



بررسی مقاومت دیوار گابیونی در خاک های مختلف با توجه به ملاحظات اقتصادی در محیط دو بعدی

حسن علیزاده محبوب

دانشجوی کارشناسی ارشد، خاک و پی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

h_hajix@yahoo.com

چکیده

با توجه به اینکه تمام زیر ساخت های مهندسی مخصوصا شیب های خاکی، همگی بر روی سطح زمین بنا می شوند، لذا ایمنی آنها بسیار حائز اهمیت می باشد. بررسی نوع ناپایداری در شیروانی های خاکی و راهکارهای مقابله با آنها از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این میان، استفاده از دیورهای گابیونی به عنوان یک سیستم مسلح کننده توده خاک در جهت افزایش سختی و مقاومت در برابر گسیختگی به عنوان یک روش مناسب و عملی پیشنهاد می گردد. در این پژوهش مصالح مفروض شده و پایداری آن کنترل می شود و سپس با اعمال نیرو (به عنوان متغیر) به لبه شیب، با استفاده از نرم افزار جنو۵ بررسی می گردد. دو روش مهم برای تحلیل پایداری شیب ها شامل روش تعادل حدی و روش عددی می باشد که در این پژوهش روش عددی مورد استفاده قرار گرفته است. در انتهای مقاله نتایج حاصل از تحقیق توصیف می گردد و در انتها به صورت نمودار جمع بندی خواهد شد.

واژگان کلیدی: گابیون، نیرو، گسیختگی، پایداری



(۱) مقدمه

گابیون لغتی ایتالیایی است که به معنی قفس بزرگ می باشد. مخترع اولیه گابیون لئوناردو داوینچی می باشد که آن را به صورت سنگ طراحی کرد که شامل سنگ های درشت بودند که با حصر به هم بافته شده بودند. او طرح خود را سبد لئوناردو نامگذاری کرد. ایتالیایی ها گاهی به جای لفظ گابیون از گابیا نیز استفاده می کردند آنها برای حفاظت از توپخانه و ارتش خود، از گابیون فقط به عنوان سنگ استفاده می کردند.

اولین استفاده مهندسی از گابیون در اواخر قرن نوزدهم توسط دانشمند ایتالیایی به نام گاتانو مکافری صورت گرفت. طرح او استفاده از گونی هایی حاوی سنگ های درشت دانه بود که برای پایدار سازی حاشیه رودخانه ی شهر کازالکیو دی رنو از توابع استان بولونیای ایتالیا مورد استفاده قرار می گرفت. بعد ها طرح او در اسپانیا و یونان هم طرفدار پیدا کرد و او توانست تجارت پر رونقی را از طریق گابیون سازی برای خود دست و پا کند. در ایالات متحده برای اولین از گابیون در سال ۱۹۵۷ استفاده شد. پروژه ای تحت عنوان پایدار سازی کناری رودخانه ویرجینیا و نیوهمپشایر. این پروژه تا سال ۱۹۶۵ طول کشید.

امروزه گابیون به ساختاری توری یا قفس مانند گفته می شود که داخل را از سنگ یا خاک درشت دانه پر می کنند و برای جلوگیری از خزش یا فرسایش خاک، از آن استفاده می کنند. گابیون در مهندسی و جاده سازی و فعالیت های نظامی کاربرد دارد. بیشترین استفاده از گابیون در مهندسی عمران صورت می گیرد. گابیون برای پایدارسازی شیب های خاکی، پایدارسازی سواحل، پوشش کانال ها و غیره استفاده می شود. همچنین استفاده از گابیون برای هدایت جریان آب و سیل نیز مرسوم می باشد. گابیون یک دیوار حائل است که از سبدهای فلزی تشکیل شده و هر سبد از سنگ و خاک درشت دانه انباشته می شود و به وسیله ژئوگرید یا توری های فلزی به هم متصل می گردند و بر روی هم چیده می شوند. طرز چینش گابیون بستگی به هدف و نوع طراحی دارد. عمر مفید گابیون ها بستگی به عمران مفید ژئوگریدها یا توری های فلزی دارد. این ساختار زمانی که متصل کننده ها دچار بریدگی نشوند پایدار باقی خواهند ماند. رایج ترین متصل کننده، مفتول فلزی گالوانیزه است. همچنین از پوشش های پی وی سی و مفتول ضد زنگ نیز استفاده می شود. اصولا عمر مفید پوشش های گالوانیزه پی وی سی، ۶۰ سال تخمین زده می شود. با توجه به کاربرد توری های گابیون، بایستی آن را از جنبه های مختلفی از قبیل خصوصیات رفتاری، شکل پذیری، استحکام، طراحی و محاسبه سازه ها مورد بررسی و ارزیابی قرار داد. از لحاظ اقتصادی سازه های گابیون بسیار ارزانه تر از سازه های مشابه است.

(۲) پیشینه

در پژوهشی به تاثیر گابیون در پایدارسازی کنار پل های کوچک پرداختند. آنها در این تحقیق دو نمونه سبد شش ضلعی و مستطیل شکل با ابعاد مشخص تحت بارگذاری را با هم قیاس کردند و با اعمال نیروی عمودی یکسان، گسیختگی آنها را بررسی کردند. آنها به این نتیجه رسیدند که سبد گابیون شش ضلعی تغییر شکل بیشتری نسبت به سبد گابیون مستطیل شکل داشته است اما در اعمال نیروی برشی، سبد شش ضلعی رفتار مناسبتری را از خود به نمایش گذاشت. در پژوهشی دیگر به ماهیت آکوستیک بودن دیوارهای گابیون پرداختند. آنها با قرار دادن یک میکروفون در مقابل مدل های گوناگون گابیون که در دانه بندی با هم تفاوت داشتند. آنها به این نتیجه رسیدند که گابیون می تواند جذب صدای خوبی از خود به نمایش بگذارد



و انعکاس صدا را به حداقل برساند. بسته به دانه بندی های متفاوت گابیون می تواند از ۵ دسی بل تا ۲۰ دسی بل نسبت به منبع صوت، انعکاس صدا را کاهش دهد.^۲ در پژوهشی دیگر به تاثیر رشد گونه های گیاهی به وسیله مصالح مورد استفاده در گابیون پرداختند. آنها چند گونه گیاهی را در دو فصل تابستان و زمستان مورد بررسی قرار دادند و اطلاعات حاصل از تغییر مقاومت در ساختار گابیون و تغییر مقاومت مصالح آن را در قالب نمودارهای دما و پتانسیل آب خاک به نمایش گذاشتند.^۱

۳) روش تحقیق

در این پژوهش دیوار گابیونی به صورت دیوار استقامتی در بخش زیرین یک جاده فرض می شود و به همین دلیل قسمت بالای دیوار دارای بار عمودی می باشد. جنس خاک پشت دیوار گابیونی به عنوان متغیر در نظر گرفته می شود و مقاومت سبدها و توری دیواره در طول تحقیق یکسان فرض می شود. پارامترهای مقاومتی در هر قسمت تحقیق آورده می شود و در انتها به تحلیل و نتیجه گیری داده ها پرداخته می شود و گفته می شود بر اساس جنس خاک و میزان مقاومت و ضریب اطمینان دیوار کدام جنس خاک از نظر اقتصادی مناسب تر می باشد. بررسی این رابطه عددی به کمک نرم افزار کاربردی Geo5 انجام می گیرد که به جای روش تعادل حدی در این نرم افزار، از روش عددی استفاده می شود.

ابتدا نمونه را در محیط دو بعدی مدل می کنیم. در این مدل سه ردیف دیوار گابیونی تصور می کنیم. سبدها را در اول دارای طول ۱ متر و ارتفاع ۶۰ سانتیمتر و می باشد که تمامی سبدها دارای ارتفاع یکسان نسبت به هم می باشند. و سبدها را در دوم دارای طول ۱/۵ متری و دارای آفت ۵۰ سانتیمتری نسبت به سبدها بالا می باشد که آفت نسبت به هم در طول تحقیق یکسان می باشند. سبدها سوم با طول ۲ متری می باشد. در شکل زیر به صورت شماتیک ابعاد نمونه نشان داده شده است.



شکل ۱- نمایش شماتیک از ابعاد مدل



مشخصات مواد پر کننده در زیر بیان شده است که در طول روند تحقیق یکسان می باشد:

جدول ۱- مشخصات مواد پر کننده (فیلر)

چگالی	۱۸ Kn/m ³
زاویه شکست داخلی	۳۰°
چسبندگی	۰ Kpa

مش در برگیرنده ی سبد دیوار گابیونی در زیر بیان شده است که در طول روند تحقیق یکسان می باشد:

جدول ۲- مشخصات سبد دیوار گابیونی

مقاومت کششی	۴۰ Kn/m
فاصله پارتیشن	۱ M
ظرفیت باری مشترک	۴۰ Kn/m

مدل سازی اول:

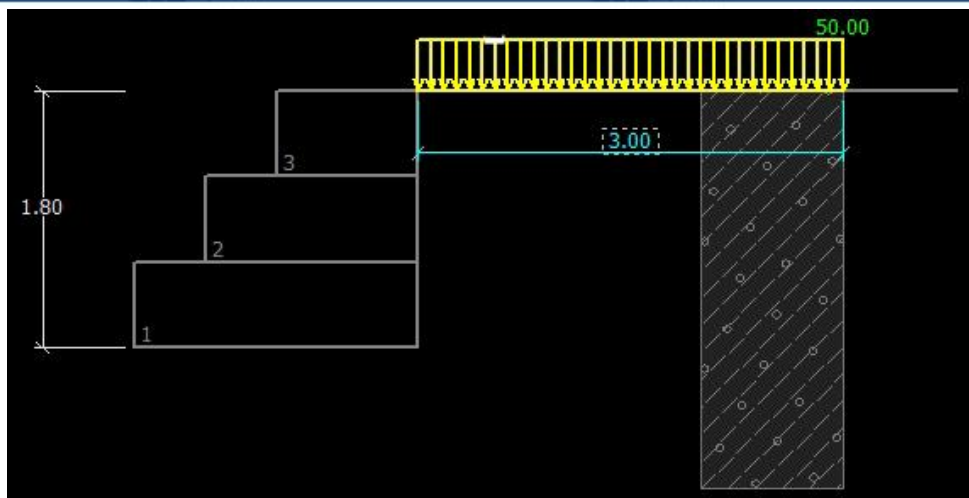
در اولین مدلسازی خاک پشت دیوار گابیونی از نوع سیلتی دانه درشت می باشد که مشخصات آن در زیر اعلام شده است.

جدول ۳- مشخصات خاک پشت دیوار گابیونی در اولین مدل سازی

چگالی	۱۹ KN/m ³
زاویه شکست داخلی	۲۹°
چسبندگی	۸ Kpa
وزن اشباع	۱۹ Kn/m ³

در این پژوهش باری به عرض ۳ متر فرض می شود که بر لبه ی دیوار گابیونی وارد می شود و در تمام مدل ها این بُعد یکسان است.

بار ۵۰ کیلونیوتن بر متر مربع بر لبه دیوار گابیونی وارد می شود که در طول روند تحقیق یکسان فرض می شود.



شکل ۲- نمایی شماتیک از دیوار گابیونی و نیروی وارده

بعد از وارد کردن این اطلاعات در نرم افزار خروجی های زیر به دست می آید:

بررسی مقاومت در مقابل واژگونی

مقاومت لحظه ای $M_{res} = 82.68 \text{ kNm/m}$

واژگونی لحظه ای $M_{ovr} = 15.11 \text{ kNm/m}$

ضریب اطمینان $= 5.47 > 1.50$

ایمنی دیوار در مقابل واژگونی برقرار است

بررسی لغزش

نیروی افقی مقاوم $H_{res} = 49.77 \text{ kN/m}$

نیروی افقی فعال $H_{act} = 19.89 \text{ kN/m}$

ضریب اطمینان $= 2.50 > 1.50$

ایمنی دیوار در مقابل لغزش برقرار است

نیروی نرمال $N = 60.92 \text{ kN/m}$

نیروی برشی $Q = 19.89 \text{ kN/m}$

ایمنی دیوار به صورت سرتاسری برقرار است

مدل سازی دوم:

در دومین مدل سازی خاک پشت دیوار گابیونی از نوع رس درشت دانه می باشد که مشخصات آن در زیر اعلام شده است.



جدول ۴- مشخصات خاک پشت دیوار گابیونی در دومین مدل سازی

چگالی	۱۹٫۵ KN/m ³
زاویه شکست داخلی	۲۷°
چسبندگی	۱۰ Kpa
وزن اشباع	۲۲ KN/m ³

سپس طبق روال قبلی همان نیروی ۵۰ کیلونیوتن بر متر مربع با عرض ۳ متر بر لبه دیواره وارد می شود. نتایج این مدل سازی به شرح زیر می باشد:

بررسی مقاومت در مقابل واژگونی

$$\text{مقاومت لحظه ای} \quad M_{res} = 83.82 \text{ kNm/m}$$

$$\text{واژگونی لحظه ای} \quad M_{ovr} = 13.88 \text{ kNm/m}$$

$$\text{ضریب اطمینان} = 6.04 > 1.50$$

ایمنی دیوار در مقابل واژگونی برقرار است

بررسی لغزش

$$\text{نیروی افقی مقاوم} \quad H_{res} = 51.33 \text{ kN/m}$$

$$\text{نیروی افقی فعال} \quad H_{act} = 18.80 \text{ kN/m}$$

$$\text{ضریب اطمینان} = 2.73 > 1.50$$

ایمنی دیوار در مقابل لغزش برقرار است

$$\text{نیروی نرمال} \quad N = 61.49 \text{ kN/m}$$

$$\text{نیروی برشی} \quad Q = 18.80 \text{ kN/m}$$

ایمنی دیوار به صورت سرتاسری برقرار است

مدل سازی سوم:

در سومین مدل‌سازی خاک پشت دیوار گابیونی از نوع ماسه بد دانه بندی شده می باشد که مشخصات آن در زیر اعلام شده است.

جدول ۵- مشخصات خاک پشت دیوار گابیونی در سومین مدل سازی



۱۸,۵ KN/m ³	چگالی
۳۵/۵۰	زاویه شکست داخلی
۰ Kpa	چسبندگی
۲۲ Kn/m ³	وزن اشباع

سپس طبق روال قبلی همان نیروی ۵۰ کیلونیوتن بر متر مربع با عرض ۳ متر بر لبه دیواره وارد می شود. نتایج این مدل سازی به شرح زیر می باشد:

بررسی مقاومت در مقابل واژگونی

مقاومت لحظه ای $M_{res} = 83.83 \text{ kNm/m}$

واژگونی لحظه ای $M_{ovr} = 20.54 \text{ kNm/m}$

ضریب اطمینان $= 4.08 > 1.50$

ایمنی دیوار در مقابل واژگونی برقرار است

بررسی لغزش

نیروی افقی مقاوم $H_{res} = 43.86 \text{ kN/m}$

نیروی افقی فعال $H_{act} = 25.30 \text{ kN/m}$

ضریب اطمینان $= 2.71 > 1.50$

ایمنی دیوار در مقابل لغزش برقرار است

نیروی نرمال $N = 61.49 \text{ kN/m}$

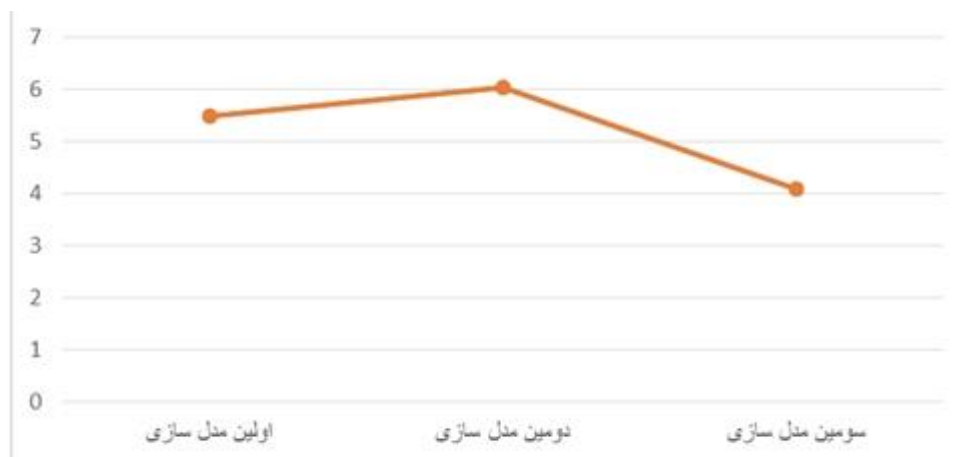
نیروی برشی $Q = 25.30 \text{ kN/m}$

ایمنی دیوار به صورت سرتاسری برقرار است

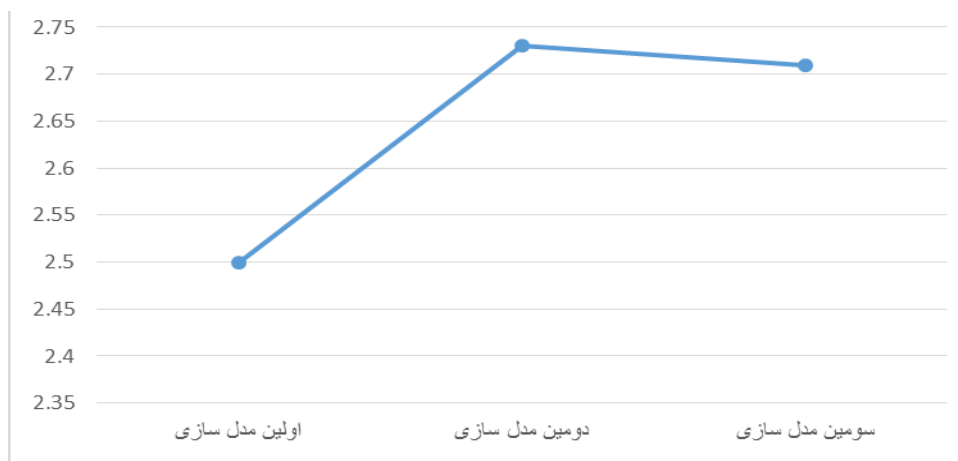


بحث و نتیجه‌گیری

اکنون تمام نتایج برآورد شده از سه مدل سازی انجام گرفته در قالب نمودار آورده می شود:



نمودار ۱- مقایسه ضریب اطمینان در مقابل واژگونی



نمودار ۲- مقایسه ضریب اطمینان در مقابل لغزش

همانطوری که مشاهده می شود ضریب اطمینان در دومین مدل سازی بیشتر از دو مدل سازی دیگر می باشد. از طرفی ضریب اطمینان مدل سازی اول در مقابل واژگونی بیشتر از ضریب اطمینان مدل سازی سوم در مقابل واژگونی می باشد اما ضریب اطمینان مدل سازی سوم در مقابل لغزش بیشتر از ضریب اطمینان مدل سازی اول در برابر لغزش می باشد. همانطوری که گفته شد ضریب اطمینان مدل سازی دوم در هر دو مقایسه از دو مدل سازی دیگر بیشتر است. در مدل سازی دوم خاک پشت دیوار گابیون از نوع رس درشت دانه بوده که مشخصات آن در جدول ۴ آورده شده است. ضریب اطمینان بالا این را نشان می دهد که می توان با کمتر کردن پارامترهایی مثل مقاومت مش یا استفاده از مواد پر کننده سبب ارزان قیمت تر به حداقل مقاومت دست یافت. نتایج به دست آمده این را نشان می دهد که اجرای دیوار گابیونی در خاک هایی با رس درشت دانه بهینه تر و به صرفه تر از اجرای آن در خاک سیلت درشت دانه و حتی ماسه بد دانه بندی شده می باشد و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر می باشد.



منابع انتهایی مقاله:

1. Chou.H , Yang.C, Hsieh.B, Chang.S (2001),”A study of liquefaction related damages on shield tunnels”. Tunneling and Underground Space Technology,16, 185-193;
2. Matsumoto.J.Sanitary facilities. In:Kawasumi, editor., (1968), “General report on the Niigata earthquake of 1964.” Tokyo Electrical Engineering College Press;
3. O’Rourke. T.D, Goh. S.H, Menkiti. C.O and Mair. R.J, “Highway tunnel performance during the 1999 Duzce earthquake”, Proc 15th Int Conf Soil Mech Geotech Eng (2001);
4. Schmidt. B and Hashash Y.S. T, “US immersed tube retrofit”, Tunnels Tunneling Int 30 (1998), pp.22-24;
5. Wang. J.M, (1985), “Distribution of earthquake damage to underground facilities during the 1976 Tang-shan earthquake”, Earthquake Spectra 1. pp.741-757

Surf and download all data from SID.ir: www.SID.ir

Translate via STRS.ir: www.STRS.ir

Follow our scientific posts via our Blog: www.sid.ir/blog

Use our educational service (Courses, Workshops, Videos and etc.) via Workshop: www.sid.ir/workshop