

تحلیل عددی کوله خاک مسلح تحت بارگذاری استاتیکی و دینامیکی

رامین رئیسی^۱، مسعود اولی پور^۲، مهدی جهانی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی دانشگاه شهید چمران اهواز

۲- استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه شهید چمران اهواز

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی دانشگاه شهید چمران اهواز

:

Raisi.ramin@yahoo.com

خلاصه

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 می گردند. مطالعات نشان می دهد فاصله لبه پی نواری قرار گرفته در بالای کوله تا نما، نوع پی و سختی ژئوگریدها در توزیع فشار جانبی خاک و جابه جایی جانبی دیوار موثر است. در مطالعه پیش رو تحلیل ۳ بعدی توسط نرم افزار Abaqus-V6.11-1 به کمک مدل رفتاری Cap plasticity و به صورت استاتیکی و دینامیکی انجام شد.

کلمات کلیدی: ژئوگرید، فشار جانبی خاک، کوله، استاتیکی، دینامیکی

۱. مقدمه

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

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.

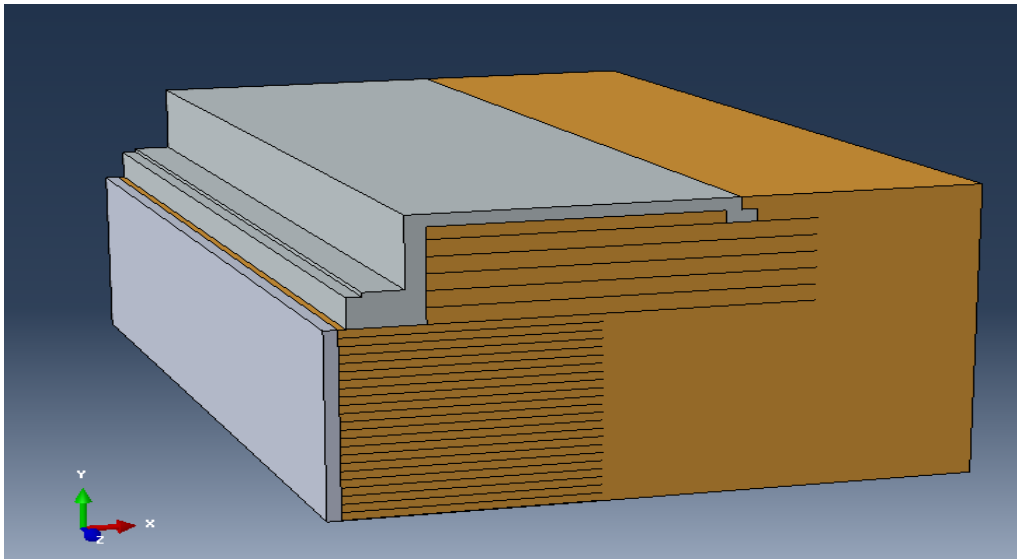
۲. مدل سازی عددی

به منظور تحلیل عددی کوله خاک مسلح از نرم افزار المان محدود آباکوس Abaqus-V6.11-1 و به صورت 3D استفاده شده است. اندرکنش میان سطوح از نوع Surface to surface انتخاب شد. برای مش بندی خاک، دیوار نما و پی نواری از المان های C3D8R و برای ژئوگریدها از المان M3D8R و نوع ممبرن استفاده شده است. برای تحلیل استاتیکی از Static General و برای تحلیل دینامیکی از Dynamic Explicit و شتاب نگاشت زلزله طیس استفاده شده است.

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی دانشگاه شهید چمران اهواز

^۲ استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه شهید چمران اهواز

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک خاک و پی دانشگاه شهید چمران اهواز



شکل ۱ - شمای کلی مدل سازی در آباکوس

در مدل سازی از خاک دانه ای بدون چسبندگی ($C=0$) با نوع رفتار Cap plasticity مدل شده است. پارامترهای مربوط به مدل Cap Plasticity در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱- پارامترهای مدل Cap Plasticity

Φ	$\alpha(\text{kpa})$	θ	R	D(kpa)-1	W	X0(kpa)
۳۴	۰	۰.۲۶۴	۴	۰.۰۰۰۰۰۷۲۵	۲.۵	۲۰۰

برای مدل سازی ژئوگرید، پی و دیوار نما از رفتار الاستو پلاستیک استفاده شد و پارامترهای مربوط به آن در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- مشخصات ژئوگرید و پی نواری

	مدول الاستیسیته E(KN/m)	ضریب پواسون U
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

۳. مدل اصلاح شده دراگر-پراگر / کلاهک

مدل خمیری دراگر-پراگر / کلاهک 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

$$f_1 = \theta J_1 - \sqrt{J_{2D}} + \alpha$$

J1 نامتغیر اول تانسور تنش موثر، J2D نامتغیر دوم تانسور تنش انحرافی، θ و α ثابت های مربوط به زاویه اصطکاک و چسبندگی خاک هستند.

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

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

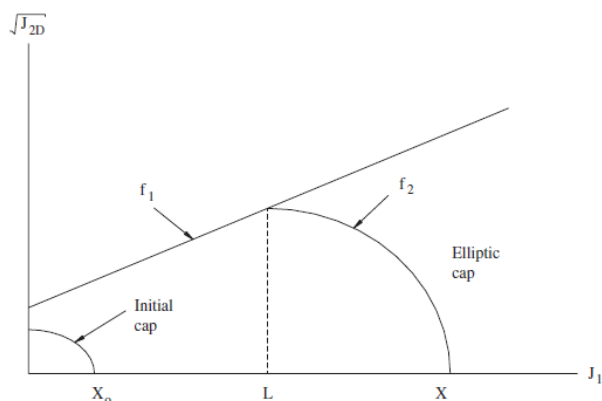
تابع کلاهک بیضی شکل به صورت زیر است

$$f_2 = (J_1 - L)^2 + R^2 J_{2D} - (X - L)^2 = 0$$

R نسبت محور اصلی به فرعی بیضی است، X و L به ترتیب محل تقاطع کلاهک با محور J1 و تابع تسلیم دراگر پراگر است. تابع سخت شونده گی به صورت زیر بیان می شود

$$X = -\frac{1}{D} \ln\left(1 - \frac{\epsilon_v^p}{W}\right) + X_0$$

D و W و X0 اعداد ثابت هستند و ϵ_v^p کرنش حجمی پلاستیک است.



شکل ۲- مدل Cap

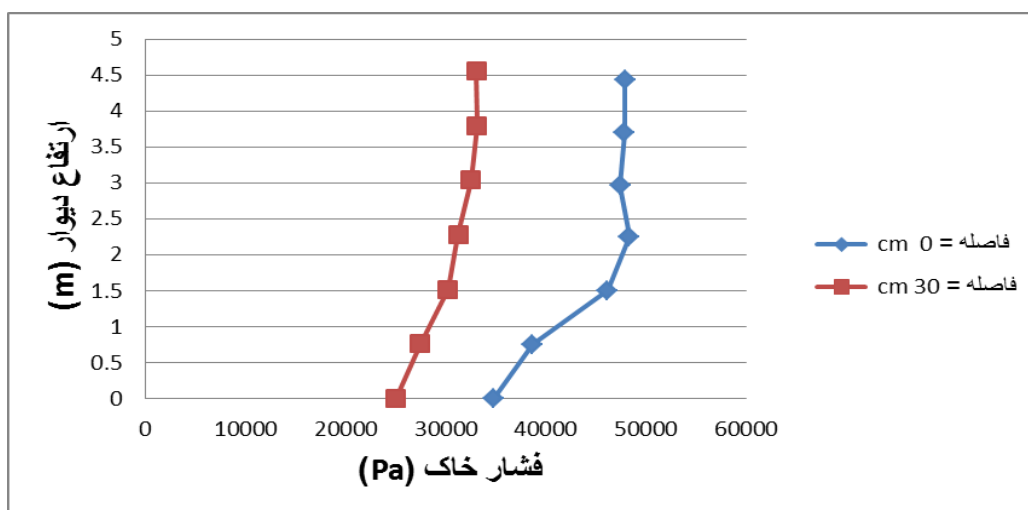
۴. شرایط مرزی و تکیه گاهی

تکیه گاه های 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 می شود. برای وجه انتهایی شرایط گیر داری فرض شد و جابه جایی و چرخش را در تمامی جهات X ، Y ، Z محدود شد. در حالت دینامیکی برای ممانعت کردن از انعکاس امواج مرز های جاذب تعریف شد.

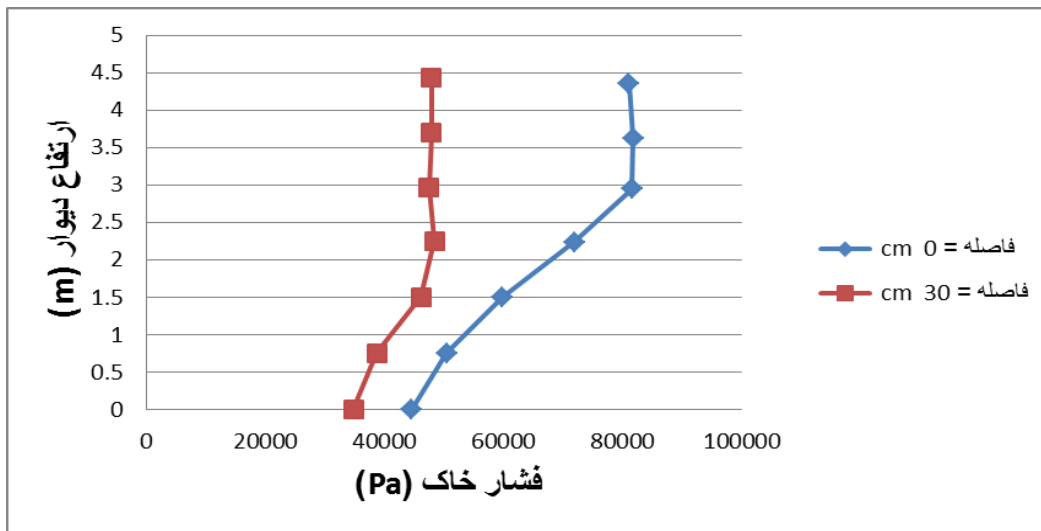
۵. تاثیر پارامتر های مختلف در کاهش فشار جانبی

۵-۱. تاثیر فاصله پی تا نما

یکی از پارامتر های تاثیر گذار در کوله ها فاصله لبه پی نواری تا نما است، اگر این فاصله کم باشد فشار خاک پشت دیوار زیاد می شود و اگر فاصله زیاد باشد طول شاهتیر پل زیاد شده و غیر اقتصادی است. پی نواری را در دو فاصله ۰ و ۳۰ از دیوار نما قرار داده شد. در هر دو حالت استاتیکی و دینامیکی با افزایش فاصله فشار کمتری در خاک ایجاد می شود همچنین فشار ایجاد شده در حالت دینامیکی بیش از حالت استاتیکی است.



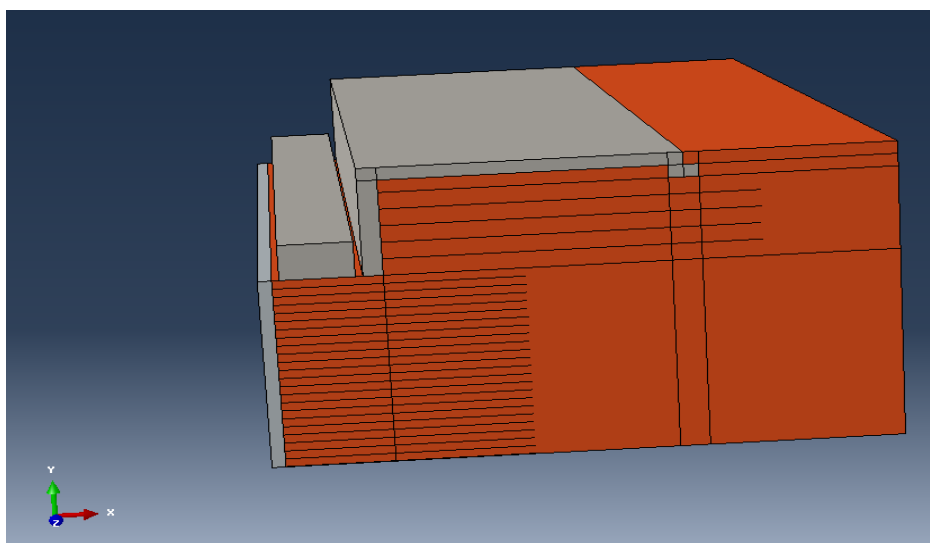
شکل ۳- تاثیر فاصله پی تا نما در نحوه توزیع فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی



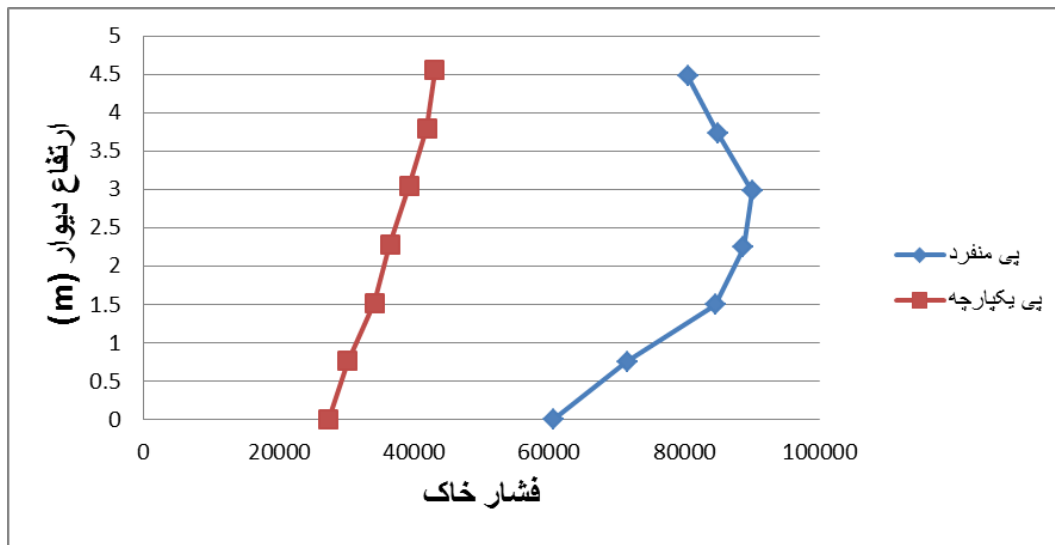
شکل ۴-تأثیر فاصله پی تا نما در نحوه توزیع فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی

۲-۵. تأثیر نوع پی نوع پی

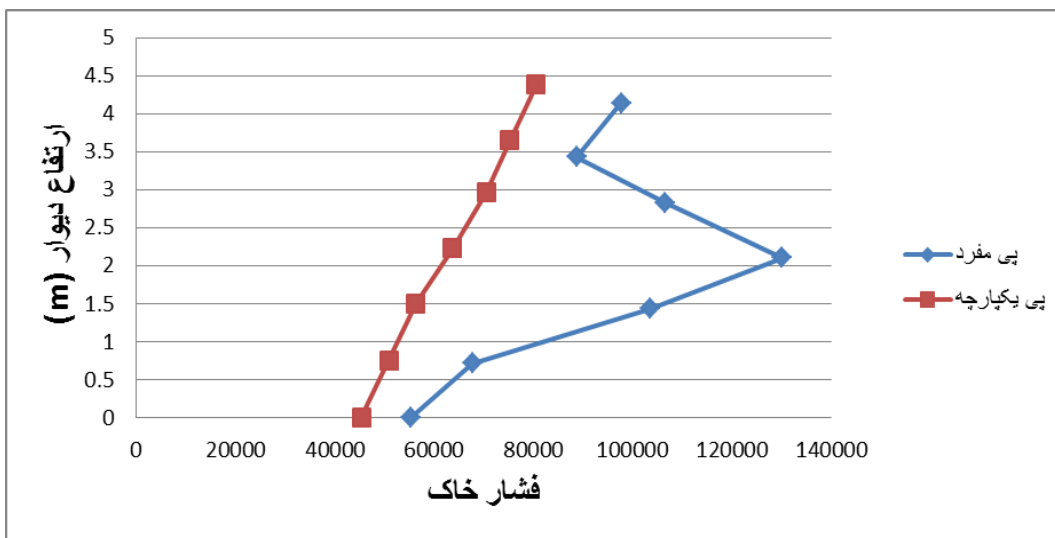
زمانیکه برای انتقال بار پل از پی در بالای کوله استفاده می شود دو نوع پی ممکن است استفاده گردد، ۱- پی منفرد ۲- پی یکپارچه . هر دو نوع پی با عرض ۱.۵ متر و مشخصات یکسان مدل شد. مطابق نتایج بدست آمده پی یکپارچه نسبت به پی منفرد عملکرد بهتری داشته و فشار کمتری در خاک ایجاد می گردد و نهایتاً جابه جایی دیوار کمتر می شود همچنین میزان فشار ایجاد شده در حالت دینامیکی بیش از استاتیکی است.



شکل ۵- شمای کلی پی منفرد

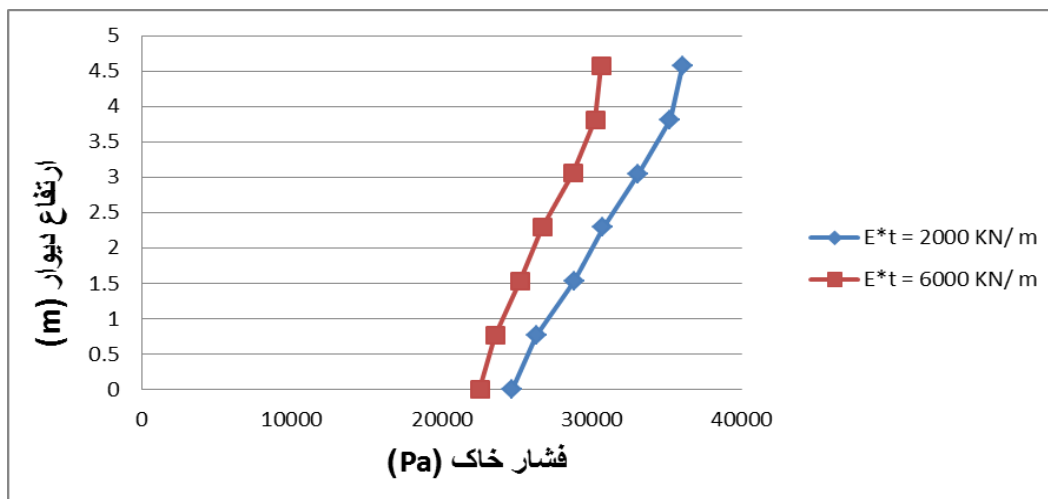


شکل ۶- تاثیر نوع پی در نحوه توزیع فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی

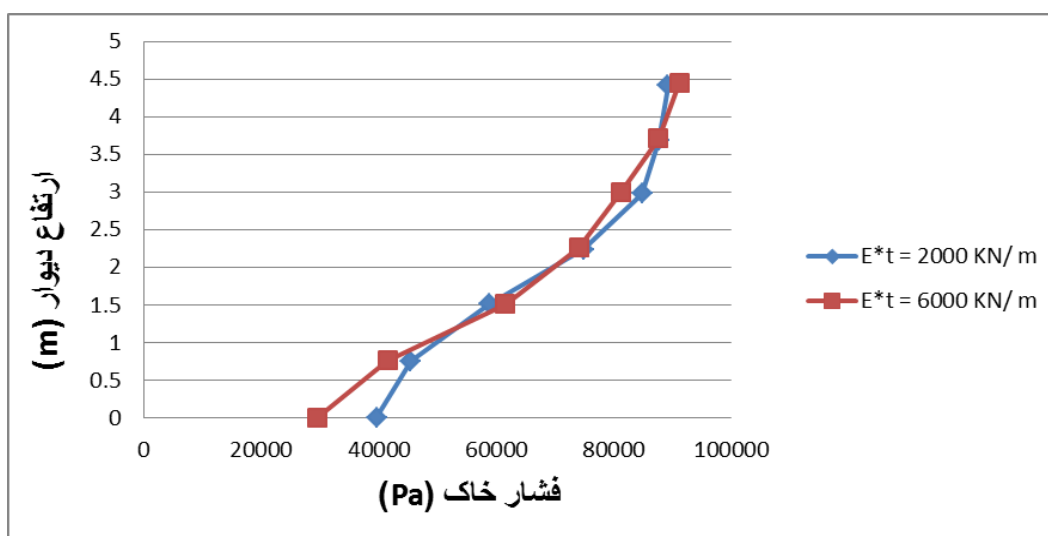


شکل ۷- تاثیر نوع پی در نحوه توزیع فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی

امروزه ژئوسنتتیک ها در انواع مختلف و با سختی های متفاوت تولید می شوند. هر چه مدول الاستیسته بیشتر شود انتظار کاهش فشار جایی خاک را داریم و در حالت استاتیکی این موضوع مشاهده می شود اما در حالت دینامیکی افزایش سختی در کاهش فشار تاثیر کمی دارد.



شکل ۸- تاثیر سختی ژئوگرید در نحوه توزیع فشار جانبی خاک در حالت استاتیکی



شکل ۹- تاثیر سختی ژئوگرید در نحوه توزیع فشار جانبی خاک در حالت دینامیکی

۶. نتیجه گیری

- با افزایش فاصله پی از نما فشار کاهش یافته و در نتیجه جابه جایی دیوار نما کمتر می شود. آیین نامه ها این فاصله را ۳۰ cm توصیه کرده اند.
- اجرای پی به صورت یکپارچه عملکرد بهتری از خود نشان داده و موجب کاهش فشار جانبی خاک در هر دو حالت استاتیکی و دینامیکی می گردد.
- افزایش سختی ژئوسنتتیک ها در حالت استاتیکی موجب کاهش فشار جانبی خاک می گردد اما در حالت دینامیکی این کاهش فشار محسوس نیست.

۷. مراجع

- 1- Jonathan T.H.Wu, “Mechanically stabilized backfill”, University of Colorado, Denver, 1997
- 2-Jonathan T.H.Wu, Kevin Lee, Sam B. Helwany, Kanop Ketchart, “*Design and construction guidelines for geosynthetic reinforced soil bridge abutments with a flexible facing*”, University of Colorado, Denver, 2005, NCHRP report 556
- 3-Jorge G. Zornberg, Naser Abu-Hejleh, Trever Wang, “*Measuring the performance of geosynthetic reinforcement in a Colorado bridge structure*”, 2001, *GFR Magazine*
- 4- Michael Adams, Jennifer Nicks, Tom Stabile, Jonathan Wu, Warren Schlatter, and Joseph Hartmann, “*Geosynthetic reinforced soil integrated bridge system*”, Interim Implementation Guide, 2012, FHWA-HRT-11-026
- 5-Zevgolis I.P. L. Bourdeau, “*Mechanically stabilized earth wall abutments for bridge support*”, 2007, FHWA/IN/JTRP-2006/38
- 6- John S. Horvath, Ph.D, P.E, “*Integral abutment bridges geotechnical problems and solutions using geosynthetics and ground improvement*”, *Manhattan College, Civil and environmental engineering department, 2005*
- 7- Sam Helwany, “*Applied soil mechanics with ABAQUS applications*”, New Jersey, 2007
- 8- Sanjay Kumar Shukla, Jian-Hua Yin, “*Fundamentals of Geosynthetic Engineering*”, Department of Civil Engineering, Institute of Technology, Banaras Hindu University, Varanasi, India, 2006
- 9- Robert M . Koerner, “*Designing With Geosynthetics*”, Drexel University, 2005
- 10- Chungsik Yoo*, Sun-Bin Kim, “*Performance of a two-tier geosynthetic 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 2008