

# رفتار دینامیکی مصالح ساختمانی تیمچه ملک بازار تبریز



پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

گروه: مهندسی پی و ابنیه ژئوتکنیکی پژوهشگاه ژئوتکنیک

آزمایشگاه مهندسی ژئوتکنیک - سال ۱۳۸۸

## مقدمه

پیرو مکاتبات انجام شده در سال ۸۸ فی مابین دانشکده فنی دانشگاه تربیت معلم آذربایجان و پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله مبنی بر درخواست انجام آزمایشات دینامیک خاک، تعداد ۸ نمونه دست نخورده از ساختمانی تیمچه ملک - بازار تبریز به پژوهشگاه منتقل شد.

بعثت ترک خوردگی و بعضاً تخریب قسمت موم گرفته نمونه‌های ارسالی به این پژوهشگاه، فقط ۲ نمونه بصورت دست نخورده تهیه شد و مابقی نمونه‌های مورد نیاز بصورت دست خورده در شش لایه و با چگالی و رطوبت محل ساخته شد.

همچنین، به منظور بررسی تأثیر دست‌خوردگی بر روی نتایج آزمایش‌های دینامیکی، ۲ نمونه دست‌خورده با شرایط مشابه آزمایش ۲ نمونه ی دست‌نخورده تهیه شد. در نتیجه، تعداد ۱۰ نمونه تحت آزمایش سه‌محوری تناوبی بر مبنای استاندارد ASTM-D3999 قرار گرفت.

## ۱- نحوه انجام آزمایش

### ۱-۱- آماده سازی نمونه ها

۲ نمونه‌ی دست نخورده مورد آزمایش با تراشیدن مغزه های خاک دست نخورده ی ارسالی بدست آمدند. این نمونه‌ها به قطر ۷ و ارتفاع ۱۴ سانتیمتر آماده شدند. شکل زیر نمونه دست نخورده را در حین تراش خوردن در دستگاه کاهش قطر (تریمینگ) نشان می دهد.



تصویر ساخت نمونه دست نخورده به روش کاهش قطر در قالب تنظیم قطر نمونه

۶ نمونه دیگر به دلیل مشکلات مغزه خاک و ترک خوردگی موم آن ها، بصورت دست خورده نمونه گیری و در شش لایه ساخته شدند. جهت انتخاب چگالی خشک و درصد رطوبت مناسب برای ساخت این نمونه ها از میان مقادیری که در آزمایشگاه بدست آمده و مقادیری که توسط کارفرما ارسال شده بود، یک قضاوت مهندسی انجام شد و در نهایت آنچه که به واقعیت نزدیکتر بود لحاظ گردید.



تصاویر برخی نمونه های ارسالی موم گرفته شده داری ترک

شماره آزمایش	وضعیت نمونه	عمق نمونه (m)	تنش همه جانبه در آزمایش تکمیل (kPa)	مقدار پس فشار (kPa)	تعداد بارگذاری	ارتفاع اولیه (mm)	قطر اولیه (mm)	درصد رطوبت اولیه	درصد رطوبت پس از تکمیل	چگالی خشک قبل از تکمیل (gr/cm <sup>3</sup> )	چگالی خشک بعد از تکمیل (gr/cm <sup>3</sup> )	ضرب اسکیمون
۱	دست خورده	۱۳.۷-۱۴.۰	۱۹۰۰	۱۰۰	۹	۱۳۸.۶	۷۰.۳	۱۶.۲	۱۹.۵	۱.۶۰	۱.۷۲	-۰.۸
۲	دست خورده	۱۵.۶-۱۵.۸	۲۱۵۰	۱۰۰	۹	۱۳۷.۱	۷۲.۱	۱۲.۵	۱۱.۶	۱.۸۶	۱.۹۳	-۰.۵
۳	دست خورده	۱۷.۷-۱۸.۰	۲۳۷.۵	۱۰۰	۱۰	۱۳۸.۰	۷۰.۸	۱۸.۹	۱۹.۴	۱.۶۸	۱.۷۷	-۰.۹
۴	دست خورده	۲۳.۴-۲۳.۶	۲۹۵۰	۱۰۰	۱۱	۱۳۸.۳	۷۱.۱	۲۰.۱	۱۹.۷	۱.۶۴	۱.۷۳	-۰.۹۷
۵	دست خورده	۲۷.۶-۲۷.۹	۳۶۲.۵	۱۰۰	۹	۱۳۹.۰	۷۰.۴	۲۰.۹	۲۱.۶	۱.۵۳	۱.۶۷	-۰.۹
۶	دست نخورده	۳۰.۱-۳۰.۵	۳۸۶.۵	۱۰۰	۱۲	۱۳۹.۹	۶۹.۷	۲۱.۵	۲۰.۶	۱.۶۸	۱.۷۷	-۰.۸
۷	دست خورده	۳۰.۱-۳۰.۵	۳۸۶.۵	۱۰۰	۱۲	۱۳۹.۹	۶۹.۷	۲۱.۵	۲۰.۶	۱.۶۸	۱.۷۷	-۰.۸
۸	دست نخورده	۳۲.۵-۳۲.۸	۴۱۳.۵	۱۰۰	۱۱	۱۳۲.۶	۷۰.۴	۲۷	۲۷.۴	۱.۵۳	۱.۵۸	-۰.۹
۹	دست خورده	۳۲.۵-۳۲.۸	۴۱۳.۵	۱۰۰	۱۰	۱۴۱.۲	۷۰.۸	۲۵.۶	۲۷.۷	۱.۵۰	۱.۵۷	-۰.۵
۱۰	دست خورده	۳۴.۶-۳۴.۸	۴۴۲.۵	۱۰۰	۱۳	۱۳۷.۳	۷۱.۹	۱۴.۶	۱۳.۵	۱.۸۱	۱.۸۸	-۰.۷

جدول (۱) - مشخصات کلی نمونه های تهیه شده از گمانه حفر شده در بازار تبریز جهت انجام آزمایش سه محوری دینامیکی

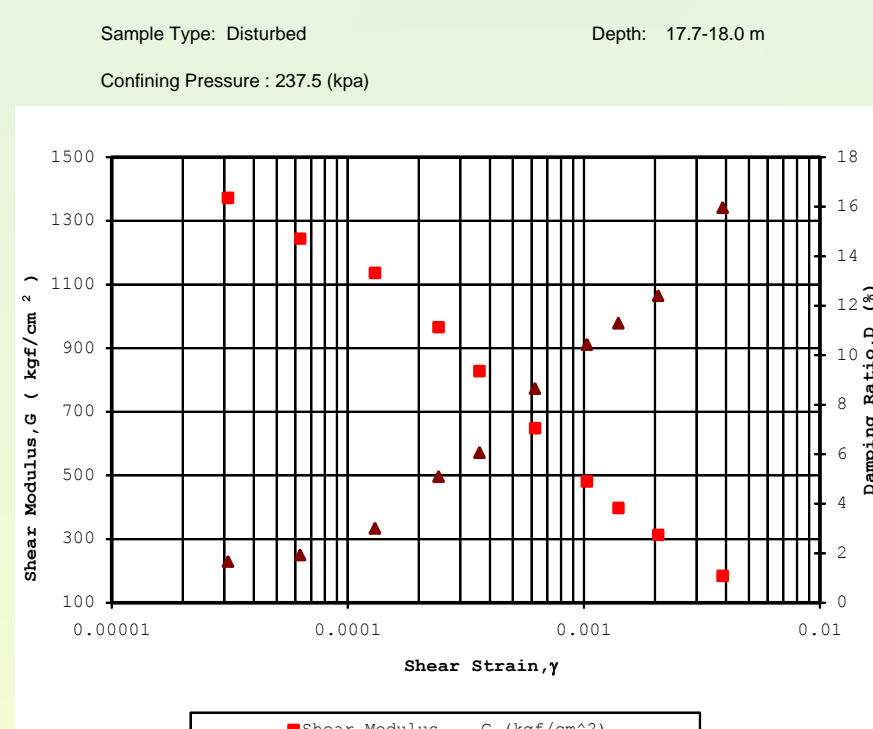
## ۲- ارائه نتایج و تفسیر آزمایشهای سه محوری تناوبی تغییر شکلی

مقادیر مدول برشی و نسبت میرایی که از آزمایش سه محوری تناوبی بر روی ۱۰ نمونه بدست آمده اند، نشان می دهند که افزایش تنش محدود کننده موثر از ۱۹۰ کیلوپاسکال تا ۳۸۶ کیلوپاسکال باعث افزایش حدود ۵ تا ۳۰ درصد در حداکثر مدول برشی شده است و مقادیر ضریب میرایی نیز با افزایش تنش محدود کننده موثر، مقداری کاهش یافته اند.

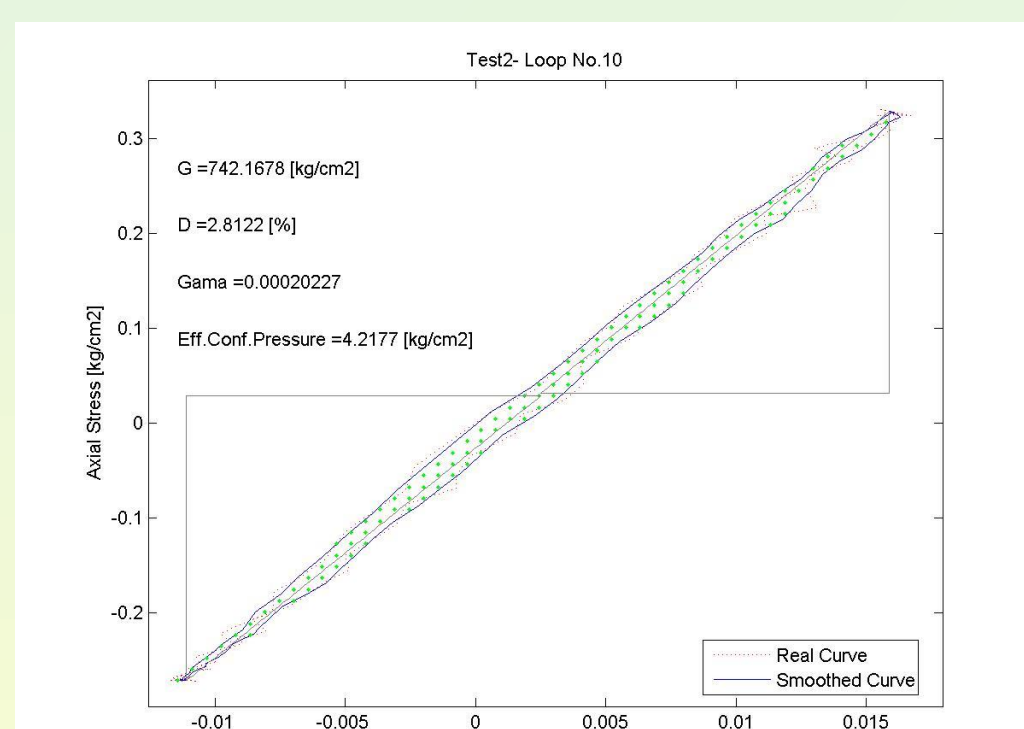
لازم به ذکر است، بدلیل اینکه بر روی نمونه‌ها فقط آزمایش سه محوری تناوبی انجام شده است، تعیین مقادیر حداکثر مدول برشی با تقریب همراه است. بدیهی است در صورت نیاز به مقادیر دقیق پارامتر مذکور، باید از نتایج آزمایش ستون تشدید و یا آزمایشهای ژئوفیزیکی سطحی و درون‌چاهی نیز استفاده گردد.

در نمونه‌های ۶، ۷، ۸ و ۹ از جدول شماره (۱)، نمونه ها یکبار به صورت دست خورده و بار دیگر به صورت دست‌نخورده آزمایش شده اند تا با مقایسه مقادیر بدست آمده، دید کلی نسبت به میزان تغییرات مقادیر مدول برشی با تغییر میزان دست خوردگی حاصل گردد.

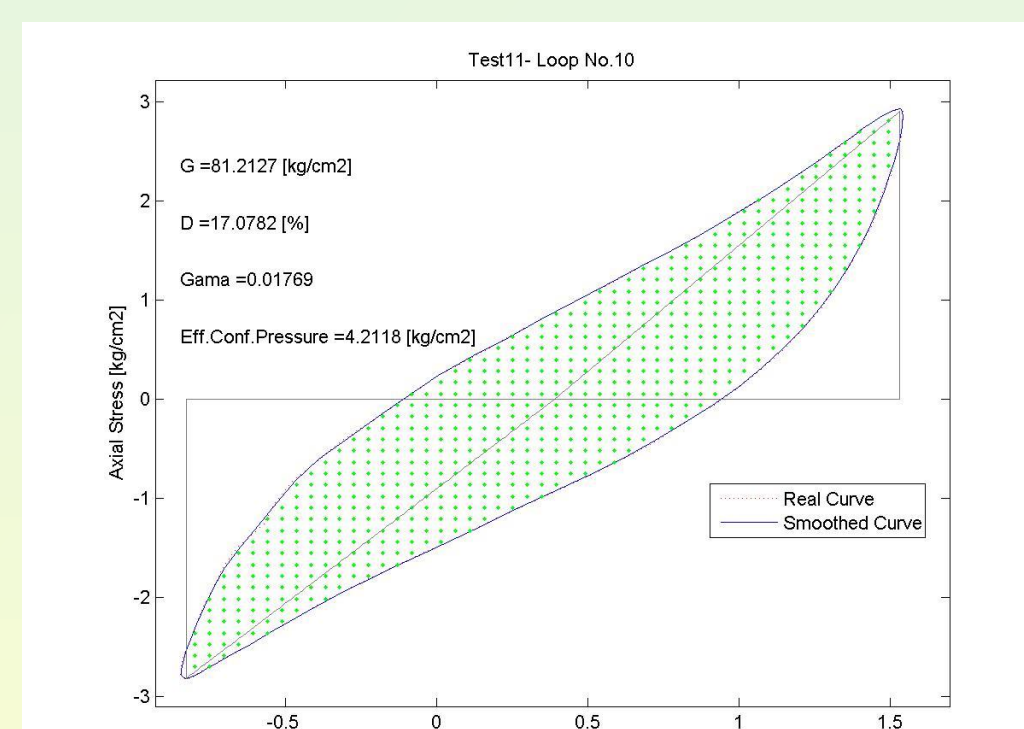
در نتایج آزمایش ها مشاهده شد مقدار حداکثر مدول برشی نمونه‌های دست‌نخورده در مقایسه با نمونه‌های دست خورده در حدود ۱۵ درصد بیشتر می باشد.



منحنی تغییرات مدول برشی و نسبت میرایی بر حسب کرنش برشی



نمونه ای از حلقه هیستریسیس (سیکل ۱۰ از پله ۳ بارگذاری) سه محوری تناوبی تغییر شکلی



نمونه ای از حلقه هیستریسیس (سیکل ۱۰ از پله ۱۱ بارگذاری) سه محوری تناوبی تغییر شکلی

## ۲-۱- اشباع، تحکیم و بارگذاری نمونه ها

پس از قرار دادن نمونه، درون سلول آزمایش، به منظور تسریع در اشباع و خارج نمودن حبابهای هوا از درون نمونه ها، از گاز CO<sub>2</sub> استفاده گردید (شکل زیر). پس از آن، آب بدون هوا به مدت زمان کافی از پائین نمونه وارد شده و از قسمت بالایی نمونه که تحت خلاء قرار گرفته بود، خارج شد. سپس مسیر ورود آب بدون هوا به بالای نمونه نیز متصل گشت.

در نهایت با استفاده از پس فشار ۱۰۰ کیلوپاسکال (که بصورت تدریجی اعمال شد) نمونه ها اشباع گردیدند.

در این آزمایشها ملاک اشباع نمونه، رسیدن ضریب B اسکیمتون به ۹۵ درصد بوده است.

پس از اتمام اشباع، نمونه‌ها تحت تحکیم همسان در تنش های همه جانبه (مطابق با درخواست کارفرما) قرار گرفتند. تحکیم نمونه ها تا پایان تحکیم اولیه ادامه داشت. با توجه به درصد مختلف رس در نمونه ها، زمان تحکیم نمونه ها متفاوت از یکدیگر بود.

بعد از اتمام مرحله تحکیم، شیرهای بالا و پایین نمونه بسته شده و برای آزمایشهای سه محوری تناوبی تغییر شکلی، نمونه تحت بارگذاری تناوبی در محدوده کرنشهای مساوی و بزرگتر از مقدار ۱۰<sup>-۴</sup> بصورت کنترل تنش قرار گرفت.

در هر دامنه بارگذاری ۴۰ سیکل به صورت سینوسی و با فرکانس ۱ HZ به نمونه ها اعمال شد.

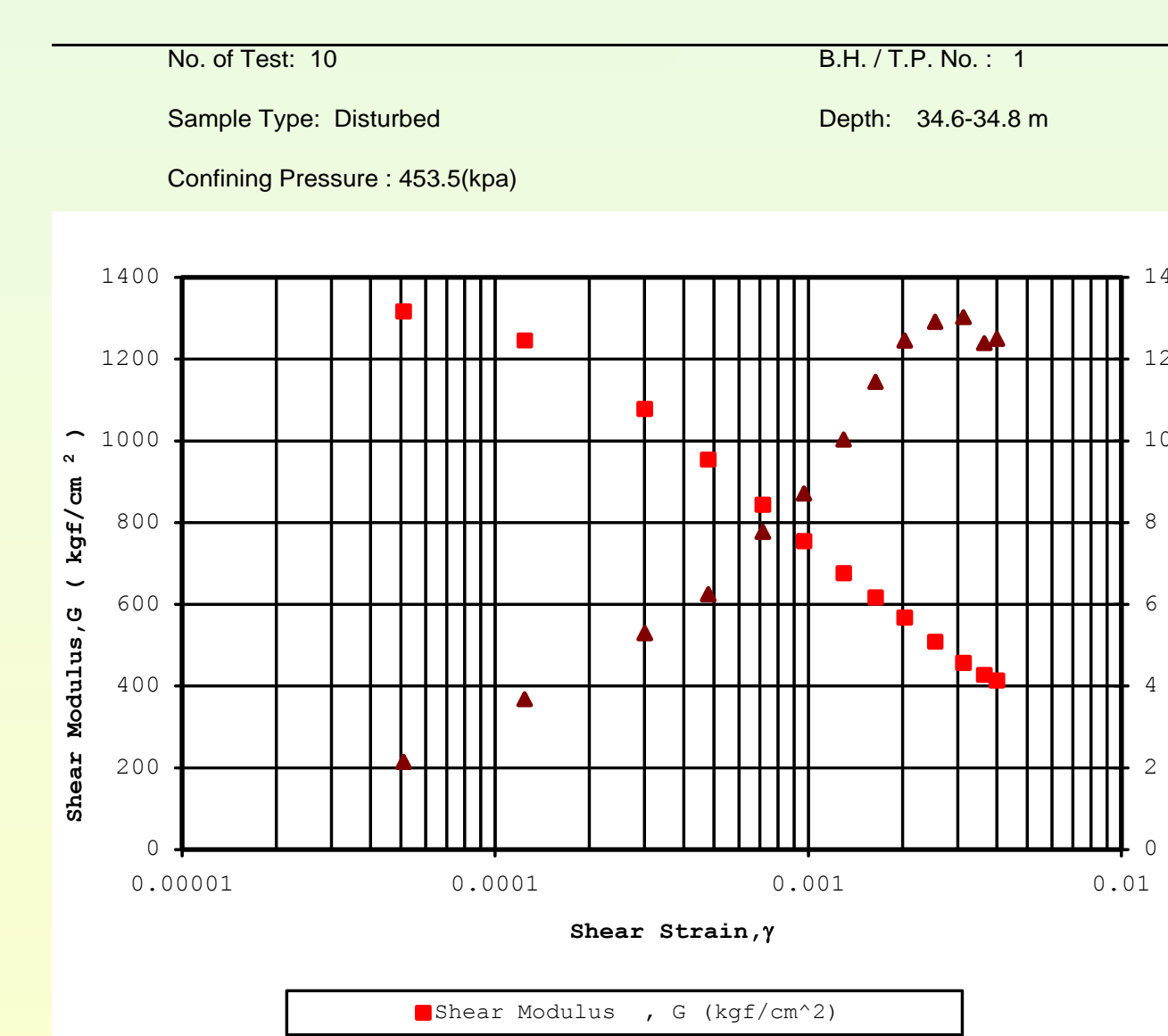
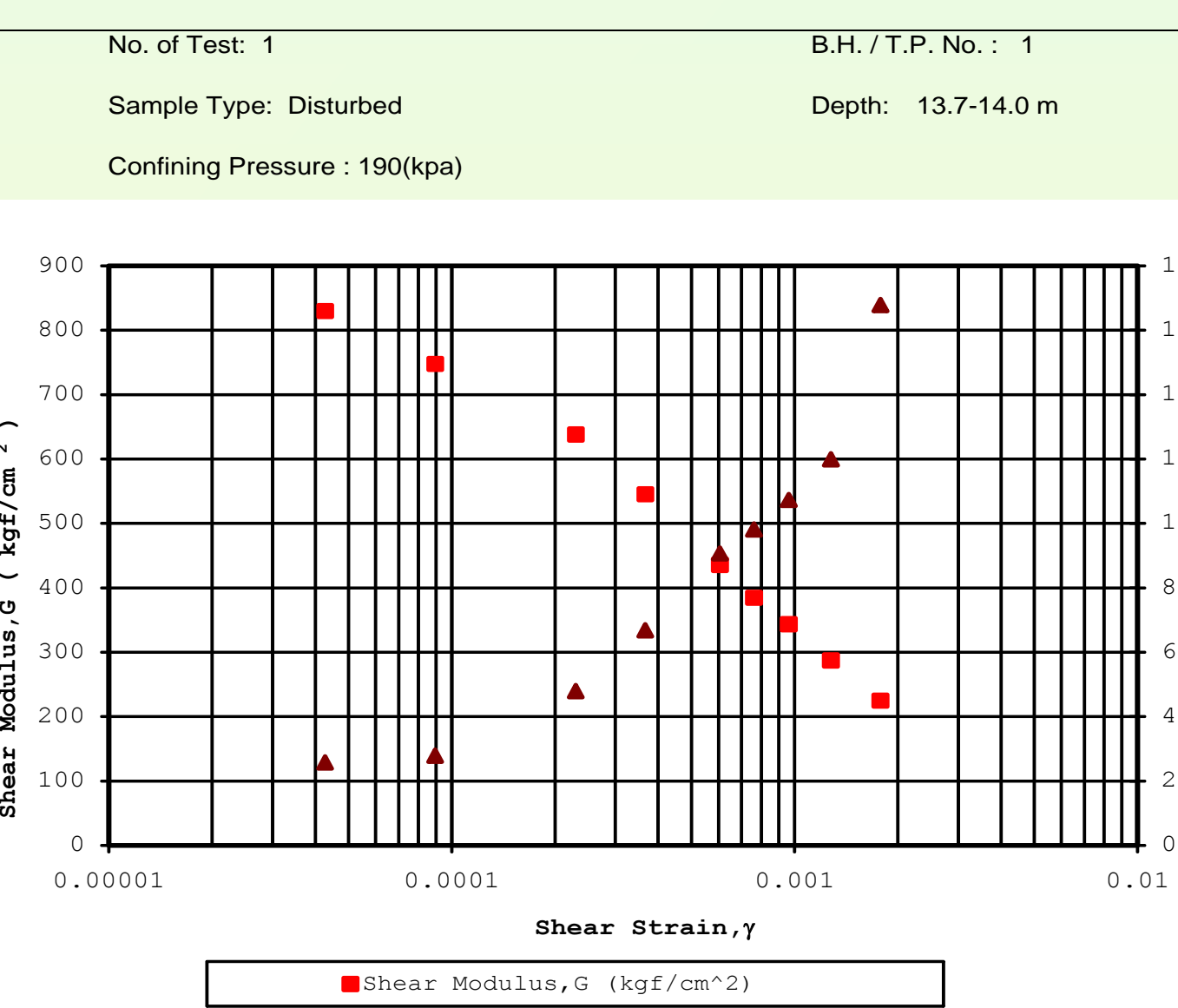
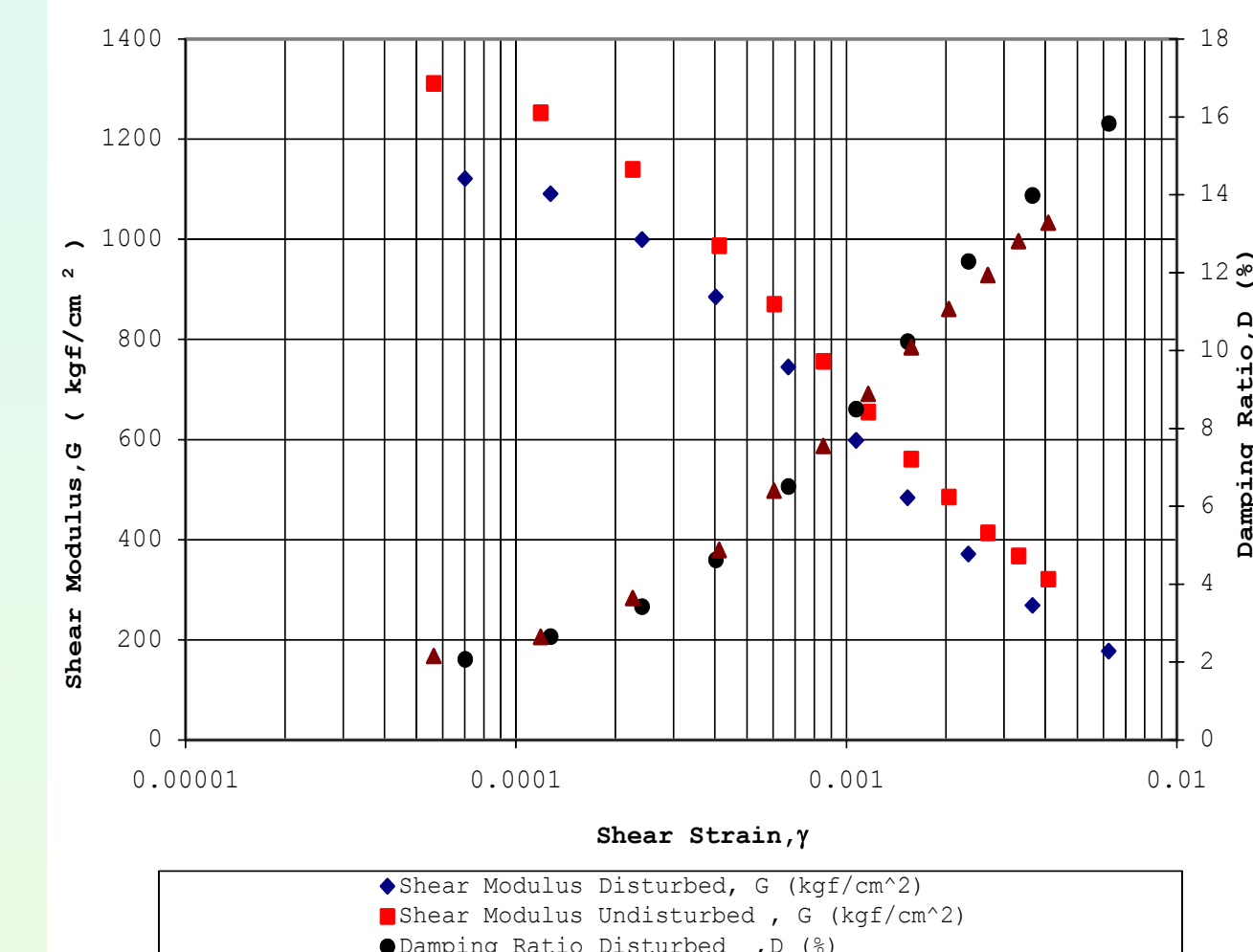
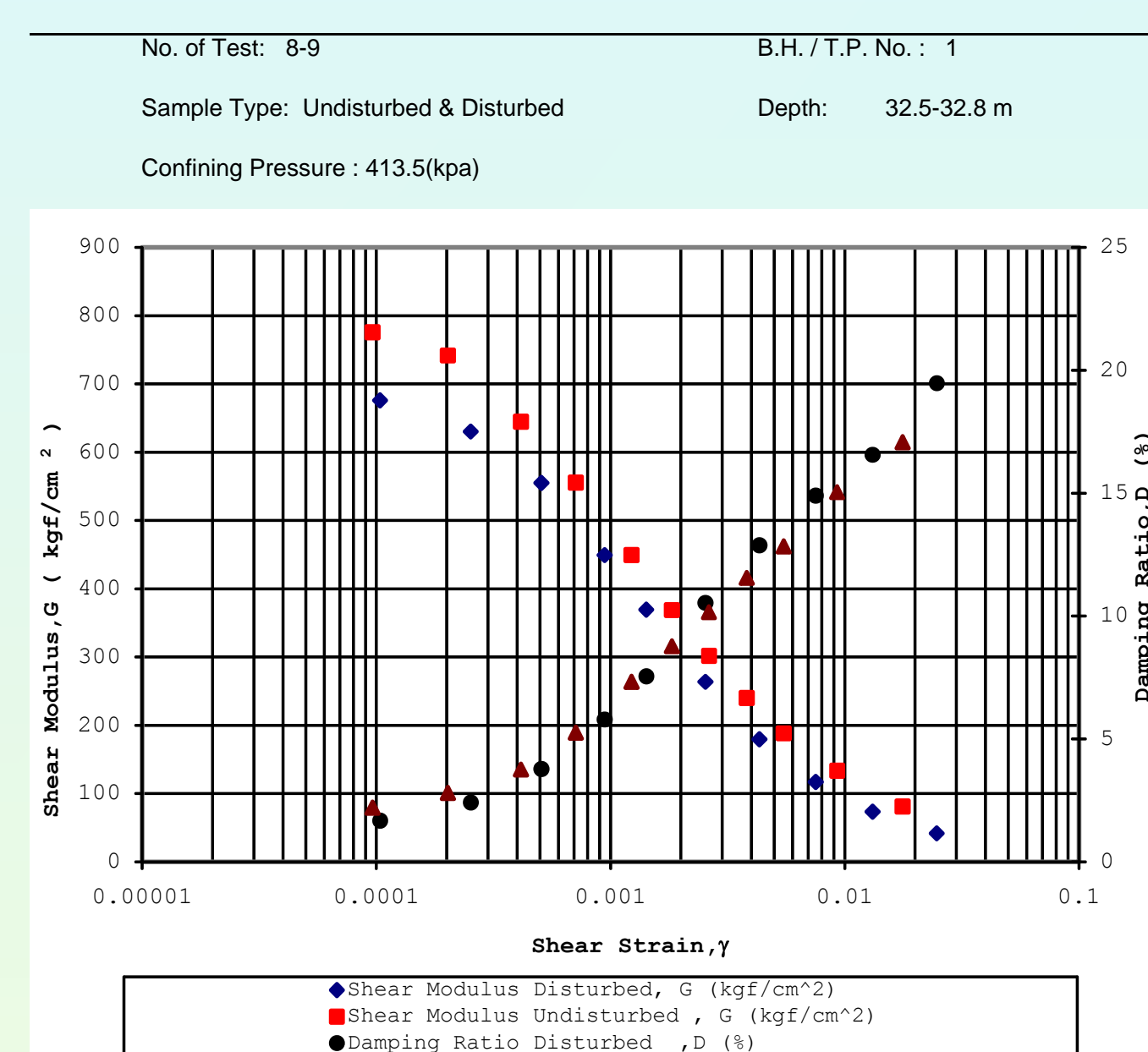


تصاویری از مراحل اشباع و تحکیم نمونه سه محوری تناوبی

## ۳- برخی نتایج آزمایشها و تصویر نمونه ها



تصاویر تعدادی از نمونه های ساختمانی تیمچه ملک بازار تبریز قبل از آزمایش



نتایج منتخب آزمایشهای سه محوری تناوبی تغییر شکلی



تصاویر تعدادی از نمونه های ساختمانی تیمچه ملک بازار تبریز پس از آزمایش