده در مقابل خسارات زلزله آسیب پذیر هستند. در موارد متعددی حرکات ناچیز زمین مربوط به زلزله های ضعیف تا متوسط هم به تغییر شکلهای اضافی سپرها و خاک کوبیده شده پشت آنها منجر شده اند. عملکرد ضعیف و نامناسب سپرهای فولادی مهار شده تا اندازه زیادی از روانگرایی خاکریز پشت سپرها یا خاک پی آنها به همراه طبیعت انعطاف پذیر این سیستمها ناشی می شود. از جمله مهمترین اثرات ناشی از روانگرایی می توان به افزایش فشار محکم به سبب کم شدن مقاومت خاک و کاهش فشار مقاوم در زیر خط لایروبی اشاره داشت که به مواردی همچون کاستن از پایداری طول گیردار در خاک، کاهش مقاومت مهار، از بین رفتن اتصالات سپرها، گسیختگی کلی مقطع سپر و ... منجر می شوند. در این مقاله به بررسی و مرور روشها و راهکارهای ارائه شده جهت لحاظ کردن اثر روانگرایی در محاسبات فشار جانبی خاک و نقاط ضعف و قوت روشهای موجود پرداخته خواهد شد. [۹]

۲- روش سپر کوبی

سپرها از ورقه های نازک فلزی، چوبی و یا بتنی که عمدتاً به عنوان حائل قبل از هر گونه اقدام مربوط به خاکبرداری و خاکریزی توسط چکش پنوماتیک و با استفاده از لرزش کوبیده می شوند و با انواع اتصالات بین خود به یکدیگر متصل شده و یک جداره پیوسته را تشکیل می دهند لازم بذکر است از آنجایی که این روش بیشتر در مناطق ساحلی کاربرد دارد اگر سطح آب زیرزمینی بالاتر از کف سپر بود، فشار دهید هیدرواستاتیک مربوط در طراحی منظور می شود. [۱۰]

بیشترین موارد کاربرد

ایجاد دیوارهای حائل موقت در کارهای دریایی و دیوارسازی های کنار ساحل

مزایا

راحتی در کوبیدن، نصب و بیرون کشیدن آنها، به نحوی که مصالح آن مجدداً قابل استفاده در پروژه های دیگر می باشند.
سپر نسبت به سایر روشها فضای کمتری را اشغال می کنند.
به دلیل انعطاف پذیر بودن این نوع دیوارها و پدیده بازپخش لنگرها عمدتاً رفتار لرزه ای مناسبی دارند.

معايب

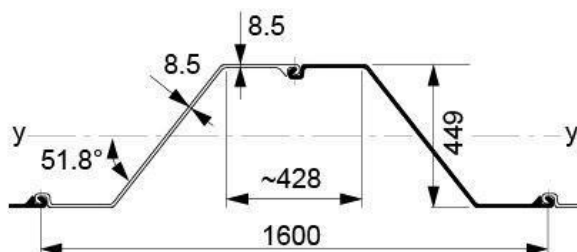
تحمل تغيير شكل هاي بزرگ پس از گودبرداری
ايجاد سرو صدا و لرزش فراوان ناشی از کوبیدن سپرها
بلااستفاده بودن این روش در زمین های سنگی و یا خاکی بسیار متراکم

مراحل اجرای روش سپرکوبي

در این روش همزمان با تحویل کارگاه باید نسبت به اخذ مجوزات و استعلامات لازم از دستگاههای خدمات رسان جهت تأیید عدم وجود تاسیسات زیرزمینی شهری و بررسیهای ژئوتکنیک از لحاظ عدم وجود چاه و مسیر قناتهای زیرزمینی اقدام نمود و جهت شروع کار اجرایی ابتدا خط پروژه توسط نقشه بردار پیاده میشود و سپس پیرامون زمینی که قرار است گودبرداری شود سپر کوبي (شکل ۱) انجام می گیرد. انجام سپرکوبي به وسیله دستگاه های کوبنده و یا به وسیله سیستم های ارتعاش دهنده داخل خاک رانده می شوند. پس از اتمام عملیات سپرکوبي خاک داخل گود برداشته می شود. طبق آیین نامه FHWA حداقل عمق سپرهای کوبیده شده ۱/۳ برابر عمق دیواره گود می باشد. در بسیاری از موارد با افزایش عمق گود ، جهت پایداری دیواره سپر با مقاطع (شکل ۲) قوی تر مورد نیاز است . در این حالت معمولا از روش مهار متقابل به همراه روش سپرکوبي استفاده می شود. برای این منظور پس از برداشت مرحله اول گودبرداری روی سپرها یک کمرکش بصورت افقی قرار داده می شود و سپر باتیرهای مهار متقابل پایدار می شوند. پس از آنکه خاکبرداری کاملا انجام شد بایستی دیوار حائل اجرا شود و سپس نسبت به خارج کردن سپرها اقدام شود.



شکل ۱: سپرکوبي



	Sectional area	Mass per m	Moment of inertia	Section modulus	Radius of gyration	Coating area*
	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	m ² /m
Per S	102,9	80,7	33 055	1 470	17,93	1,04
Per D	205,7	161,5	66 110	2 945	17,93	2,08
Per m of wall	128,6	100,9	41320	1840	17,93	1,30

شکل ۲: مقطع و مشخصات سپر مورد استفاده

۳- روش ترکیب میکروپایل و میل مهار خود حفار

در این روش هم مانند روش سپرکوبی همزمان با تحویل کارگاه باید نسبت به اخذ مجوزات و استعلامات لازم از دستگاههای خدمات رسان جهت تأیید عدم وجود تاسیسات زیرزمینی شهری و بررسیهای ژئوتکنیک از لحاظ عدم وجود چاه و مسیر فنانتهای زیرزمینی اقدام نمود و جهت شروع کار اجرایی ابتدا خط پروژه توسط نقشه بردار پیاده میشود. به منظور استقرار لولههای میکروپایل در محل گمانه از عملیات لوله کوبی استفاده می گردد. برای این منظور در مرحله اول عملیات از لوله نوک تیز میکروپایل استفاده می شود و پس از فرو رفتن لوله اول، لوله دوم به لوله اول متصل گردیده و کوبیده می شود و عملیات کوبش به همین منوال ادامه می یابد. جهت اتصال کامل لوله ها به یکدیگر علاوه بر استفاده از بوشن های رزوه شده، لوله ها به لبه بوشن نیز، جوش داده می شوند. عملیات کوبش تا زمانی که امکان کوبیدن لوله ها میسر باشد ادامه می یابد و اگر در ازای ۳۰ ضربه متوالی لوله کوب، لوله بیشتر از ۱۰ سانتی متر فرو نرود، عملیات کوبش لوله میکروپایل متوقف می گردد. در این حالت تا تحقق عمق طراحی حفاری انجام شده و سپس لوله های مربوط به میکروپایل در درون گمانه نصب می گردد. حداقل عمق لوله های کوبیده شده ۱/۳ برابر عمق دیواره گود می باشد لوله های میکروپایل به قطر خارجی ۷۶ میلیمتر و قطر داخلی ۶۸ میلیمتر در قطعات دو متری می باشند. این لوله ها به وسیله بوشن و جوش به یکدیگر متصل می شوند. هر میکروپایل دارای ۸۰ سوراخ به قطر ۸ میلیمتر، در هر متر طول می باشد. محیط داخلی لوله ها بایستی برقورده باشد تا در تزریق دوغاب اثرات منفی نداشته باشد.

مراحل اجرای نیلینگ

مرحله اول خاکبرداری

با عمق ۱ الی ۲ متر با توجه به توانایی خاک در پایدار ماندن بدون مهار برای مدت زمان ۲۴ تا ۴۸ ساعت می باشد. پهنای خاکبرداری باید به حدی باشد که به راحتی بتوان تجهیزات لازم جهت حفاری را نصب نمود. لازم به ذکر است خاکبرداری دیواره باید تا حدی باشد که به جداره بیرونی میکروپایل جهت نصب مش، نمایان شود در واقع سطح اصلی و قابل اتکا جهت نصب مش جداره بیرونی میکروپایل می باشد.

مرحله دوم اجرای شاتکریت

اجرای شاتکریت برای ایجاد تکیه گاه و مهار سطح خاکبرداری قبل از مراحل بعدی حفاری اجرا می گردد. بدین منظور پس از ریگلاژ کردن دیواره خاکبرداری شده، همزمان با نصب نوارهای زهکشی روی جداره خاک نصب مش از طریق جوش دادن مش به میکروپایل ها انجام میشود. و سپس شاتکریت خشک انجام میشود.

مرحله سوم حفاری سوراخ ها قرارگیری نیل به صورت همزمان

نیل ها به طور رایج تو پر هستند ولی در نیل خود حفر به دلیل اینکه هنگام حفاری جداره سوراخها با دوغاب تثبیت ابتدایی میشود، داخل نیل خود حفر تو خالی می باشند ، بدین صورت که شلنگ تزریق دوغاب به دستگاه دریل واگن وصل میشود و همزمان با چرخش نیل جهت حفاری دوغاب از فضای خالی داخل نیل به سر مته سر نیل هدایت میشود تا همزمان با حفاری جداره داخل سوراخ تثبیت ابتدایی جهت عدم ریزش آنی شود. برای آنکه نیل ها به خوبی توسط دوغاب احاطه شوند قطعاتی جهت نگه داری فواصل بین نیلها و دیواره داخلی سوراخ ها بر روی نیلها تعبیه گشته است. لوله های تزریق نیز در همین زمان به داخل سوراخ ها هدایت می شوند. زمانی که محافظت در برابر خوردگی و فرسایش ضروری باشد از پوششهای موج دار پلاستیکی استفاده می شود که از خوردگی بیشتر میخ ها می کاهد. سپس سوراخ ها توسط لوله های تزریق با ملات پر می گردد. دوغاب ریزی توسط فشار جاذبه و یا با فشار اندکی اجرا می گردد.

مرحله چهارم نصب هد نیل

در طی مرحله بعدی صفحات هد نیلها روی سر نیلهای بر آمده از سوراخ ها نصب می گردند. سپس هد نیلها به آرامی وبا فشار کمی به لایه تازه بتن ریزی شده پرس می شوند. مهره شش وجهی و واشرها متعاقبا بر روی سر میخ ها بر صفحه باربر محکم نصب می گردند.

۴- مطالعه موردی

این پروژه از لحاظ موقعیت جغرافیایی (شکل ۳) در استان مازندران منطقه ایزدشهر حد فاصل دو شهر نور و محمود آباد در فاصله ۷۰ متری از ساحل دریای خزر با مدرن ترین و مجهزترین امکانات ویژه تفریحی طراحی شده است.



شکل ۳: موقعیت جغرافیایی پروژه

طول کلی خط پروژه جمعا حدود ۲۰۰ متر می باشد و در مرتفع ترین نقطه به ارتفاع ۸ متر خواهید رسید دو روش سپرکوبی و ترکیب میکروپایل و نیل خودحفار را مورد بررسی قرار خواهیم داد. بزرگترین مشکل پیشرو در این پروژه ریزشی بودن خاک محل اجرا می باشد.

مشخصات فنی

- ۱ - شاتکریت با عیار سیمان ۳۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب به همراه ماسه شسته بتن (تا ۶ میلیمتر) اجرا می شود .
- ۲ - مقاومت فشاری ۲۸ روزه شاتکریت ۲۱۰ کیلوگرم بر سانتی مترمربع مورد قبول می باشد .
- ۳ - مخلوط ماسه و سیمان مربوط به شاتکریت می بایست به صورت همگن مخلوط گردد .
- دوغاب سیمان مربوط به تزریق در عملیات میخ کوبی با نسبت وزنی سیمان به آب ۱/۵ به ۱ تهیه گردد .
- ۵ - مخلوط دوغاب سیمان مربوط به عملیات میخ کوبی باید در همزن در حدود ۱ دقیقه به صورت کاملاً همگن مخلوط گردد .
- ۶ - نیل ها از نوع خود حفار با قط خارجی ۳۲ میلیمتر قطر داخلی ۱۶ میلیمتر و قطر حفاری ۷۶ میلیمتر می باشد .
- فشار تزریق در داخل گمانه های میخ کوبی شده به میزان ۲ تا ۴ اتمسفر انجام گردد .
- ۷ - در اجرای مش شاتکریت میبایست میخ های فولادی به قطر ۱۴ میلیمتر در فواصل مناسب جهت نصب مش در خاک کوبیده شود.
- ۸ - فواصل ژئودرین ها حداکثر ۴ متر می باشد .

مشخصات ژئوتکنیکی خاک پروژه

- ضریب پواسون: ۰/۲-۰/۴
- ضریب نفوذپذیری: ۰/۰۰۱-۰/۰۰۰۰۱
- تراکم نسبی: ۴۰-۶۰
- عدد نفوذپذیری: ۱۰-۳۰
- زاویه اصطکاک داخلی: ۳۵-۴۰

جدول ۱: خلاصه مالی روش ترکیب میکروپایل و نیل خودحفر

ردیف	شماره فصل	شرح	فهرست بها سال ۱۳۹۶	جمع (ریال)
۱	۱	عملیات خاکی و تخریب	سد سازی	۳۶۷,۶۸۰,۰۰۰.۰۰
۲	۳	عملیات پایدار سازی و نگهداری سطوح	سد سازی	۲۶۰,۷۸۶,۱۵۶.۸۰
۳	۴	عملیات پایدار سازی و نگهداری سطوح	سد سازی	۲,۳۰۲,۸۶۲,۲۵۰.۰۰
۴	۵	کارهای فولادی	سد سازی	۱۹۳,۹۳۷,۴۴۰.۰۰
۵	۹	کارهای متفرقه	سد سازی	۱۴۸,۱۰۴,۰۰۰.۰۰
۱۲	*	قیمت جدید	بر اساس آنالیز روز	۷۸۲,۹۵۰,۰۰۰.۰۰
جمع کل				۴,۰۵۶,۳۱۹,۸۴۷
ضریب بالاسری				۱.۲۰
ضریب تجهیز کارگاه				۱۹۴,۷۰۳,۳۵۲.۶۵
ضریب منطقه ای				۱.۰۴
ضریب پیمان				۱.۲۰
بهای کل با احتساب ضریب بالاسری بدون تجهیز کارگاه				۶,۰۷۴,۷۴۴,۶۰۲.۵۷
بهای کل با احتساب ضریب بالاسری و تجهیز کارگاه				۶,۲۶۹,۴۴۷,۹۵۵.۲۱
جمع کل				۶,۲۶۹,۴۴۷,۹۵۵.۲۱

جدول ۲: خلاصه مالی روش سپرکوبی

ردیف	شماره فصل	شرح	فهرست بها سال ۱۳۹۶	جمع
۱	۱	عملیات خاکی و تخریب	سد سازی	۳۶۷,۶۸۰,۰۰۰
۲	۱۰	کارهای سپرکوبی با سپر فولادی	شبکه جمع آوری و انتقال فاضلاب	۳,۰۵۲,۹۲۰,۰۰۰
جمع کل				
		ضریب بالاسری		۱.۲۰
		ضریب تجهیز کارگاه		۱۶۴,۱۸۸,۸۰۰,۰۰۰
		ضریب منطقه ای		۱.۰۴
		ضریب پیمان		۱.۲۰
		بهای کل با احتساب ضریب بالاسری بدون تجهیز کارگاه		۵,۱۲۲,۶۹۰,۵۶۰,۰۰۰
		بهای کل با احتساب ضریب بالاسری و تجهیز کارگاه		۵,۲۸۶,۸۷۹,۳۶۰,۰۰۰
جمع کل				
				۵,۲۸۶,۸۷۹,۳۶۰,۰۰۰

جدول ۳: هزینه تهیه سپر که باید توسط کارفرما تهیه شود و پای کار تحویل پیمانکار شود

شرح	واحد	مقدار	قیمت واحد (ریال)	قیمت کل (ریال)
خرید سپر	کیلوگرم	۱۱۸,۶۰۰	۷۲,۵۰۰	۸,۵۹۸,۵۰۰,۰۰۰
هزینه حمل سپر از بندرعباس	سرویس	۶	۴۰,۰۰۰,۰۰۰	۲۴۰,۰۰۰,۰۰۰
جمع کل (ریال)				۸,۸۳۸,۵۰۰,۰۰۰

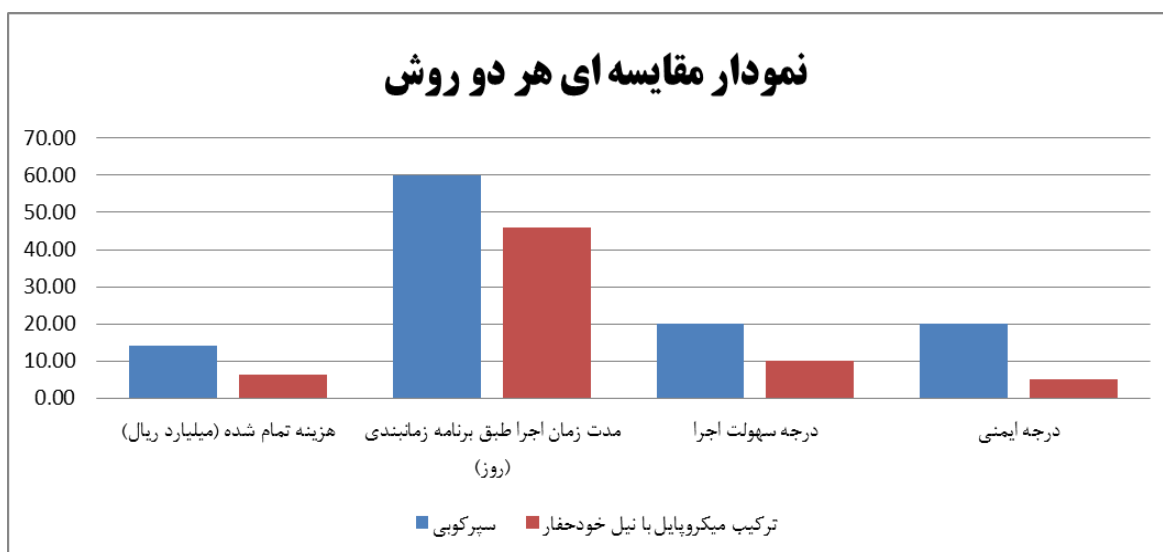
جدول ۴: هزینه کلی روش سپرکوبی

شرح	قیمت کل (ریال)
خرید سپر	۸,۸۳۸,۵۰۰,۰۰۰
هزینه اجرا	۵,۲۸۶,۸۷۹,۳۶۰
جمع کل (ریال)	۱۴,۱۲۵,۳۷۹,۳۶۰

جدول ۵: مقایسه ای روش سپرکوبی در مقایسه با روش ترکیب میکروپایل با نیل خودحفار

روش	هزینه تمام شده	مدت زمان اجرا طبق برنامه زمانبندی	سهولت اجرا	درجه ایمنی
سپرکوبی	۱۴,۱۲۵,۳۷۹,۳۶۰	۶۰ روز	✓	✓
ترکیب میکروپایل با نیل خودحفار	۶,۲۶۹,۴۴۷,۹۵۵	۴۶ روز	*	*

همانطور که مشاهده میشود هزینه روش سپرکوبی ۲.۲۵ برابر روش ترکیب میکروپایل با نیل خود حفار هزینه دارد. و همچنین مدت زمان اجرای روش سپرکوبی در بهینه ترین حالت ۱۴ روز بیشتر از روش ترکیب میکروپایل می باشد. ولی درجه ایمنی و سهولت در اجرا در روش سپرکوبی بیشتر است.



نمودار ۶: مقایسه ای هر دو روش

۵- نتیجه گیری

پس از انجام این تحقیق که در راستای ارائه بهینه ترین روش جهت پایداری سازی گودها یا ترانشه ها در خاکهای ماسه ای ساحلی که دارای خاصیت فروریزی بسیار بالایی هستند انجام شد و پس از بررسی کامل هر دو روش هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ زمان و با در نظر گرفتن این موضوع که هر کدام از این روشها با توجه به جنس خاک از لحاظ اجرایی دارای مزایا و معایبی می باشد به نحوی که می تواند در هزینه تمام شده پروژه نقش بسزایی داشته باشد.

نتایج بدست آمده نشان داد که روش سپرکوبی ۲.۲۵ برابر روش ترکیب میکروپایل با نیل خود حفار هزینه دارد یا به عبارتی دیگر هزینه روش ترکیب میکروپایل و نیل خود حفار ۴۴ درصد روش سپرکوبی میباشد. همچنین مدت زمان اجرای روش سپرکوبی در بهینه ترین حالت ۱۴ روز بیشتر از روش ترکیب میکروپایل و نیل خود حفار می باشد. ولی درجه ایمنی و سهولت در اجرا در روش سپرکوبی بیشتر است. بهینه ترین روش جهت پایداری سازی گودها و ترانشه ها در خاکهای ریزشی ، روش ترکیب میکروپایل و نیل خود حفار میباشد. همچنین با توجه به اینکه در روش سپرکوبی تهیه سپر مصرفی طبق فهرست بها مربوطه ، به عهده کارفرما میباشد. در این روش هزینه زیادی در ابتدای پروژه به کارفرما تحمیل میشود.

مراجع

- [۱] رزمخواه، آر؛ حمیدرضا وثوقی فر و حمید علی الهی، ۱۳۹۴، تاثیر روانگرایی بر رفتار و عملکرد سپرهای فولادی مهار شده، اولین همایش زلزله و سبک سازی، قم، دانشگاه قم، دانشکده فنی و مهندسی
- [۲] رسابخش، صادق؛ رضا اصلانی و جابر ممقانیان، ۱۳۹۳، افزایش ظرفیت باربری و بهسازی بستر روانگرا با استفاده از میکروپایلها، هشتمین کنگره ملی مهندسی عمران، بابل، دانشگاه صنعتی نوشیروانی
- [۳] غضنفری، رامین و محمد صالح برادران، ۱۳۹۴، تاثیر عمق ریشه ی شمع محافظ گود در سیستم دیواره ی شمعی مهار شده بانیل بر تغییر مکان افقی دیواره ی گود، کنفرانس ملی مهندسی عمران و محیط زیست، قزوین، معاونت پژوهشی دانشکده مهندسی عمران و نقشه برداری دانشگاه آزاد اسلامی قزوین
- [۴] قاضی عسگر، سیدسلیمان؛ مرتضی گلشنی منش و مریم گلشنی منش، ۱۳۹۳، مقایسه روش های متداول مهار بندی گودها در محیط های شهری، اولین کنفرانس ملی توسعه عمرانی کلانشهرها با رویکرد سرمایه گذاری، اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز
- [۵] مشکات، سید یحیی؛ علی اوحیدیان و محمد علی قهرمانی، ۱۳۹۴، مروری بر کاربرد مزایای سویل نیلینگ و اجرای آن در دیواره گودها، کنفرانس بین المللی انسان، معماری، عمران و شهر، تبریز، مرکز مطالعات راهبردی معماری و شهرسازی،
- [۶] منصور، مرتضی؛ کاظم برخوردار بافقی و جعفر بلوری بزاز، ۱۳۹۳، بررسی و مقایسه عملکرد روشهای مختلف پایداری سازی گود برداری های عمیق، دومین کنگره بین المللی سازه ، معماری و توسعه شهری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنگره بین المللی سازه ، معماری و توسعه شهری،
- [۷] منصوریان، سیداکبر و منصور پرویزی، ۱۳۹۴، بررسی عددی تأثیر تغییر زاویه اصطکاک داخلی خاک و طول میکروپایل، در خاک های ماسه ای، دومین کنفرانس ملی مکانیک خاک و مهندسی پی، قم، دانشگاه صنعتی قم
- [۸] منصوریان، سیداکبر و منصور پرویزی، ۱۳۹۴، بررسی عددی طول، فاصله و زاویه ریزش هم تحت اثر بار استاتیکی در خاک های ماسه ای، دومین کنفرانس ملی مکانیک خاک و مهندسی پی، قم، دانشگاه صنعتی قم
- [۹] نجف آبادیان، احمد و حمید هاشم الحسینی، ۱۳۹۱، تقویت پی ها بوسیله میکروپایل ها، نهمین کنگره بین المللی مهندسی عمران، اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان
- [۱۰] اسلامی، ا. مهندسی پی طراحی و اجرا، چاپ چهارم، انتشارات مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ۱۳۹۰