ارزیابی عملکرد دیوار میخکوبی شده پیش تنیده

بهنام خندان[1]، ناصر عرفاتی[2]، امیر حوتی[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشدعمران -ژئوتکنیک دانشگاه تفرش

۲- دکتری عمران - ژئوتکنیک استاد یار و عضو هیئت علمی دانشگاه تفرش

۳- کارشناس ارشدعمران -ژئوتکنیک دانشگاه تربیت معلم تهران

Khandan . behnam@yahoo.com

خلاصه

یکی از روش های پایدارسازی شیروانی های خاکی به خصوص در محیطهای شهری ، میخکوبی در خاک است.میخها می توانند بصورت معمولی یا پیش تنیده اجرا گردند.در این مقاله اثر پیش تنیده گی میخها در گودبرداری های عمیق مورد توجه قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد پیش تنیده گی میخ ها در دیوار میخکوبی شده سبب کاهش ۲۰ تا ۳۰ درصدی تغییر مکان افقی بیشینه می شود و بیشترین درصد کاهش تغییر مکان افقی دیواره در ۳/٤ بالایی دیوار و به میزان۳۰ تا٤۰ درصد می باشد . پیش تنیده گی در ضریب اطمینان کلی تاثیر ناچیزی دارد.

کلمات کلیدي: دیوار میخکوبی شده معمولی ، پیش تنیده گی ،تغییر مکان افقی دیواره ، نرم افزار PLAXIS

۱. مقدمه

دیوار میخ کوبی شده معمولی نسبت به سیستم انکراژ دارای تغییر مکان بیشتری است ولی به دلیل طول نسبتا کمتر ،در مناطق شهری ترجیح داده می شود از این رو گاهی ترجیح داده می شود از سیستم دوگانه و ترکیبی میخ وانکراژ استفاده شود تا بدین سبب علاوه بر کاهش تغییر مکان افقی دیواره، طول میخ ها نیز کاسته شود و کارایی بهبود یابد. در این مقاله به منظور استفاده از سیستم دوگانه، به جای استفاده از سیستم انکراژ تنها از سیستم دیوار میخکوبی شده استفاده می گردد و اعمال نیروی پیش تنیده گی بر روی میخ مد نظر است تا بدین سبب ضمن استفاده از مزایای میخکوبی اثر پیش تنیده گی موجود در سیستم انکراژ نیز بر کارایی سیستم میخکوبی بیافزاید. از انجا که رفتار سیستم میخکوبی شده پیش تنیده به طور دقیق مشخص نیست در این مقاله کوشش می شود به روش عددی رفتار این سیستم ارزیابی گردد. در سیستم میخ کوبی شده پیش تنیده سیستم از حالت active به passive منتقل می شود این خود سبب می شود قبل از ایجاد جابه جایی میخ ها فعال باشند

– دیوار میخ کوبی پیش تنیده برای اولین بار در کره جنوبی پایه گذاری شد و مطالعات پارامتریک بر روی این دیوار در دانشکده مهندسی عمران دانشگاه Hongik سئول کره جنوبی انجام گرفته شده است

---

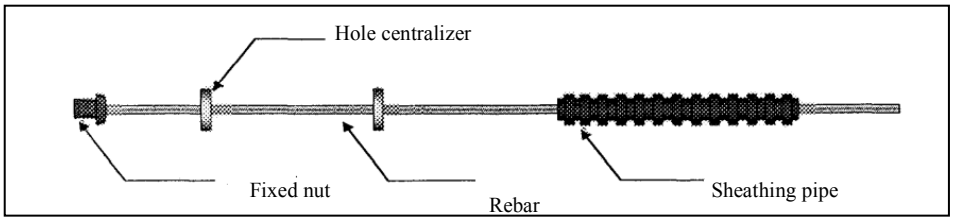
[1] دانشجوی کارشناسی ارشدعمران -ژئوتکنیک دانشگاه تفرش

[2] عضو هیئت علمی و استادیار دانشگاه تفرش

[3] کارشناس ارشد عمران-ژئوتکنیک شهرداری مشهد

۲. اصول کلی دیوار میخ کوبی شده پیش تنیده

اجزاء دیوار میخ کوبی شده پیش تنیده در شکل ۱ نشان داده شده است و نمای کلی این سیستم را می توان در شکل ۲ مشاهده کرد



شکل ۱ اجزاء سیستم میخکوبی پیش تنیده (Park & Kim, 2006)

fix nut: این عضو جهت انتقال نیروی برشی مقاوم روی گروت می باشد
hole centralizer: این عضو جهت قرار گیری rebarدر مرکز حفره تا پوشش کافی واتصال کافی برقرار باشد
sheating pipe : این عضو سبب می شود که rebar در داخل حفره پوشیده از بتن نشود و سپس عملیات پیش تنیده گی را بتوان اعمال کرد
L_{bonded}: طولی از میخ که گروت ریزی می شود
L_{free}: طولی از میخ که در داخل sheating pipe قرار می گیرد تا بتوان پیش تنیده گی را اعمال کرد

پایه تئوری دیوار میخکوبی شده پیش تنیده ترکیبی از دیوار میخکوبی شده معمولی وانکراژ می باشد به صورتی که مقاومت برشی بسیج شده میخ ها در دیوار میخ کوبی شده پیش تنیده مانند سیستم انکراژ می باشد و براساس روشLieng&Feng می باشد[1] که طبق فرمول زیر است.

$$\tau_{mob} = \{(\sigma_m - \sigma_{wr}).\tan\varphi' + c'\}.\{1 + 2(1+\nu).\tan^2\psi\} + 2(\sigma_m - \sigma_{wr}).\tan\psi\frac{(R_1/R_0)-1}{\ln\frac{R_1}{R_0}} \quad (۱)$$

$$T_0 = \min\left(T_{mob} = \frac{\pi \times D_{hole} \times L_e \times \tau_{mob}}{S_h},\ T_{rebar} = \frac{A_{rebar} \times F_y}{s_h}\right) \quad (2)$$

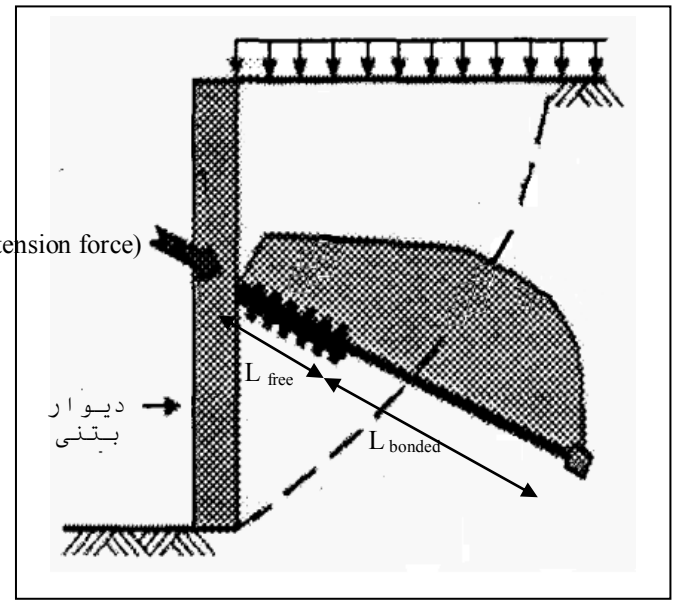
ψ : زاویه اتساع R_0 :شعاع حفره R_1 : شعاع موثر
υ :ضریب پواسون σ_{wr} :تنش محوری متوسط σ_m :فشار اب منفذی
T_o : نیروی پیش تنیده گی L_e :طول میخ در پشت گوه لغزش
T_{yeild} : نیروی گسیختگی کششی T_{mob} :نیروی بیرون کشیده گی
S_h :فاصله افقی میخ ها D_{hole}: قطر حفره

طبق آیین نامه FHWA میزان نیروی پیش تنیده گی نباید از ۶۰ درصد تنش جاری شدن فولاد بیشتر شودو حداقل میزان طول غیر گروت ریزی شده که در sheating pipe قرار می گیرد ۳ متر می باشد.[2]

$$T' = 0.6 \times Fy \times Arebar \quad (۲)$$

A_{rebar}: مساحت میخ F_y: تنش جاری شدن فولاد (A_{III}) T': نیروی پیش تنیده گی

d_{rebar} :قطر میلگرد

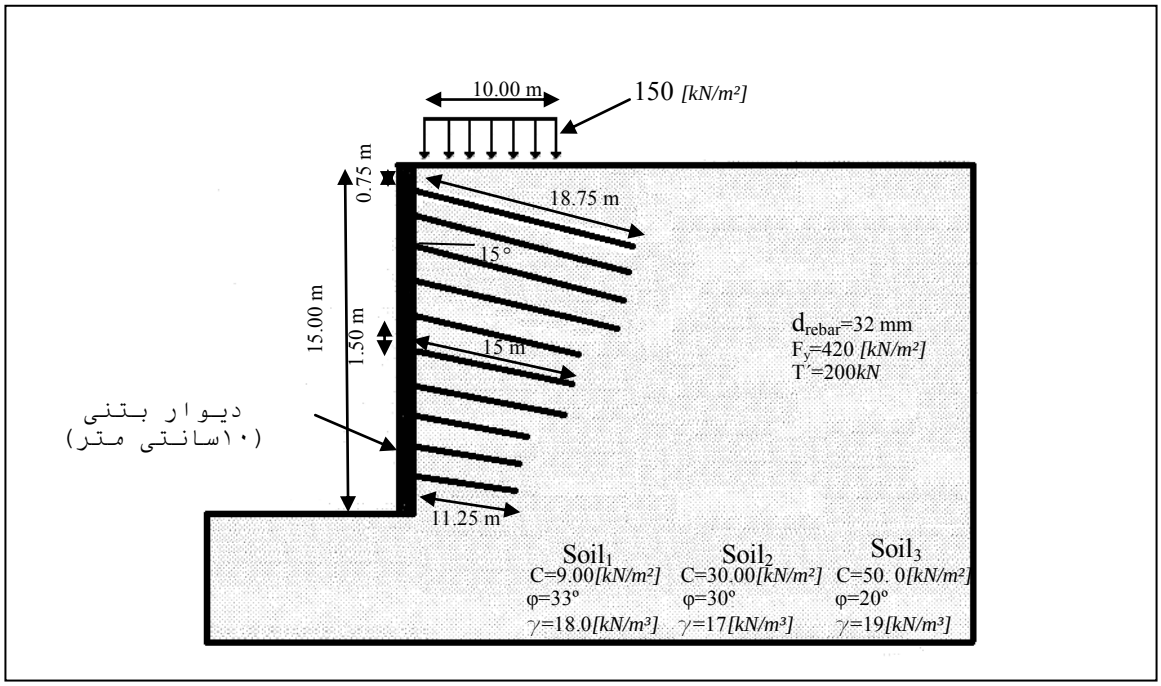


شکل ۲ نمای کلی از سیستم میخ کوبی شده پیش تنیده

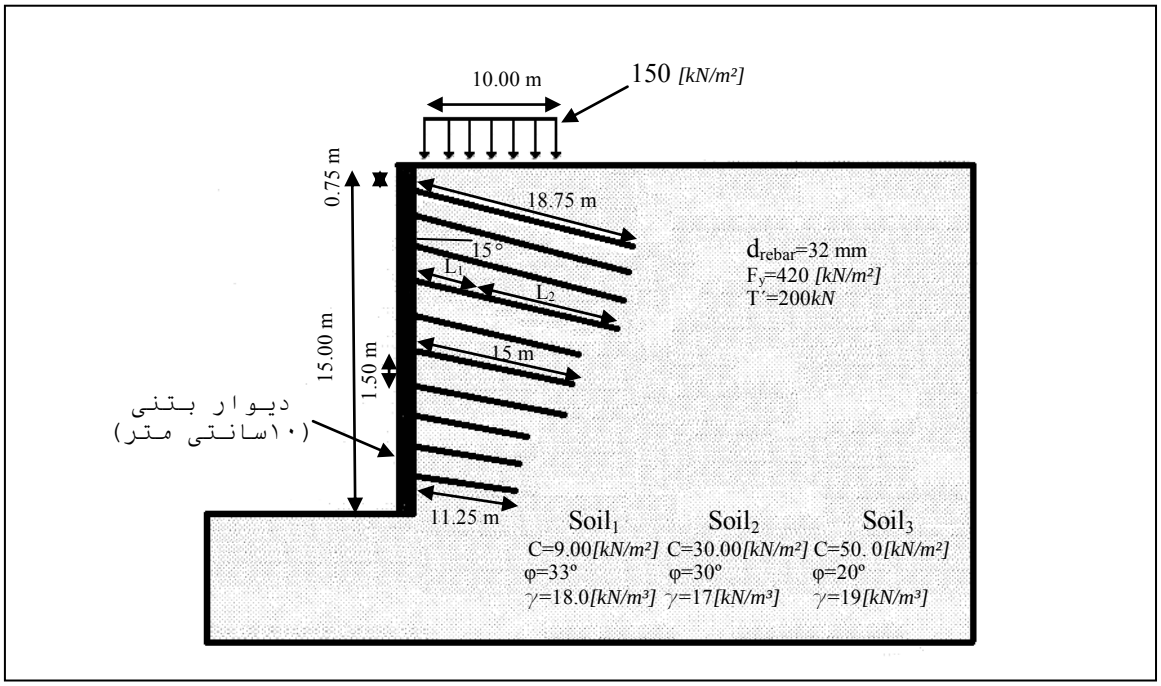
۳. تحلیل جا به جایی افقی دیوار میخکوبی شده پیش تنیده

۳.۱. مقدمه

مشخصات ۳ نوع سیستم که در این مقاله بررسی می شود در اشکال ۳،٤وه به تفصیل اورده شده است . مشخصات دیوار میخکوبی شده معمولی در شکل ۳ ،دیوار میخکوبی شده پیش تنیده در شکل ٤وسیستم ترکیبی در شکل ٥ اورده شده است که در سیستم ترکیبی از دو سیستم میخکوبی شده معمولی و پیش تنیده استفاده می شود به اینصورت که ٤ میخ بالایی در حالت پیش تنیده و ٦ میخ پایین به صورت معمولی می باشند.هر سیستم برای ۳ نوع خاک مورد بررسی قرار می گیرد تا در خاکهای مختلف اثر پیش تنیده گی بررسی شودوسایر مشخصات در دیوار ها مشابه هم می باشند تا مقایسه بین سیستم ها قابل بحث باشد.



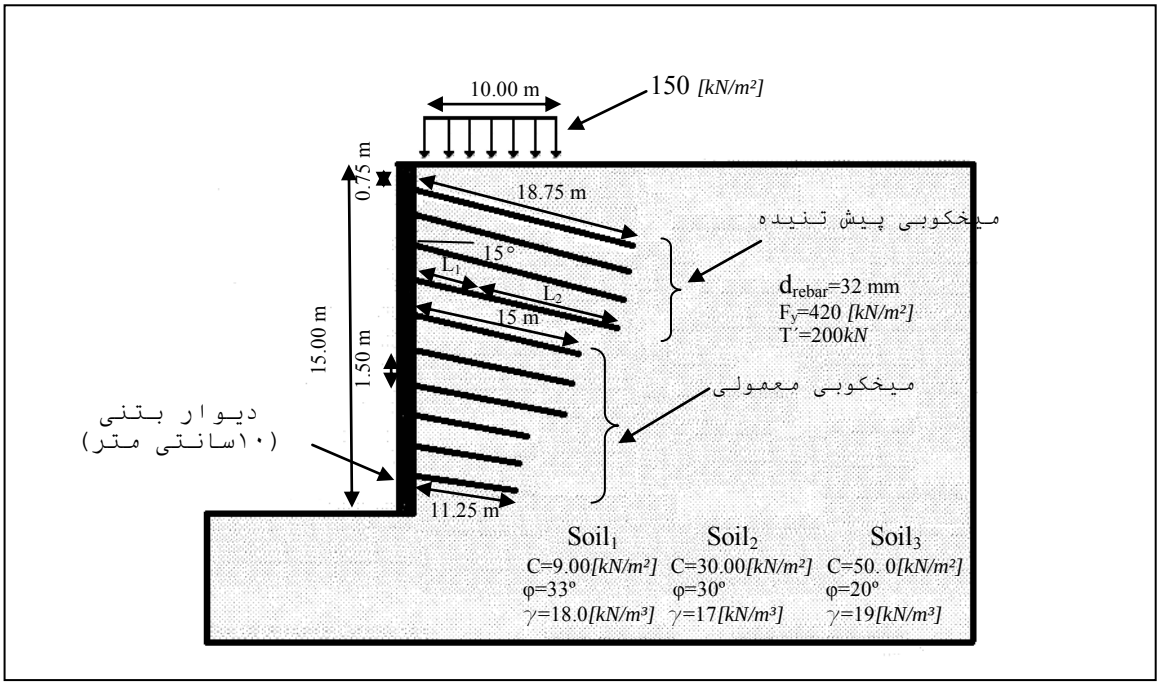
شکل ۳ مشخصات کلی دیوار میخکوبی شده معمولی



شکل ٤ مشخصات کلی دیوار میخکوبی شده پیش تنیده

L_1:طول غیر گروت ریزی شده
L_2:طول گروت ریزی شده

طول غیر گروت ریزی شده به ترتیب برای میخ های ۱۸.۷۵ متری ٦.۲ متر ۱۵ متری ٤.٥ متر و ۱۱.۲٥ متری ۳.۷ می باشد

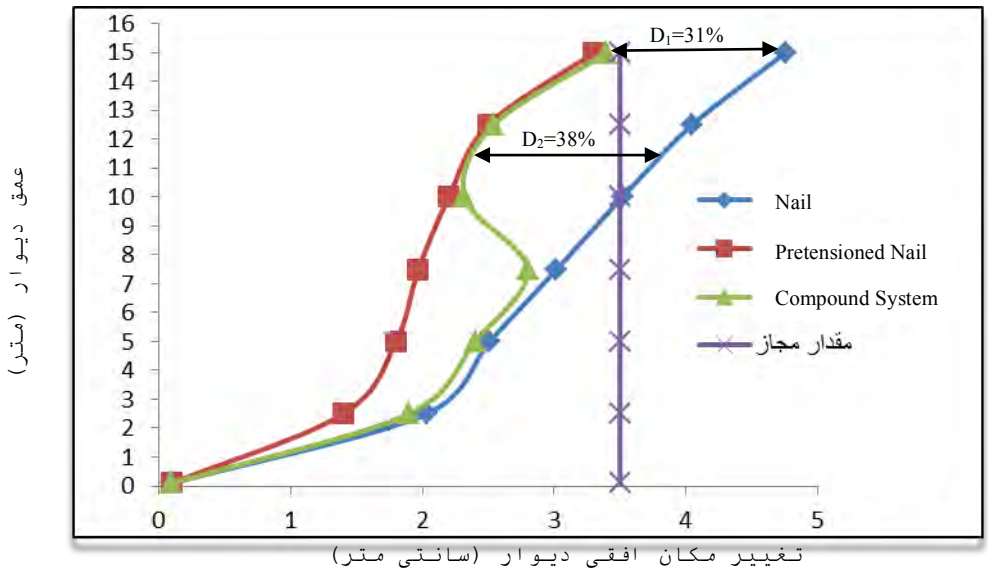


شکل ٥ مشخصات کلی سیستم ترکیبی

L_1:طول غیر گروت ریزی شده
L_2:طول گروت ریزی شده

۲.۳. تحلیل و مقایسه جابه جایی افقی دیوارها

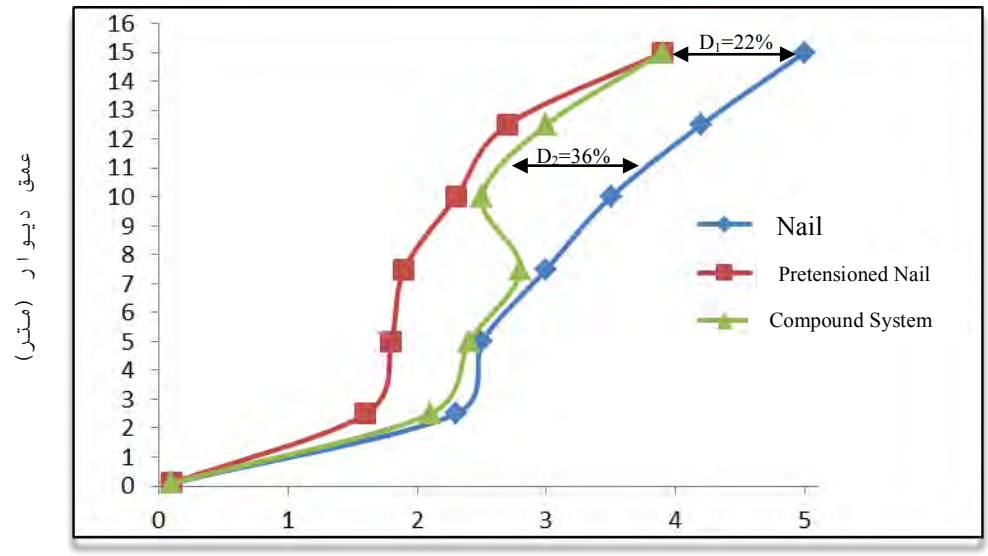
پس از مدلسازی و تحلیل دیوار ها به کمک نرم افزار PLAXIS [3] ، تغییر مکان افقی دیوار در ۳ نوع سیستم مختلف و در ۳ نوع خاک مختلف بدست امد که در شکل های ٦ تا ٨ مشاهده می شود.



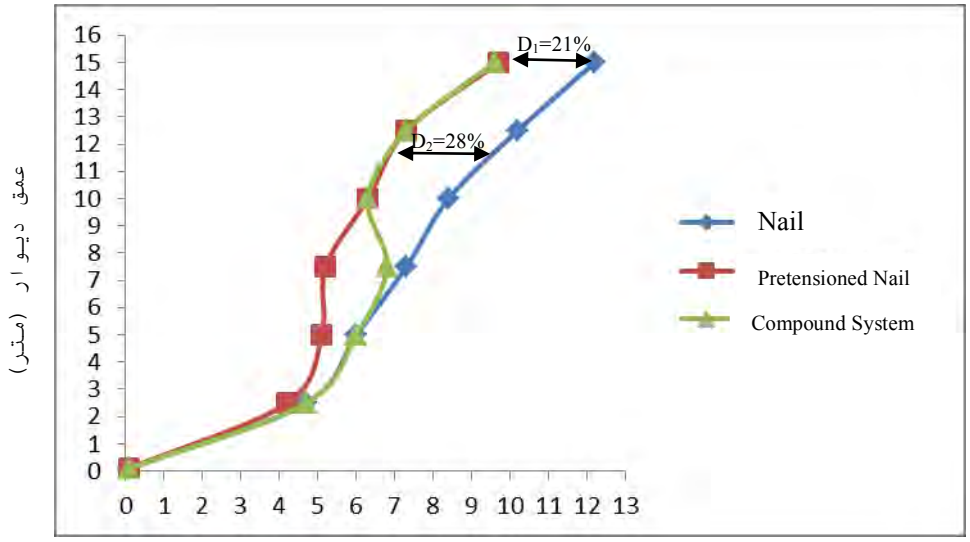
شکل ٦ نمودار تغییر مکان افقی دیوار (خاک۱)

D_1: درصد کاهش تغییر مکان افقی بیشینه

D_2: بیشترین درصد کاهش تغییر مکان افقی



شکل ۷ نمودار تغییر مکان افقی دیوار (خاک۲)



شکل ۸ نمودار تغییر مکان افقی دیوار (خاک۳)

با توجه به شکل های ٦تا٨ می توان دریافت که نوع خاک در میزان درصد کاهش تغییر مکان افقی و میزان جابه جایی افقی دیوار موثر است به طوری که در شکل ٦ که مربوط به خاک شماره یک می باشد بیشترین درصد کاهش جابه جایی افقی و کمترین جابه جایی افقی رخ داده است که ناشی از φ نسبتا بالاتر و زاویه اتساع غیر صفر و برابر 6° می باشد ودر خاک شماره ۲ ،φ کاهش یافته و چسبنده گی افزایش یافته است ولی با وجود این جابه جایی افقی بیشتر ومیزان درصد کاهش جابه جایی افقی کمتر شده است و افزایش چسبنده گی تاثیر چشمگیری در کاهش جابه جایی افقی نداشته است و حتی در خاک شماره ۳ این مورد بهتر دریافت می شود به علت φ خیلی کم، جابه جایی افقی بیشتری رخ داده است و کمترین درصد کاهش جابه جایی افقی را شاهد هستیم. از مقایسه شکل ها مشاهده می شود که پیش تنیده گی بسته به نوع خاک سبب کاهش ۲۰ تا ۳۰ درصدی تغییر مکان افقی بیشینه می شود و بیشترین درصد کاهش تغییر مکان افقی ۳۰ تا ٤٠ درصد می باشد که در ۳/٤ بالایی دیواره رخ می دهد

طبق آیین نامه ی FHWA تغییر مکان افقی مجاز بسته به محل طراحی و اهمیت طرح می باشدباوجود این توصیه شده است که از 0.005H بیشتر نباشد[4]. که در دیواره ۱۵ متری ۷.۵ سانتی متر می شود ولی به علت حساسیت موضوع و نزدیکی به ساختمانهای حساس ،مقدار مجاز تغییر مکان افقی حداکثر ۳.۵ سانتی متر می باشد. در سیستم میخکوبی شده معمولی که در شکل ٦ دیده می شود تغییر مکان افقی از حد مجاز بیشتر است و ما با استفاده از سیستم ترکیبی تغییر مکان افقی بیشینه را حدود ۳۰ درصد کاهش داده ایم و یک ترم انتقال در تغییر مکان افقی بالای دیواره داده ایم و تغییر مکان افقی دیوار در حد مجاز شده است لازم به ذکر است که در سیستم ترکیبی همانطور که در شکل ۸ دیده می شود در قسمت های بالایی که سیستم میخکوبی شده پیش تنیده است تغییر مکان افقی از حالت پیش تنیده و در قسمت های پایین از سیستم میخ کوبی شده معمولی پیروی می کند و تغییر مکان افقی دیواره به ارامی از حالت سیستم میخکوبی شده پیش تنیده به سیستم میخکوبی معمولی منتقل می شود

H: ارتفاع دیوار

۳.۳. تحلیل و مقایسه ضریب اطمینان کلی دیوار ها

پیش تنیده گی در ضریب اطمینان کلی تقریبا بی اثر است و از جدول ۱ نیز این گفته مشهود تر است

جدول(۱) : ضريب اطمينان كلي سيستم ها

FS	$Soil_1$	$Soil_2$	$Soil_3$
ديوار ميخكوبی شده معمولی	۱.۹	۲.۰۵	۱.۷۳
ديوار ميخكوبی شده پيش تنيده	۱.۹	۲.۰۵	۱.۷۳
سيستم تركيبی	۱.۹۲	۲.۰۲	۱.۷۳

FS : ضريب اطمينان كلي

ديوار ميخ كوبی شده پيش تنيده به علت طول كمتر ميخ نسبت به انكراژ تنها در حالت ديواره موقت كاربرد دارد زيرا در حالت زلزله گوه لغزش عقب تر می رود و طول گيرداری ميخ به شدت كاهش می يابد و به علت پيش تنيده گی ميخ ها ناپايداری مضاعف رخ می دهد

۴. نتيجه‌گيري

۱. زاويه اصطكاک داخلی(φ)در ميزان كاهش تغيير مكان افقی ديوار بسيار موثر است به طوريكه در خاک يک بيشترين درصد كاهش تغيير مكان افقی را شاهد بوديم

۲. اجرای سيستم تركيبی سبب ترم انتقال در تغيير مكان افقی ديوار می شود كه اين خود می تواند تغيير مكان افقی ديوار را در حد مجاز قرار دهد

۳. پيش تنيده گی در ضريب اطمينان كلی اثر ناچيزی دارد

۴. مراجع

1.Park, S.S., Kim, H.T., "Design and stability analysis of a novel pre-tensioned soil nailing system in korea" , Copyright ASCE 2006, Advanced in Earth Structure: Research to Practice (GSP 151), 2006

2.P.J.Sabatini,D.G.Pass,R.C.Bachus “GEOTECHNICAL ENGINEERING CIRCULAR NO. 4 Ground Anchors and Anchored systems” FHWA-IF-99-015, June 1999

3. Plaxis 2D Reference Manual Version 8 , 2008

4.Carlos A. Lazarte, Ph.D., P.E., Victor Elias, P.E., R. David Espinoza, Ph.D., P.E., Paul J. Sabatini, Ph.D., P.E “GEOTECHNICAL ENGINEERING CIRCULAR NO. 7 Soil Nail Walls” FHWA0-IF-03-017, March 2003

5. Zhou, W.H., Yin, J.H., "A simple mathematical model for soil nail and soil interaction analysis", J. Computers and Geotechnics, Vol. 35, 2008, PP 479-488.