



تعیین مدول برشی دینامیکی حداکثر (G_{max}) خاک های ایران براساس همبستگی بین سرعت موج برشی (V_s) و نتایج آزمایش نفوذ استاندارد (N_{spt})

سید عیسی فاضلی

کارشناس ارشد مهندسی عمران، مدیر پروژه بخش ژئوتکنیک شرکت مهندسان مشاور سانو

SEFM1351@YAHOO.COM

خلاصه

مدول برشی دینامیکی خاک یکی از اصلی ترین مولفه ها برای انجام محاسبات ژئوتکنیکی و طراحی لرزه ای سازه ها می باشد که با انجام آزمایشهای ژئوفیزیکی صحرایی مانند آزمایش درون گمانه ای (Downhole) و یا با انجام آزمایش های آزمایشگاهی مانند آزمایش سه محوری تناوبی و ستون تشدید بدست می آید. این آزمایشها گرچه دقیق بوده ولی پرهزینه و یا همراه با مشکلات تهیه نمونه دست نخورده و حفظ شرایط نمونه مشابه با شرایط صحرایی در آزمایشگاه می باشد. روش دیگر استفاده از همبستگی بین نتایج آزمون نفوذ استاندارد (N_{spt}) و سرعت موج برشی (V_s) می باشد که می توان مدول برشی دینامیکی خاک را در کرنشهای بسیار کوچک (حدود 10^{-6}) برآورد نمود ($G_{max} = \rho \times V_s^2$). در این مقاله براساس نتایج بیش از ۷۲۵ اندازه گیری مربوط به سرعت موج برشی و آزمایش نفوذ استاندارد در مدت بیش از ده سال و در بیش از پنجاه پروژه مطالعاتی ژئوتکنیک در نقاط مختلف ایران، همبستگی بین G_{max} و V_s با N_{spt} برای خاک های درشت دانه و ریزدانه مورد بررسی قرار می گیرد.

کلمات کلیدی: مدول برشی دینامیکی، سرعت موج برشی، آزمایش نفوذ استاندارد، آزمایش درون گمانه ای، ژئوتکنیک

۱. مقدمه

در تحلیل و طراحی های ژئوتکنیکی مانند بررسی اندرکنش خاک و سازه، بررسی اثرات ساختگاه و طبقه بندی نوع زمین، بررسی روانگرایی، تحلیل دینامیکی شالوده ماشین آلات مرتعش، مدل سازی سازه های مدفون در زمین و طراحی لرزه ای سازه ها، نیاز به اطلاع از پارامترهای دینامیکی خاک مانند مدول برشی دینامیکی (G_d) می باشد. مقادیر سرعت موج برشی خاک (V_s) یا بوسیله اندازه گیری در آزمایشگاه بر روی نمونه های دست نخورده خاک مانند آزمایش سه محوری تناوبی و ستون تشدید و غیره حاصل می گردد و یا با اندازه گیری مستقیم آن در صحرا به روشهای ژئوفیزیکی مانند آزمایش درون گمانه ای (Downhole)، بین گمانه ای (Crosshole) و تحلیل طیف امواج سطحی (SASW) و غیره بدست آمده و با استفاده از رابطه $G_{max} = \rho \cdot V_s^2$ ، حداکثر مدول برشی دینامیکی خاک در محدوده کرنشهای برشی بسیار کوچک (حدود 10^{-6}) حاصل می گردد. تعیین سرعت موج برشی و مدول برشی دینامیکی خاک به روشهای فوق الذکر، گرچه دقیق می باشد ولی عموماً پرهزینه و در بسیاری از پروژه ها شاید با توجه اقتصادی و یا زمانی همراه نباشد. ضمناً تهیه نمونه دست نخورده و حفظ شرایط نمونه مشابه با شرایط صحرایی در آزمایشگاه از مشکلات این امر می باشد. لذا امروزه سعی گردیده است تا مقادیر V_s یا G_d به صورت غیر مستقیم تعیین شوند. بدین منظور از همبستگی حاصل از نتایج SPT با V_s استفاده می شود. ضمناً باید توجه داشت که مقادیر کرنشهای برشی ایجاد شده در آزمایشهای صحرایی مانند آزمایش درون گمانه ای، حدود 10^{-6} بوده، لذا پارامترهای دینامیکی حاصل از آن (G_{max}) نیز در این محدوده کرنشی قابل کاربرد خواهند بود. همچنین بکارگیری روابط همبستگی، نباید جایگزین اندازه گیری های مستقیم شوند بلکه کاربرد آنها محدود به مواقعی بوده که دسترسی مستقیم به این مقادیر مقدور نباشد. تا کنون روابط تجربی گوناگونی بین G_{max} و V_s با N توسط محققان مختلف ارائه گردیده است که عمدتاً دارای پراکندگی قابل ملاحظه ای بوده و گاهی تا دو برابر با یکدیگر تفاوت داشته و یا برای منطقه خاصی و بر اساس تعداد محدودی آزمایش تدوین گشته اند. لذا در این مقاله با استفاده از نتایج مطالعات ژئوتکنیک انجام شده در بیش از پنجاه پروژه اجرا شده در نقاط مختلف کشور و بر اساس داده های بیش از ۷۲۵ اندازه گیری V_s و N