

## تعیین عرض و چیدمان بهینه ژئوگرید ها در کوله خاک مسلح

رامین رئیسی\*، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

مسعود اولی پور، استادیار، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

پست الکترونیکی نویسنده مسئول: raisi.ramin@yahoo.com

دریافت: ۹۵/۰۴/۲۵ - پذیرش: ۹۵/۰۹/۲۰

### چکیده

ژئوگریدها از جنس پلیمر بوده و به عنوان یک لایه سخت کننده در خاک به کار برده می شوند و منجر به افزایش ظرفیت باربری و کاهش جابه جایی جانبی دیوار و نشست پی می گردند. در سال های اخیر قرار دادن عرشه پل به وسیله یک پی نواری به طور مستقیم بر روی کوله به عنوان روشی کار آمد در ساخت پل مطرح شده است. با این روش علاوه بر اقتصادی بودن و سرعت بالای کار دست انداز ناشی از نشست های ناممکن بین کوله و پایه های عمیق عرشه نیز حذف خواهد شد. مطالعات نشان می دهد افزایش عرض ژئوگرید در کاهش جابه جایی جانبی دیوار موثر است. در این مقاله تاثیر فشار و عرض پی نواری بر عرض بهینه ژئوگرید بررسی شد. همچنین با در نظر گرفتن حداکثر جابه جایی مجاز دیوار به بررسی چیدمان مناسب ژئوگریدها پرداخته شد تا اقتصادی ترین حالت که شرایط پایداری را تامین کند و جابه جایی دیوار از حد مجازی که آیین نامه تعیین کرده بیشتر نشود به دست آید. عمق قرار گیری اولین ژئوگرید زیر پی در کاهش نشست پی موثر است بنابراین؛ با قرار دادن ژئوگرید در اعماق مختلف عمق بهینه تحقیق شد. در مطالعه پیش رو تحلیل ۳ بعدی توسط نرم افزار *Abaqus-V6.11-1* به کمک مدل رفتاری *plasticity* انجام شد.

واژه های کلیدی: ژئوگرید، عرض بهینه، کوله، ظرفیت باربری، جابه جایی جانبی

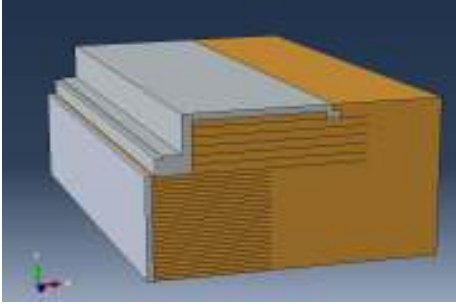
### ۱- مقدمه

تشخیص داد که افزایش سربارهای قائم روی دیوارهای خاک مسلح باعث بسیج مؤثرتر مقاومت داخلی خاک مسلح می شود. بنابراین کاربرد خاک مسلح در کوله پل<sup>۳</sup> به عنوان یک استفاده منطقی از آن مطرح گردید.

پس از استفاده موفق از روش خاک مسلح در دیوارهای بلند و دیوارهایی که در معرض بارهای سنگین قرار دارند، استفاده از این روش در پل ها نیز متداول گشت. اولین مطالعه در مورد اثر سربارهای قائم متمرکز روی دیوار خاک مسلح به سال ۱۹۷۰ در دانکیوک فرانسه توسط لانگ و اشلسر صورت گرفت. پروژه مورد نظر یک دیوار دو طرفه بود که در هر دو طرف آن تسمه های فلزی به نماهای فولادی وصل شده بودند این دیوار با ارتفاع ۱۲ متر و عرض ۱۸ متر بار قائم متمرکز ۱۲ MN ناشی از جرثقیل

خاک مسلح<sup>۱</sup> عبارت است از مسلح کردن خاک به وسیله عناصر کششی نظیر میلگرد، تسمه فولادی و یا ژئوتکستایل<sup>۲</sup>. ایده اولیه خاک مسلح جدید نیست و قدمت آن به عهد باستان می رسد. اما مفهوم فعلی این ایده و روش تحلیل و طراحی آن توسط یک مهندس فرانسوی به نام ویدال (۱۹۶۶) بنا نهاده شد.

یکی از کاربردهای کاملاً جدید سیستم های خاک مسلح، کاربرد آن به عنوان سازه باربر (کوله) برای تحمل بارهای وارد بر پل ها و انتقال بار به خاک بستر می باشد. وقتی از دیوارهای خاک مسلح به عنوان کوله پل استفاده می شود، علاوه بر نیروهای افقی رانش خاک، بارهای افقی و قائم ناشی از عرشه پل و نیز بارهای جاده دسترسی به بلوک خاک مسلح وارد می شود. در ابتدا هنری ویدال



شکل ۱. شمای کلی مدل سازی در آباکوس

در مدل سازی از خاک دانه ای بدون چسبندگی ( $C=0$ ) با نوع رفتار Cap plasticity استفاده شده است. پارامترهای مربوط به مدل Cap Plasticity در جدول شماره ۱ آورده شده است. برای مدل سازی ژئوگرید، پی و دیوار نما از رفتار الاستو پلاستیک استفاده شد و پارامترهای مربوط به آن در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول ۱. پارامترهای مدل Cap Plasticity

$\Phi$	$\alpha$ (kpa)	$\theta$	R	D(kpa)-1	W	X0(kpa)
۳۴	۰	۲۶۴	۴	۷۲۵	۲.۵	۲۰۰

جدول ۲. مشخصات ژئوگرید و پی نواری

	E(KN/m) مدول الاستیسیته	ضریب پواسون $\nu$
ژئوگرید	۵۳۰	۰.۳
پی، بلوک نما، و دال دسترسی	۱۳۸۰۰۰۰۰	۰.۲۱

با در نظر گرفتن پارامترهای جدول زیر به عنوان داده ورودی به نرم افزار تحلیل انجام شد.

جدول ۳. پارامترهای هندسی

S (cm)	Clear (cm)	Et (KN/m)	b(m)	B(m)
۲۰	۱۵	۵۳۰	۵	۱.۵

S فاصله ژئوگرید ها، Clear فاصله لبه پی تا نما، b عرض ژئوگرید، B عرض پی

پژوهشنامه حمل و نقل سال سیزدهم شماره سوم پاییز ۱۳۹۵

متحرک را در هر دو طرف خود تحمل می کرد. اولین کوله خاک مسلح عمده ای که با استفاده از روش ویدال ساخته شد در سال ۱۹۷۲ در تیون ویل فرانسه بر روی رودخانه موسل بود. این کوله بار ناشی از یک دهانه انتهایی ۳۸ متری پل بتنی را تحمل می کرد. متعاقباً در سال ۷۴-۱۹۷۳ آزمایشگاه مرکز تحقیقات راه فرانسه آزمایشات گسترده ای را روی کوله خاک مسلح بزرگراهها جهت معین کردن میزان تغییرات تنش های کششی در مسلح کننده ها و وضعیت تنش در داخل توده خاک مسلح انجام داد. در کوله ها ابتدایی بار اصلی عرشه توسط شمع های مجاور کوله به زمین منتقل می گردید. در کوله های خاک مسلح نیاز بر این بود که وزن عرشه بر روی شمع های بتنی قرار گرفته و ارتباط عرشه با کوله با دال میسر شود. با پیشرفت دانش در این موضوع به تدریج ایده استقرار عرشه بر روی کوله وحذف پایه های بتنی نیز شکل گرفت و نمونه های اندکی از آن نیز در دنیا اجرا شده است.

## ۲- مدل سازی عددی

به منظور تحلیل عددی کوله خاک مسلح از نرم افزار المان محدود آباکوس 1-11-V6.11-1 Abaqus و به صورت 3D استفاده شده است. برای تحلیل استاتیکی از Static General استفاده شده است. تحلیل استاتیک شامل ۲ مرحله است: مرحله ای ابتدایی (initial): شرایط اولیه در این مرحله لحاظ می شود.

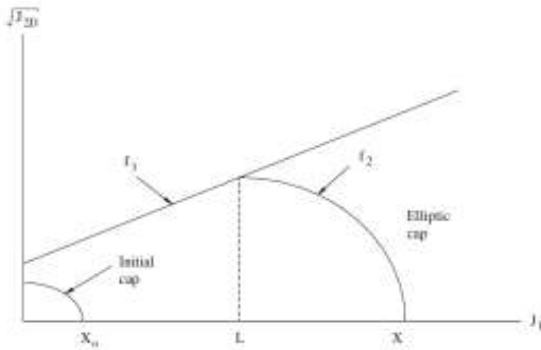
مرحله استاتیک (static, General): در این تحلیل اثرات اینرسی نادیده گرفته می شود. این تحلیل می تواند به صورت خطی یا غیر خطی انجام شود. در این نوع تحلیل، وابستگی رفتار ماده به زمان نادیده گرفته می شود.

دراکر پراگر است.

تابع سخت شوندهگی<sup>۵</sup> به صورت زیر بیان می شود

$$X = \frac{-1}{D} \ln \left( 1 - \frac{\epsilon V}{W} \right) + X_0 \quad (5)$$

$D$  و  $X_0$  و  $W$  اعداد ثابت هستند و  $\epsilon V$  کرنش حجمی پلاستیک است.



شکل ۲. مدل Cap

#### ۴- مرحله تعریف سطوح تماس

تماس سطوح از نوع Surface to surface است و در این نوع تماس دو سطح اصلی Master Surface و سطح فرعی Slave Surface تعریف می شود. Master Surface سطحی است که مدول الاستیسیته آن بالاتر و مش آن بزرگتر است و Slave Surface سطحی است که مدول الاستیسیته آن پایین تر و مش آن ریزتر است. به عنوان مثال، در تماس خاک با پی نواری، چون مدول الاستیسیته بتن بزرگتر است به عنوان Master Surface انتخاب می شود. تماس سطح جانبی دیوار نما، دال دسترسی و پی با خاک شامل رفتار مماسی (tangential) است که برای آن ضریب اصطکاک معادل ۰.۳ اختیار می شود.

تماس بین کف پی با خاک که فقط شامل رفتار عمودی (normal) از نوع Hard contact است. دلیل انتخاب رفتار Hard contact، اجازه جدا سازی بعد از برقراری تماس می باشد که در سایر رفتارها این گزینه وجود نداشت.

#### ۳- مدل اصلاح شده دراگر- پراگر / کلاهک

مدل خمیری دراگر-پراگر/ کلاهک<sup>۴</sup> به طور گسترده ای در برنامه های تحلیل اجزا محدود برای انواع مختلف کارهای مهندسی ژئوتکنیک استفاده شده است. مدل کلاهک برای رفتار خاک مناسب می باشد چرا که قابلیت در نظر گرفتن اثر تاریخچه تنش، مسیر تنش، اتساع و اثر تنش اصلی متوسط را داراست. سطح تسلیم مدل خمیری اصلاح شده دراگر-پراگر/ کلاهک شامل سه بخش است: سطح گسیختگی برشی دراگر-پراگر، کلاهک بیضی شکل، که با زاویه قائمه محور تنش موثر متوسط را قطع می کند و یک ناحیه انتقال ملایم بین سطح گسیختگی برشی و کلاهک، چنانکه در شکل (۲) نشان داده شده است.

رفتار ارتجاعی، به صورت ارتجاعی خطی و با استفاده از قانون تعمیم یافته هوک مدل می شود. به صورتی دیگر، یک مدل ارتجاعی که در آن سخت ارتجاعی حجمی همچنانکه ماده متحمل فشار می شود، می تواند به منظور محاسبه کرنش های ارتجاعی استفاده شود معیار شکست مدل Cap از نوع دراگر-پراگر است.

$$f_1 = \theta J_1 - \sqrt{J_2 D} + \alpha \quad (1)$$

$J_1$  نامتغیر اول تانسور تنش موثر،  $J_2 D$  نامتغیر دوم تانسور تنش انحرافی،  $\theta$  و  $\alpha$  ثابت های مربوط به زاویه اصطکاک و چسبندگی خاک هستند.

$$\theta = \frac{2 \sin \phi}{\sqrt{3} (3 - \sin \phi)} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{6 c \cos \phi}{\sqrt{3} (3 - \sin \phi)} \quad (3)$$

تابع کلاهک بیضی شکل به صورت زیر است

$$f_2 = (J_1 - L)^2 + R^2 J_2 D - (X - L)^2 \quad (4)$$

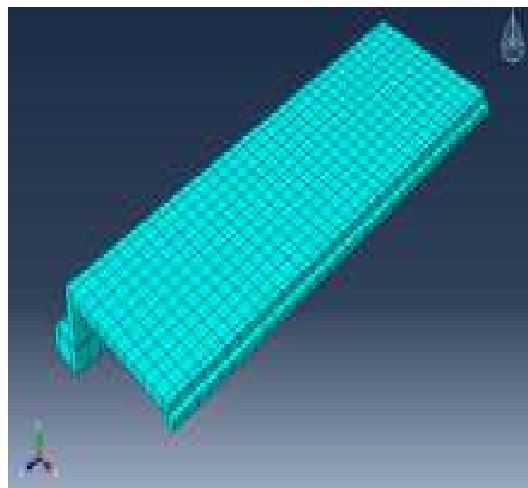
$R$  نسبت محور اصلی به فرعی بیضی است،  $X$  و  $L$  به ترتیب محل تقاطع کلاهک با محور  $J_1$  و تابع تسلیم

### ۵- مش بندی<sup>۶</sup>

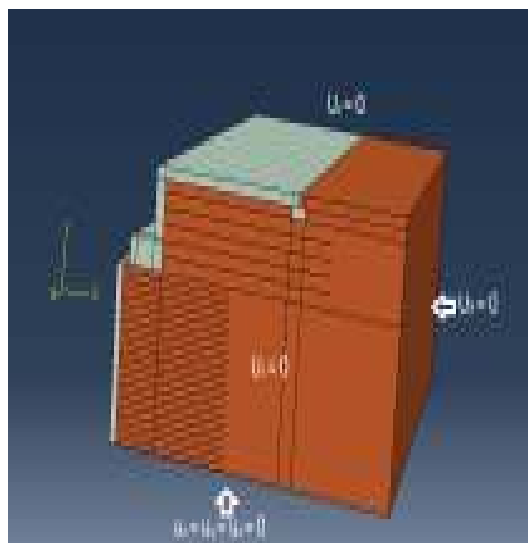
برای دیوارنما از المان‌های مکعبی (۶ وجهی هگزا) با تکنیک structured استفاده شده است. سایز مش دیوار ۶ و نوع المان C3D8R است.

ژئوگریدها با المان‌های مربعی با تکنیک Free مش بندی شده‌اند. سایز مش ژئوگرید ۸ و نوع المان M3D8R است.

برای خاک، پی و دال دسترسی از المان‌های مکعبی (۶ وجهی هگزا) با تکنیک Sweep استفاده شده است. سایز مش خاک و پی نواری ۶ و نوع المان C3D8R است.



شکل ۳. مش بندی پی و دال دسترسی



شکل ۴. شرایط مرزی

### ۶- شرایط مرزی و تکیه گاهی

تکیه گاه‌های مفصلی در دو جهت X و Z برای وجوه جانبی مدل در نظر گرفته شده است و از جابه جایی در راستای X و Z جلوگیری می‌شود. برای وجه انتهایی شرایط گیرداری فرض شد و جابه جایی در تمامی جهات محدود شد.

### ۷- عرض بهینه ژئوگرید

یکی از پارامترهای مهم در جابه جایی دیوار عرض ژئوگرید<sup>۷</sup>های به کار رفته است. اما این عرض از یک مقدار به بعد تاثیری در میزان جابه جایی ندارد. در این تحقیق به بررسی رابطه‌ی میان عرض ژئوگرید b، عرض پی B و فشار P پرداخته شد.

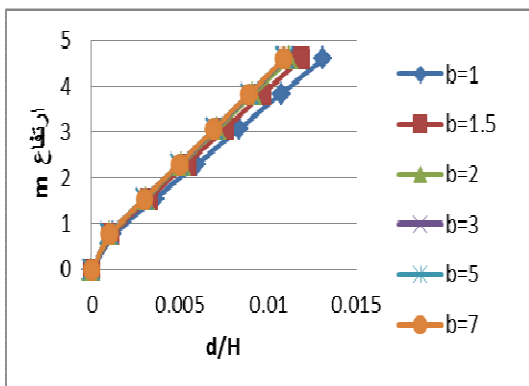
برای این کار یک بار عرض پی نواری ۴، ۲.۵، ۱.۵، ۰.۸، B = و بار دیگر فشار KPa ۶۰۰، ۴۰۰، ۲۰۰ متغیر فرض شد. عرض ژئوگریدها نیز متر ۱، ۲، ۳، ۵، ۷، ۹، b = در نظر گرفته شد. نحوه مدل سازی به صورت زیر است.

جدول ۴. نحوه مدل سازی

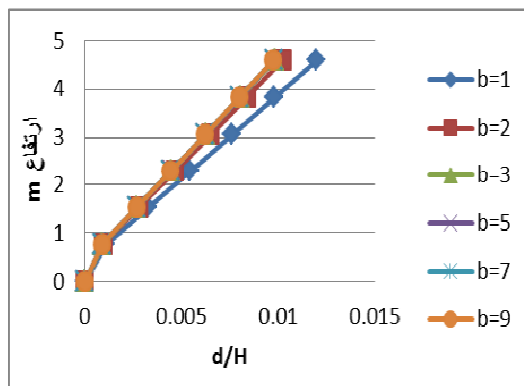
B(m)	P(KPa)	b(m)
۰.۸	۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰	۱، ۱.۵، ۲، ۳، ۵، ۷
۱.۵	۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰	۱، ۱.۵، ۲، ۳، ۵، ۷
۲.۵	۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰	۱، ۱.۵، ۲، ۳، ۵، ۷
۴	۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰	۱، ۱.۵، ۲، ۳، ۵، ۷

### ۷-۱- تاثیر فشار در عرض بهینه ژئوگرید

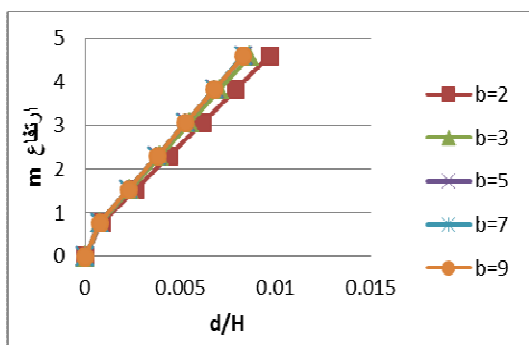
مطابق نتایج به دست آمده عرض بهینه ژئوگرید برای پی ۱.۵ متری، ۲ متر است و با افزایش فشار این مقدار ثابت است و تغییری نمی‌کند.



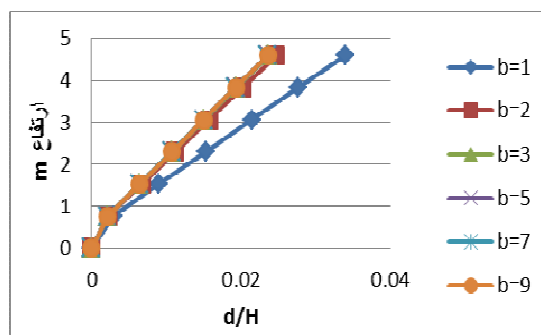
شکل ۸. جابه جایی دیوار تحت فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال و عرض پی ۸ متر



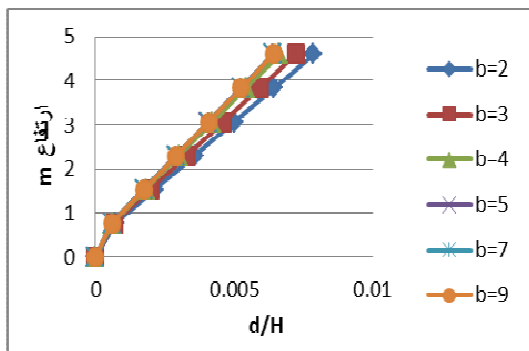
شکل ۵. جابه جایی دیوار تحت فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال و عرض پی ۱.۵ متر



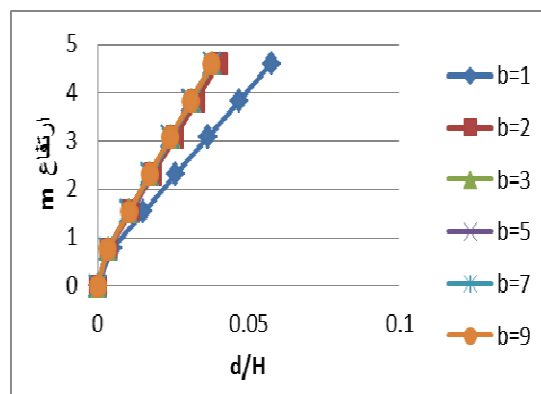
شکل ۹. جابه جایی دیوار تحت فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال و عرض پی ۲.۵ متر



شکل ۶. جابه جایی دیوار تحت فشار ۴۰۰ کیلوپاسکال و عرض پی ۱.۵ متر



شکل ۱۰. جابه جایی دیوار تحت فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال و عرض پی ۴ متر

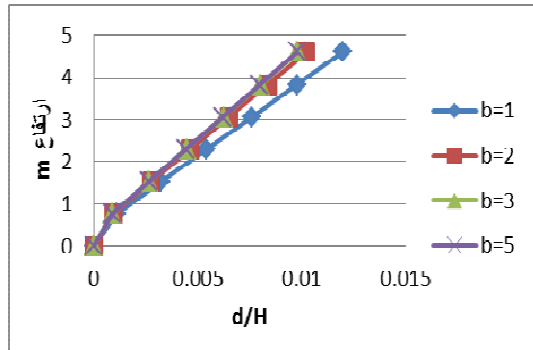


شکل ۷. جابه جایی دیوار تحت فشار ۶۰۰ کیلوپاسکال و عرض پی ۱.۵ متر

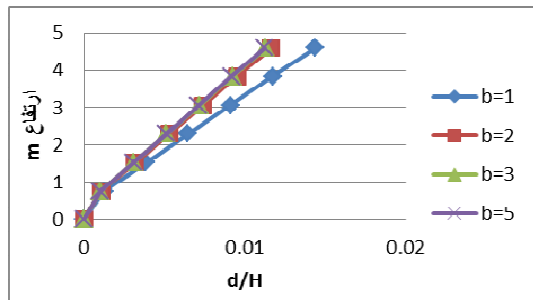
مطابق نتایج بدست آمده افزایش فشار تاثیر در عرض بهینه ژئوگریدها نداشته و در تمامی فشارها ثابت است اما با تغییر عرض پی عرض موثر ژئوگریدها نیز تغییر می‌کند. با توجه به اطلاعات به دست آمده رابطه زیر پیشنهاد می‌شود.

۷-۲- تاثیر عرض پی روی عرض بهینه ژئوگرید  
با تغییر عرض پی تحت فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال به بررسی تاثیر آن بر عرض بهینه ژئوگرید پرداخته شد.

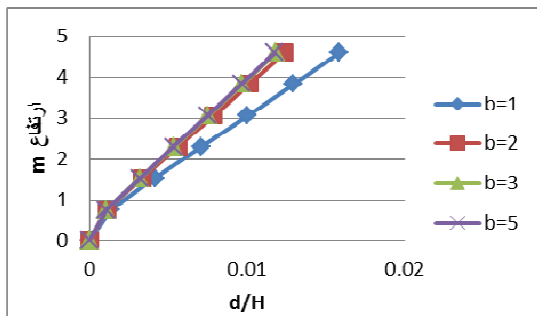
۸-۱- حد اقل ژئوگرید مصرفی در فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال



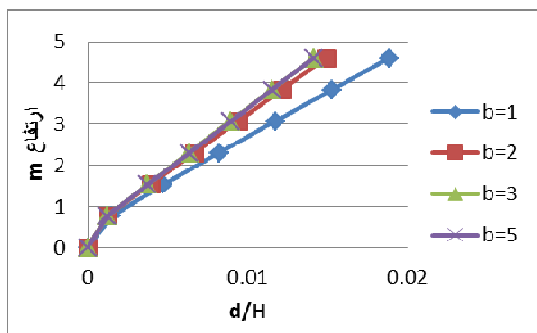
شکل ۱۱. جابه جایی دیوار تحت فشار ۲۰۰ کیلوپاسکال و فاصله ۲۰ سانتی متر ژئوگرید



شکل ۱۲. جا به جایی دیوار تحت فشار ۲۰۰ کیلو پاسکال و فاصله سانتی متر ۳۰ ژئوگرید



شکل ۱۳. جا به جایی دیوار تحت فشار ۲۰۰ کیلو پاسکال و فاصله ۴۰ سانتی متر ژئوگرید



شکل ۱۴. جا به جایی دیوار تحت فشار ۲۰۰ کیلو پاسکال و فاصله

$B < 1 \text{ m}$  اگر  $b = 2 B$   
 $1 \text{ m} < B < 3.5 \text{ m}$  اگر  $b = B + .5$   
 $B > 3.5 \text{ m}$  اگر  $b = B$

جدول ۵. عرض بهینه ژئوگرید

عرض پی	فشار	حداکثر جابه جایی دیوار به ارتفاع $d / H$	$b_{\text{geogrid}}$
.۸	۲۰۰	.۰۱۲	۱.۵
.۸	۴۰۰	.۰۲۸	۱.۵
.۸	۶۰۰	.۰۴۷	۱.۵
۱.۵	۲۰۰	.۰۱	۲
۱.۵	۴۰۰	.۰۲۵	۲
۱.۵	۶۰۰	.۰۴	۲
۲.۵	۲۰۰	.۰۰۸۶	۳
۲.۵	۴۰۰	.۰۲۲	۳
۲.۵	۶۰۰	.۰۳۴	۳
۴	۲۰۰	.۰۰۷	۴
۴	۴۰۰	.۰۱۸	۴
۴	۶۰۰	.۰۲۹	۴

۸- حد اقل ژئوگرید مصرفی

مطابق توصیه آیین نامه ها حداکثر جابه جایی دیوار  $H$  است بنابراین با قرار دادن ژئوگریدها در فواصل مختلف و عرض های متفاوت حد اقل ژئوگرید مصرفی که شرایط پایداری را ارضا کند بررسی می شود. ژئوگریدها را در فواصل سانتی متر ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و در عرض های متر ۱، ۲، ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۱ قرار داده شد.

جدول ۶. نحوه مدل سازی

	تعیین حد اقل ژئوگرید مصرفی	
	۱	۲
s (cm)	۲۰، ۳۰، ۴۰، ۶۰	۲۰، ۳۰، ۴۰، ۶۰
b (m)	۱، ۲، ۳، ۵	۱، ۲، ۳، ۵
p (Kpa)	۲۰۰	۴۰۰

و فاصله ۶۰ سانتی متر ژئوگرید

تحت فشار ۲۰۰ کیلو پاسکال و در تمام فواصل مقدار  $d/H < 0.03$  است پس با انتخاب  $N=8$  لایه ژئوگرید در فواصل ۶۰ سانتی متر کمترین میزان ژئوسنتتیک ۳۲۰ مترمربع مصرفی به دست می آید. در فشار کیلو پاسکال ۴۰۰ مقدار  $d/H$  در فواصل ۲۰ و ۳۰ سانتی متر کمتر از ۰۳ است در نتیجه با انتخاب  $N=16$  لایه ژئوگرید در فواصل ۳۰ سانتی متر حداقل ژئوگرید مورد نیاز ۶۴۰ متر مربع به دست می آید.

همانطور که مشاهده می شود در فشارهای مختلف از عرض متر  $b=2$  به بعد جابه جایی دیوار تقریباً ثابت است، بنابراین عرض ۲ متر به عنوان عرض بهینه انتخاب می گردد. طول ژئوگرید نیز متر  $L=20$  مقداری ثابت است.

#### ۹- فاصله بهینه اولین لایه ژئوگرید تا زیر پی

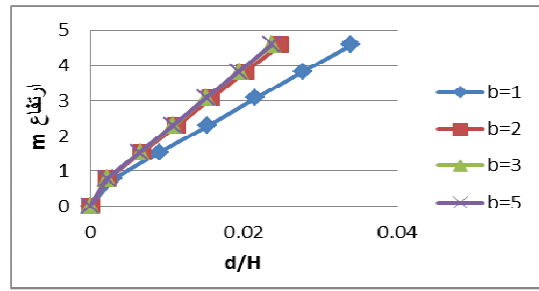
ژئوسنتتیک های ردیف بالایی به دلیل اینکه مستقیماً زیر پی نواری قرار گرفته اند سهم بیشتری از بار وارد شده به خود اختصاص می دهند به همین دلیل پیدا کردن فاصله ای که کمترین نشست پی را منجر شود اهمیت بالایی دارد.

جدول ۷. جابه جایی نسبی دیوار

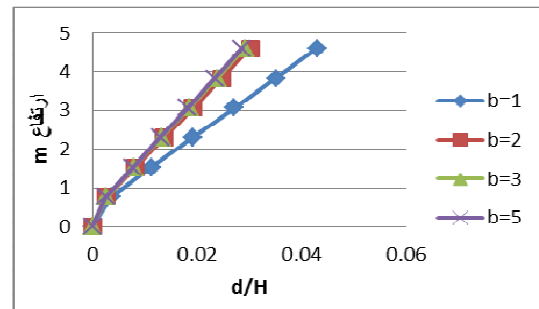
P	S	d/H	
۲۰۰	۲۰	.۰۱	ok
۲۰۰	۳۰	.۰۱۱	ok
۲۰۰	۴۰	.۰۱۲	ok
۲۰۰	۶۰	.۰۱۴	ok
۴۰۰	۲۰	.۰۲۴	ok
۴۰۰	۳۰	.۰۳	ok
۴۰۰	۴۰	.۰۳۵	not ok

۶۰ سانتی متر ژئوگرید

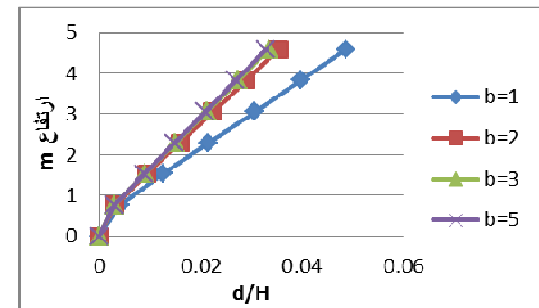
۸-۲- حداقل ژئوگرید مصرفی در فشار ۴۰۰ کیلو پاسکال



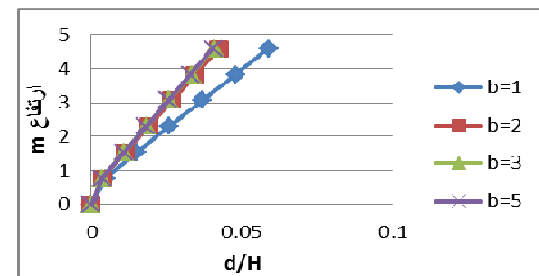
شکل ۱۵. جابه جایی دیوار تحت فشار ۴۰۰ کیلو پاسکال و فاصله ۲۰ سانتی متر ژئوگرید



شکل ۱۶. جابه جایی دیوار تحت فشار ۴۰۰ کیلو پاسکال و فاصله ۳۰ سانتی متر ژئوگرید



شکل ۱۷. جابه جایی دیوار تحت فشار ۴۰۰ کیلو پاسکال و فاصله ۴۰ سانتی متر ژئوگرید



شکل ۱۸. جابه جایی دیوار تحت فشار ۴۰۰ کیلو پاسکال

- عرض ژئوگرید بهینه برای پی نواری با عرض کمتر از ۱ متر تقریباً دو برابر  $b = 2B$ ، برای پی با عرض  $1\text{ m} < B < 3.5\text{ m}$  تقریباً  $b = B + 0.5$  و برای پی‌های با عرض بیش از ۳.۵ متر برابر عرض پی  $b = B$  است. عرض بهینه برای پی ۰.۸، ۱.۵، ۲.۵ و ۴ متر به ترتیب ۱.۵، ۲، ۳ و ۴ متر است.
- ژئوگرید مورد نیاز تحت فشار ۲۰۰ KPa،  $320\text{ m}^2$  در ۸ ردیف با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و تحت فشار ۴۰۰ KPa،  $640\text{ m}^2$  در ۱۶ ردیف با فاصله ۳۰ سانتی‌متر می‌باشد.
- در صورتی که اولین لایه ژئوگرید در عمق ۱۰ سانتی‌متر زیر پی قرار گیرد کمترین نشست در پی اتفاق می‌افتد. بنابراین فاصله ۱۰ سانتی‌متر به عنوان فاصله بهینه انتخاب می‌گردد.

#### ۱۱- پی‌نوشت‌ها

- 1-Reinforcement Soil
- 2-Geotextile
- 3-Abutment Bridge
- 4-Cap Plasticity
- 5-Hardening
- 6-Mesh
- 7- Geogrid

#### ۱۲- مراجع

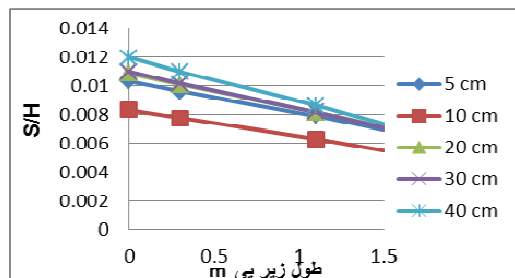
- Jonathan, T.H.Wu. Kevin, Lee. Sam, B. Helwany. and Kanop, Ketchart. (2005), "Design and construction guidelines for geosynthetic reinforced soil bridge abutments with a flexible facing", University of Colorado, Denver, NCHRP report 556.
- Jorge, G. Zornberg. Naser, Abu-Hejleh. and Trever, Wang. (2001), "Measuring the performance of geosynthetic reinforcement in a Colorado bridge structure", GFR Magazine, Volume 19, Number 2.
- Michael, Adams. Jennifer, Nicks. Tom, Stabile. Jonathan, Wu. Warren, Schlatter. and Joseph, Hartmann. (2012), "Geosynthetic reinforced soil integrated bridge system", Interim Implementation Guide, FHWA-HRT-11-026.
- Zevgolis, I.P. L. Bourdeau. (2007), "Mechanically

۴۰۰	۶۰	۰.۰۴۲	not ok
-----	----	-------	--------

جدول ۸. مقادیر ژئوگرید مصرفی

p (KPa)	S (cm)	N	b (m)	L (m)	SUM (m <sup>2</sup> )
۲۰۰	۲۰	۲۳	۲	۲۰	۹۲۰
۲۰۰	۳۰	۱۶	۲	۲۰	۶۴۰
۲۰۰	۴۰	۱۲	۲	۲۰	۴۸۰
۲۰۰	۶۰	۸	۲	۲۰	۳۲۰
۴۰۰	۲۰	۲۳	۲	۲۰	۹۲۰
۴۰۰	۳۰	۱۶	۲	۲۰	۶۴۰

در اینجا به بررسی فاصله بهینه اولین لایه ژئوگرید تا زیر پی، برای پی‌های یکپارچه با عرض ۱.۵ متر تحت فشار ۲۰۰ کیلو پاسکال پرداخته شد. اولین لایه ژئوگرید را در فواصل ۰.۵، ۱.۰، ۲.۰، ۳.۰ و ۴.۰ سانتیمتری زیر پی قرار داده شد. سایر پارامترها مطابق فرض اولیه است.



شکل ۱۹. تاثیر فاصله اولین لایه ژئوگرید تا زیر پی بر نشست

بیشترین نشست در فاصله ۱۰ سانتیمتری، ۳۸ میلیمتر و در فاصله ۵ سانتیمتری، ۴۷ میلیمتر است. مشاهده می‌شود برای عمق ۱۰ سانتیمتر کمترین نشست اتفاق می‌افتد و به عنوان فاصله بهینه انتخاب می‌گردد.

#### ۱۰- نتیجه گیری

- افزایش فشار تأثیری در انتخاب عرض بهینه ژئوگرید ندارد به عنوان مثال عرض بهینه برای پی ۱.۵ متری در فشارهای مختلف ثابت و برابر ۲ متر است.



- Guangqing, Yang. Baojian, Zhang. Peng, Lv. and Qiaoyong, Zhou. (2009), "Behaviour of geogrid reinforced soil retaining wall with concrete-rigid facing", School of Civil Engineering, Shijiazhuang Railway Institute, Geotextiles and Geomembranes 27 pp. 350–356.
- A.N. Sommers, B.V.S. Viswanadham, (2009), "Centrifuge model tests on the behavior of strip footing on geotextile-reinforced slopes", Department of Civil Engineering, Rice University, Houston, TX, USA, Geo textiles and Geo membranes 27 pp. 497–505.
- Michael, G. Oliva. Gregory, Rajek. (2011), "Toward improving the performance of highway bridge approach slabs", Department of Civil and Environmental Engineering, University of Wisconsin–Madison.
- Junichi, Koseki. (2012), "Use of geo synthetics to improve seismic performance of earth structures", Institute of Industrial Science, University of Tokyo.
- Huabei, Liu. Xiangyu, Wang. Erxiang, Song. (2011), "Reinforcement load and deformation mode of geo synthetic-reinforced soil walls subject to seismic loading during service life", Department of Civil Engineering, City College of New York, Geo textiles and Geo membranes 29 pp.1-16.
- K.Z.Z. Lee, N.Y. Chang , H.Y. Ko, (2010), "Numerical simulation of geo synthetic-reinforced soil walls under seismic shaking", Department of Civil Engineering, University of Colorado Denver, Geo textiles and Geo membranes 28, pp. 317–334.
- Jie, Huang. Jie, Han. (2009), "3D coupled mechanical and hydraulic modeling of a geo synthetic-reinforced deep mixed column-supported embankment", The University of Kansas, CEAE Department, 1503 W 15th Street, Lawrence, Geo textiles and Geo membranes 27, pp. 272–280.
- stabilized earth wall abutments for bridge support", Publication FHWA/IN/JTRP-2006/38. Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation and Purdue University.
- John, S. Horvath. (2005), "Integral abutment bridges geotechnical problems and solutions using geosynthetics and ground improvement", manhattan college, civil and environmental engineering department, FHWA Conference on Integral Abutment and Jointless Bridges.
- Sam, Helwany. (2007), "Applied soil mechanics with ABAQUS applications", John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Sanjay, Kumar. and Jian-Hua, Yin. (2006), "Fundamentals of Geo synthetic Engineering", Department of Civil Engineering, Institute of Technology, Banaras Hindu University, Varanasi, India.
- Chungsik, Yoo. and Sun-Bin, Kim. (2008), "Performance of a two-tier geo synthetic reinforced segmental retaining wall under a surcharge load: Full-scale load test and 3D finite element analysis", Department of Civil and Environmental Engineering, Sungkyunkwan University, Geo textiles and Geo membranes 26 pp. 460–472.
- Jonathan, T.H.Wu. (1997), "Mechanically stabilized backfill", University of Colorado, Denver, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken.
- Ioannis, Zevgolis. and Philippe, L. Bourdeau. (2007), "Mechanically Stabilized Earth Wall Abutments for Bridge Support", Joint Transportation Research Program, Purdue University.

## Determination of the Optimal Width and Arrangement of Geogrid in Geosynthetic Reinforced Soil Abutment Bridge

*R. Raisi, M.Sc. Student, Department of Civil Engineering, Shahid Chamran University of Ahwaz, Ahwaz, Iran.*

*M. Olapour, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Shahid Chamran University of Ahwaz, Ahwaz, Iran.*

*E-mail: raisi.ramin@yahoo.com*

Received: June 2016-Accepted: September Oct.

### ABSTRACT

Geogrid is made of a polymer and as a stiffener layer in soil to be used and increase capacity and reduce lateral displacement of the wall and the sill settlement follow. In recent years, put bridge deck by a strip foundation on the abutment was used as a efficient method of building bridges has been was introduced. With this method besides being economical and high-speed performance, bump due sill dissimilar between abutment and pile foundations will be eliminated. Studies show increase geogrid width to reduce the lateral displacement of the wall is effective. In this paper influence pressure and width sill on the optimal width of geogrid was investigated. also with considering the maximum allowable displacement of the wall sort appropriate geogrid was investigated until the most economical mode that provide stable and displacement of the wall does not exceed the limit set by the regulation is achieved. Depth placement the first geogrid under sill in reduction settlement sill is effective so with placement geogrid at different depths the optimum depth is research. In this study 3D analysis by software Abaqus-V6.11-1 with Cap plasticity models done.

**Keywords:** Geogrid, Optimum width, Abutment, Capacity, Lateral Displacement