



# ارزیابی اندرکنش خاک-ژئوسینتیک با آزمایش بیرون کشش و مقایسه نتایج آن با روابط تئوریک

محمدعلی ارجمند

استادیار دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجائی، تهران  
arjomand@srttu.edu

## خلاصه

استفاده از ژئوسینتیک‌ها برای تسلیح خاک در طی سه دهه گذشته و در حال حاضر به خوبی در ساخت سازه‌های خاکی پذیرفته شده است. قابلیت همه شیوه‌های تسلیح خاک بستگی به کیفیت مکانیسم انتقال تنش‌های کششی در خاک دارد. بکارگیری مسلح کننده‌ها نیروی مقاومت را در توده خاک از طریق تامین نیروی کششی افزایش، تغییر شکل‌های افقی را کاهش و متعاقباً پایداری کلی را در سازه‌های خاکی افزایش می‌دهد. نحوه اندرکنش خاک-ژئوسینتیک طی سه دهه اخیر هم بصورت تئوریک و هم تجربی مطالعه شده، اما کما کن رفتار سطح تماس خاک-ژئوسینتیک به صورت پیچیده باقی مانده است. بر این اساس یکی از مسائل مهم و اساسی در تحلیل و طراحی سازه‌های خاک مسلح تعیین پارامترهای مقاومتی اندرکنش خاک-ژئوسینتیک در حالت بیرون کشش یا برش مستقیم می‌باشد. تعیین هر چه دقیقتر پارامترهای مقاومتی سطح تماس ژئوسینتیک- مصالح خاکی (زاویه اصطکاک و چسبندگی سطح تماس) برای طراحی سازه‌های خاکی حائز اهمیت بسیار می‌باشد. در این مقاله برای ارزیابی تجربی اندرکنش خاک-ژئوسینتیک آزمایش‌های بیرون کشش انجام گردیده و سپس مقاومت بیرون کشش سطح تماس اندرکنش خاک-ژئوسینتیک با استفاده از روابط تئوریک در مقایسه با آزمایش‌ها مورد ارزیابی واقع شده است. فرمول‌های تئوریک اصلاحی در مقایسه با نتایج آزمایش‌ها تطابق خوبی را نشان می‌دهد. بنابراین در صورت عدم وجود نتایج آزمایشگاهی به راحتی می‌توان از فرمول‌های پیشنهادی برای تحلیل و طراحی سازه‌های خاک مسلح استفاده نمود.

**کلمات کلیدی:** خاک مسلح، مقاومت سطح تماس، آزمایش بیرون کشش، اندرکنش، ژئوسینتیک

## ۱. مقدمه

در طراحی سازه‌های خاک مسلح، لازم است تنش اتصال و طول موثر مسلح کننده در ارتباط با مقاومت بیرون کشش ارزیابی گردد. برای ارزیابی ویژگی اصطکاک اندرکنش سطح تماس مسلح کننده با خاک در شرایط بیرون کشش، آزمایش‌های بیرون کشش بهتر از آزمایش برش مستقیم (برش لغزشی) می‌تواند رفتار مسلح کننده را مدل کند [۱، ۲].

مقاومت سطح تماس خاک و ژئوگرید از سه طریق اصطکاک جلدی، مقاومت مقاوم (پاسیو) در اعضاء متقاطع عرضی و قفل و بست دانه‌ها در چشمه‌های باز ژئوگرید تامین می‌گردد. مقاومت بیرون کشش با افزایش فشار قائم افزایش می‌یابد. با افزایش فشار قائم فشار مقاوم و مقاومت جلدی نیز افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش تنش قائم در سطح تماس بین خاک و ژئوگرید، فشرده شده و در بخش چشمه‌های باز ژئوگرید باعث افزایش مقاومت مقاوم در جلوی اعضاء متقاطع عرضی ژئوگرید می‌گردد [۳، ۴].

تکنولوژی‌های پایدار در استفاده از روش‌ها و مصالحی که باعث تخریب و آسیب پذیری محیط زیست و موثر در کاهش هزینه باشد، در حال پیشرفت است. نیاز به راه‌های پایداری در ده‌های گذشته در حال رشد بوده مخصوصاً در مهندسی عمران که یکی از آسیب‌رسان‌ها به محیط زیست ناشی از روند تولید مصالح می‌باشد. به عنوان مثال از جمله این مصالح سیمان بوده که انرژی زیادی برای تولید آن صرف می‌شود. در مهندسی عمران یکی از روش‌های اجتناب از استفاده سیمان، ساخت دیوارهای حایل خاکی پایدار مکانیکی بجای دیوارهای بتنی می‌باشد. اکثر این دیوارها با استفاده از مصالح خاکی با زهکشی آزاد ساخته می‌شود [۵]. با وجود این، خاک قابل زهکشی آزاد همیشه قابل دسترس نبوده و در این وضعیت، استفاده این خاک‌ها ممکن است به صرفه اقتصادی نباشد. در این صورت یکی از راه‌حل‌ها استفاده از خاک‌های با خصوصیات زهکشی پائین (خاک‌های قابل دسترس محلی) همراه با مسلح کننده‌های ژئوسینتیک می‌باشد. یکی از مشکلات خاک‌های با خصوصیات زهکشی پائین، علاوه بر مسئله نفوذپذیری کم، پائین-تر بودن مقاومت برشی نسبت به خاک‌های درشت دانه می‌باشد. از طرف دیگر استفاده مسلح کننده با مقاومت بیرون کشش پائین (ژئوکتایل) موجب