

# SID



ابزارهای  
پژوهش



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری  
STES



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی  
در تدوین و چاپ مقالات ISI



روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی

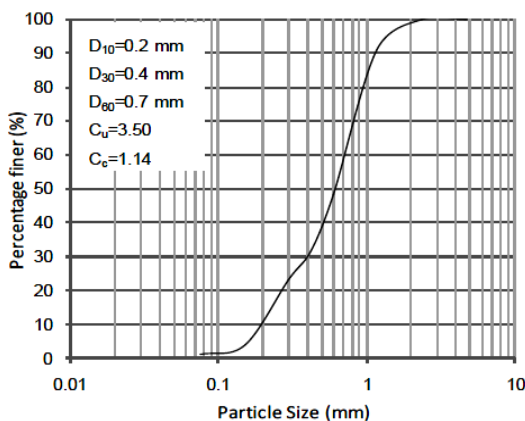


آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word  
برای پژوهشگران

## راه های کاهش پاسخ سازه ها ناشی از عبور وسایل نقلیه

حامد دادخواه دولت آباد ، کارشناسی ارشد زلزله، دانشگاه محقق اردبیلی ؛ [hameddadkhah1370@gmail.com](mailto:hameddadkhah1370@gmail.com)



شکل ۱- منحنی دانه بندی ماسه

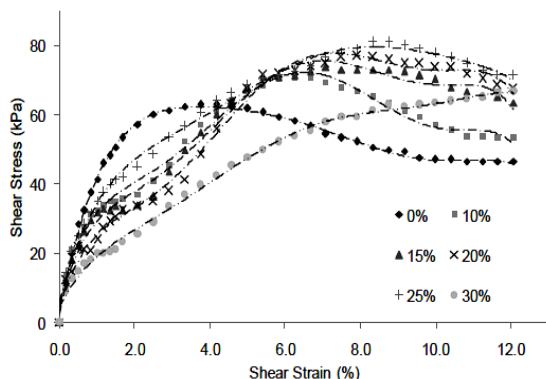
لاستیک مورد استفاده در این تحقیق لاستیک های اوراقی می باشد که خورد شده و توسط الک های مختلف دسته بندی شده اند. وزن مخصوص لاستیک ۱۱۰۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد.

### نمونه های آماده شده

لاستیک ها با اندازه های مختلف با درصد های ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد با خاک ترکیب می شوند. نمونه ها با دست ترکیب شده اند.

### نتایج آزمایشی برش مستقیم

منحنی تنش- کرنش آزمایش برش مستقیم با اندازه لاستیک ۵۶ میلی متر با درصد های مختلف اختلاط در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطور که در شکل هم مشاهده می شود در تمامی درصد های ترکیب، وجود لاستیک باعث بهبود رفتار خاک شده است.



شکل ۲- منحنی تنش-کرنش برای اندازه ی لاستیک ۵۶ میلیمتر با درصد های مختلف تحت تنش نرمال ۱۰۰ کیلو نیوتون بر متر مربع

### چکیده

در این مقاله به کاهش پاسخ ساختمان های مستقر در مجاورت معبرهای تردد وسایل نقلیه پرداخته می شود. برای این منظور از ترکیب خاک و لاستیک استفاده می شود. دانه های لاستیک در اندازه های میلی متری با خاک ترکیب می شوند. مشخصات مکانیکی این ترکیب مورد آزمایش قرار گرفته است. با توجه به آزمایش ها می توان نتیجه گرفت، افزودن درصد های مختلفی از لاستیک باعث بهبود عملکرد مقاومتی و استهلاکی خاک می شود. بهترین بهبود عملکرد خاک، در حالت ترکیب با دانه های ۵۶ میلی متری لاستیک و با درصد اختلاط ۲۵ درصد می باشد. تاثیر افزایش لاستیک به خاک، در کاهش ارتعاش سازه های مجاور راه به روش تحلیل پاسخ زمین بحث می شود.

نتایج پژوهش نشان می دهد، دامنه ارتعاش وارد بر سازه ناشی از عبور وسایل نقلیه در صورت استفاده از ترکیب خاک-لاستیک، بسته به شرایط خاک و بارگذاری از ۱۰ تا ۵۰ درصد کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: دامنه ی ارتعاش، موج، ترکیب خاک-لاستیک

### مقدمه

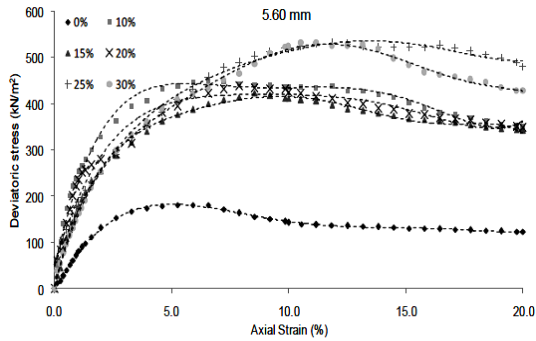
وسایل نقلیه در هنگام حرکت، نیروی نوسانی را به زمین وارد می کنند و باعث ارتعاش می شوند. گرچه دامنه این ارتعاش ناچیز می باشد و مشکلی را از نظر ایمنی در سازه های مجاور راه ایجاد نمی کند، اما باعث ناراحتی ساکنین خواهد شد. ترکیب لاستیک و خاک به عنوان سیستم جداساز لرزه ای در نظر گرفته می شود که ایده ی اصلی این رویکرد، جدا سازی سازه از زمین اطراف که تحت ارتعاش قرار گرفته است، می باشد. این ارتعاش می تواند ناشی از زلزله یا حتی ناشی از عبور وسایل نقلیه سنگین باشد. این ترکیب با توجه به تاثیری که دارد اقتصادی نیز می باشد زیرا می توان از لاستیک های فرسوده برای ترکیب این مخلوط استفاده کرد. در این پژوهش ابتدا ویژگی های دینامیکی این ترکیب مانند مقاومت برشی و ظرفیت جذب انرژی مورد ارزیابی قرار می گیرد. برای ارزیابی از آزمایش برش مستقیم و آزمایش سه محوری تحکیم نیافته زه کشی نشده استفاده شده است. به علت میرایی بالای لاستیک می توان از ترکیب ماسه و لاستیک انتظار کاهش ارتعاش را داشت. [1]

### مصالح

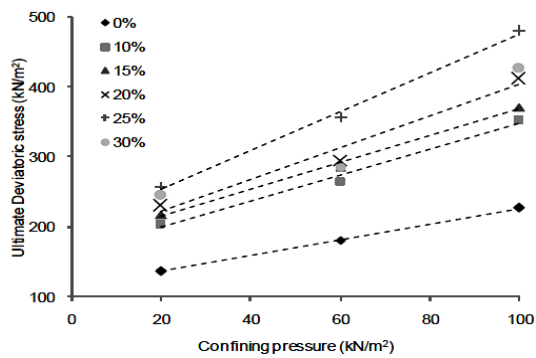
خاک مورد بررسی در این پژوهش، ماسه ی گذرنده از الک ۴.۷۵ میلی متر می باشد. اندازه دانه های ماسه بین ۰.۰۷۵ و ۴.۷۵ میلی متر می باشد و منحنی توزیع آن در شکل ۱ نشان داده شده است و جرم مخصوص آن ۲۶۵۰ کیلوگرم بر متر مکعب می باشد.

نتایج آزمایش سه محوری

آزمایش سه محوری از نوع تحکیم نیافته زه کشی نشده می باشد که تحت تنش همه جانبه ۱۰۰ کیلو نیوتون بر متر مربع انجام گرفته است. شکل ۶ منحنی تنش کرنش را برای اندازه‌ی لاستیک ۵.۶ میلیمتر با درصدهای مختلف اختلاط، نشان می دهد. افزایش لاستیک باعث افزایش چشمگیری بهبود رفتار خاک می شود.

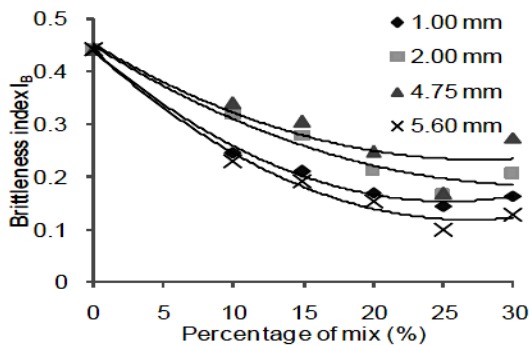


شکل ۶ - منحنی تنش کرنش برای اندازه لاستیک ۵.۶ میلیمتر با درصدهای مختلف ترکیب

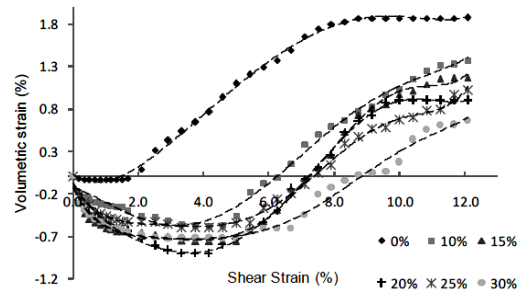


شکل ۷ - تنش نهایی برای ترکیبهای مختلف

یکی از ویژگی های لاستیک شکل پذیری و توانایی جذب انرژی بالا می باشد که این ویژگی توسط شاخص شکنندگی اندازه گیری می شود. با کاهش شاخص شکنندگی، مکانیزم گسیختگی شکل پذیرتر می شود. همانطور که در شکل ۸ مشاهده می شود، شاخص شکنندگی ماسه با افزایش درصد لاستیک کاهش می یابد.

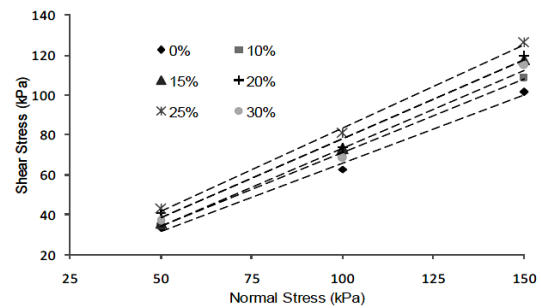


شکل ۸ - شاخص شکنندگی برای درصدهای مختلف ترکیب لاستیک

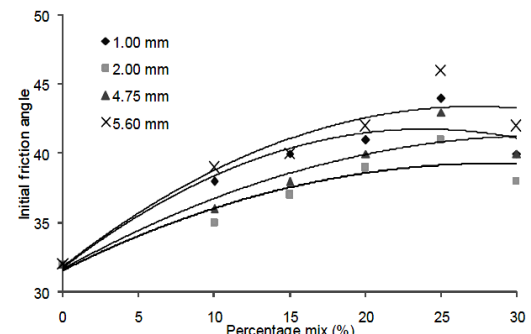


شکل ۹ - منحنی کرنش حجمی و کرنش برشی برای اندازه لاستیک ۵.۶ میلیمتر با درصدهای مختلف تحت تنش نرمال ۱۰۰ کیلو نیوتون بر متر مربع

شکل ۴ تنش برشی را بر حسب تنش نرمال نشان می دهد. مشاهده می شود که با افزایش تنش نرمال مقاومت برشی هم افزایش می یابد. همچنین افزودن لاستیک در تمامی تنش های نرمال، باعث افزایش مقاومت برشی می دهد. به خصوص این افزایش در تنش برشی، در ترکیب ۲۰ درصد لاستیک بیشتر از بقیه درصد های اختلاط می باشد.



شکل ۴ - منحنی تنش برشی و تنش نرمال برای درصدهای مختلف ترکیب



شکل ۵ - زاویه اصطکاک داخلی برای اندازه های مختلف لاستیک با درصدهای مختلف

همانطور که در شکل ۵ مشاهده می شود افزایش لاستیک تا ۲۵ درصد باعث افزایش زاویه اصطکاک داخلی می شود و با افزایش بیشتر از ۲۵ درصد لاستیک، زاویه اصطکاک داخلی کاهش می یابد. افزایش زاویه اصطکاک داخلی را با این دلیل می توان توجیه کرد که لاستیک افزوده شده تا ۲۵ درصد باعث پر شدن فضای خالی بین دانه های ماسه می شود. در شکل ۵ مشاهده می شود که لاستیک با اندازه‌ی ۵.۶ میلیمتر نسبت به اندازه‌های دیگر، باعث افزایش بیشتر زاویه اصطکاک داخلی می شود.

که در این روابط  $\Delta W$  انرژی جذب شده،  $W$  کار انجام شده،  $G$  مدول برشی و  $\gamma$  کرنش برشی می باشد. مدول برشی ماسه و ترکیب ماسه و خاک همانطور که در نمودار شکل ۲ مشاهده می شود در کرنش های پایین یکسان می باشد و در نتیجه کار انجام شده نیز برابر خواهد بود.

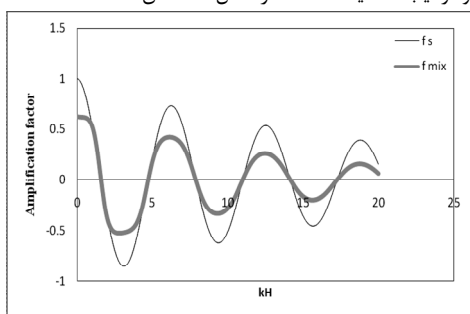
همانطور که در نمودار شکل ۹ مشاهده می شود ظرفیت جذب انرژی تا کرنش ۲۰ درصد برای خاک ماسه ۵۰ کیلوژول بر متر مکعب و برای ترکیب ماسه و لاستیک با اندازه ۵.۶ میلیمتر و ۲۵ درصد اختلاط لاستیک، ۸۵ کیلوژول بر مترمکعب می باشد. در نتیجه بنا به رابطه ۳ نسبت میرایی ترکیب خاک و لاستیک به ماسه برابر ۱.۷ می باشد.

یعنی اگر میرایی ماسه ۵ درصد باشد میرایی ترکیب ماسه و لاستیک ۸.۵ درصد خواهد بود. بنابه رابطه تابع تبدیل بر حسب میرایی و حاصل ضرب عدد موج در ضخامت لایه، می توان دامنه موج عبوری را مشخص کرد. [3]

$$F(kH) = \frac{2}{(1+\alpha)e^{ikH} + (1-\alpha)e^{-ikH}} \quad (5)$$

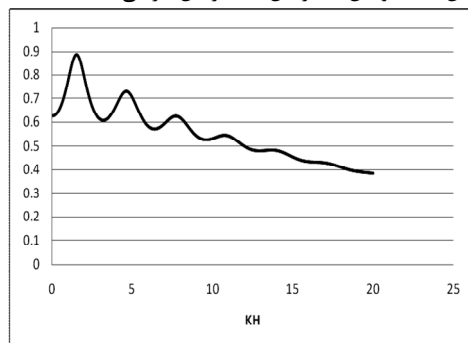
که در این رابطه  $k$  عدد موج و  $H$  ضخامت لایه ای است که موج از آن عبور می کند.

منحنی تابع تبدیل بر حسب حاصل ضرب عدد موج در ضخامت لایه، برای حالت ماسه و ترکیب لاستیک-خاک در شکل ۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۱۰ - تابع تبدیل برای ماسه و ترکیب خاک - لاستیک

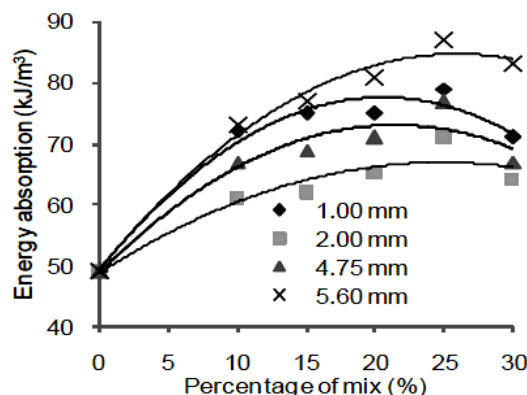
نسبت تابع تبدیل خاک - لاستیک به ماسه بر حسب حاصل ضرب عدد موج در ضخامت لایه در شکل ۱۱ مشخص شده است. با توجه به نمودار می توان نتیجه گرفت که برای تمامی مقادیر حاصل ضرب ضخامت در عدد موج، دامنه نوسان در صورت استفاده از ترکیب خاک- لاستیک کاهش می یابد که این کاهش دامنه نوسان، با افزایش  $kh$  افزایش نیز می یابد



شکل ۱۱- نسبت تابع تبدیل خاک- لاستیک به ماسه

نیروی که وسایل نقلیه در هنگام حرکت به خاک وارد می کنند نوسانی می باشد که نتیجه این نیروی نوسانی، تغییر مکان نوسانی در خاک خواهد بود. تغییر مکان نوسانی را می توان با استفاده از سری فوری به صورت هارمونیک

شکل شماره ۹ هم ظرفیت جذب انرژی ترکیب خاک لاستیک را تا سطح کرنش ۲۰ درصد نشان می دهد. با افزایش درصد لاستیک ظرفیت جذب انرژی افزایش می یابد.



شکل ۹ - ظرفیت جذب انرژی ماسه با افزایش لاستیک

با توجه آزمایش ها می توان نتیجه گرفت که برای این ماسه افزایش ۲۵ درصدی لاستیک با اندازه ۵.۶ میلی متر بهترین عملکرد را خواهد داشت. در ادامه از همین ترکیب برای جداسازی سازه از راه های مجاور استفاده می شود.

#### کاهش ارتعاش توسط ترکیب لاستیک و خاک

با توجه به نتایج آزمایش ها می توان نتیجه گرفت که افزودن لاستیک از تمامی جهات باعث بهتر شدن رفتار ماسه می شود. در این پژوهش سعی شده است که با نشان دادن کاهش ارتعاش وارد بر سازه در صورت استفاده از ترکیب لاستیک و ماسه، رفتار مناسب این ترکیب کامل تر شود. کاهش ارتعاش در صورت استفاده از ترکیب خاک و لاستیک می تواند به دلیل میرایی بالای ترکیب باشد.

وسایل نقلیه به خصوص وسایل نقلیه سنگین در هنگام حرکت، نیروی دینامیکی و ارتعاش ایجاد می کنند که این ارتعاش در سازه های مجاور باعث ناراحتی می شود. ترکیب ماسه و خاک می تواند به علت میرایی بالا، ارتعاش کمتری را به سازه وارد کند. سرعت امواج طولی در خاک برابر است با: [2]

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (1)$$

که در این رابطه  $E$  مدول الاستیسیته و  $\rho$  جرم مخصوص می باشد. مدول الاستیسیته خاک را می توان از نمودار شکل ۶ برای ماسه و ترکیب ماسه لاستیک بدست آورد. در این پژوهش فرض شده که لاستیک با اندازه ۵.۶ میلیمتر و ۲۵ درصد اختلاط با ماسه ترکیب شده است. مدول الاستیسیته محاسبه شده مدول الاستیسیته مماسی در کرنش های پایین می باشد زیرا امواج ناشی از حرکت وسایل نقلیه کرنش های کمی را در خاک ایجاد می کند. ضریب امپدانس خاک بنا به رابطه زیر ۱.۶ خواهد بود.

$$\alpha = \frac{\rho_m v_m}{\rho_s v_s} \quad (2)$$

میرایی از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\xi = \frac{1}{4\pi} \times \frac{\Delta W}{W} \quad (3)$$

$$W = \frac{1}{2} G \gamma^2 \quad (4)$$

نوشت که با ضرب تابع تبدیل در ارتعاش هارمونیک پاسخ ارتعاش در زیر سازه محاسبه می شود [4].

#### نتیجه‌گیری

در صورت طرح مناسب اختلاط ماسه و لاستیک در کنار سازه، می توان سازه را تا حدودی دور از ارتعاش ناشی از وسایل نقلیه نگه داشت. دامنه نوسان وارد بر سازه، در صورت استفاده از این ترکیب نسبت به حالت ماسه حداقل ۱۰ درصد کاهش می‌یابد که با افزایش حاصل ضرب عدد موج در ضخامت لایه این درصد کاهش افزایش هم می‌یابد که تا حدود ۵۰ درصد نیز می‌رسد.

در صورت استفاده از لاستیک در ترکیب با ماسه، مشخصات دینامیکی خاک بهبود می‌یابد. البته در حیطه‌ی این پژوهش تا ۲۵ درصد افزایش لاستیک، بهبود عملکرد خاک مشاهده می شود و در درصدهای اختلاط بیشتر از ۲۵ درصد خاک رفتار نزولی دارد.

اندازه‌ی دانه‌های لاستیک ترکیبی، بر رفتار خاک تاثیر دارد که بهترین حالت، اندازه‌ای می باشد که فضای خالی بین دانه‌های ماسه را پوشش دهد. در مورد ماسه‌ی مورد بررسی این تحقیق بهترین اندازه دانه‌های لاستیک ۵۶ میلیمتر می باشد.

#### مراجع

- [1] Anbazhagan Panjamani, Shear Strength Characteristics and Static Response of Sand-Tire crumb Mixtures for Seismic Isolation, the university of hong kong.
- [2] Braja M.Das, G.V.Ramana, Principles of Soil Dynamics, Second Edition
- [3] Steven L.Kramer, Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall International Series in Civil Engineering and Engineering Mechanice.
- [4] Zhao C.L., Yang M.Y.(2014), Alternately Moving Road Method for the FEM/DEM Simulation of Tire- Sand Interactions, ICCM 2014

# SID



ابزارهای  
پژوهش



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری  
STES



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



تازه های آموزش  
آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقالات ISI

آموزش مهارت های کاربردی  
در تدوین و چاپ مقالات ISI



تازه های آموزش  
روش تحقیق کمی

روش تحقیق کمی



تازه های آموزش  
آموزش نرم افزار Word برای پژوهشگران

آموزش نرم افزار Word  
برای پژوهشگران