



دانش بنیان

شرکت آزمون ساز مبنا

طراحی و ساخت تجهیزات آزمایشگاهی

مکانیک خاک و مقاومت مصالح

بهار ۱۴۰۱

دستگاه سرعت پالس التراسونیک

مدل ND 800



## فهرست

- ۱-مقدمه ..... ۳
- ۲-هدف ..... ۴
- ۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن ..... ۵
- ۴-روش انجام آزمایش ..... ۶
- ۵-روش آزمایش ..... ۶
- ۵-۱: بررسی کالیبراسیون دستگاه ..... ۶
- ۵-۲: اندازه گیری سرعت پالس ..... ۷
- ۵-۳: تخمین عمق ترک سطحی ..... ۸
- ۵-۴: تخمین مقاومت فشاری بتن ..... ۹
- ۶-مزایا ..... ۱۰
- ۷-محدودیت ها ..... ۱۰

دستگاه اندازه گیری سرعت پالس التراسونیک (UPV)

استاندارد: EN 12504-4 , ASTM C597 , BS 1881-203 , ISO 1920-7, ASTM D2845

## ۱- مقدمه

آزمایش سرعت پالس التراسونیک (UPV) یکی از روش های رایج و غیر مخرب است که برای به دست آوردن اطلاعات در مورد کیفیت سازه های بتنی با دو سطح قابل دسترس استفاده می شود. دستگاه التراسونیک، پالس های الکترونیکی ایجاد کرده و سپس توسط مبدل های فرستنده، این پالس های الکترونیکی به صورت امواج ارتعاشی با فرکانسی بین ۲۰ تا ۲۵۰ کیلو هرتز تبدیل شده و پس از عبور از بتن، امواج توسط یک مبدل گیرنده دریافت و به صورت سیگنال الکتریکی تبدیل می شود. سپس مدت زمان طی شده برای حرکت امواج در بتن توسط دستگاه با دقت  $\pm 0.1$  میکرو ثانیه اندازه گیری می شود. نهایتاً سرعت پالس (V) بر حسب متر بر ثانیه از رابطه زیر بدست می آید:

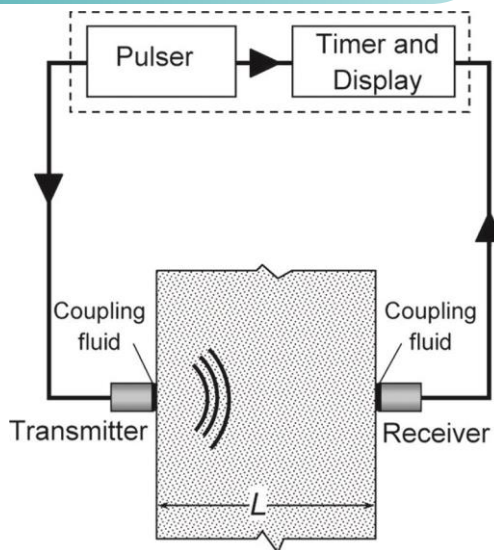
$$V=L/T$$

که در آن :

$L$  = طول مسیر

$T$  = زمان عبور، مدت زمانی است که پالس از طول  $L$  عبور می کند.

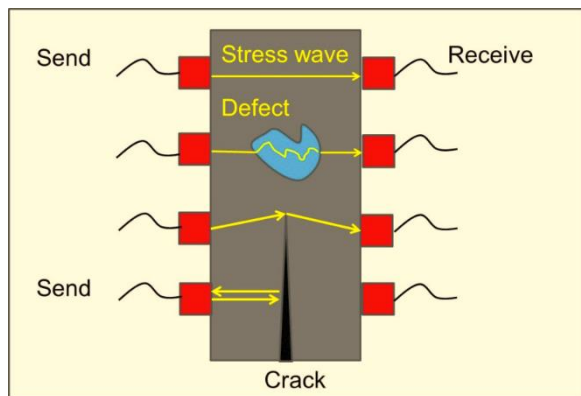
در شکل ۱ نمایش شماتیک عملکرد دستگاه التراسونیک ارائه شده است.



شکل ۱- نمودار شماتیک عملکرد دستگاه

## ۲- هدف

این آزمایش با اهداف زیر مورد استفاده قرار می گیرد:



۱- تخمین کیفیت بتن

۲- کشف وجود ترک و تعیین دیگر نارسایی ها مانند منافذ

۳- بررسی تغییرات خواص بتن با گذشت زمان

۴- تخمین مقاومت بتن

۵- تعیین مدول و ضریب پواسون دینامیکی (در محدوده کرنش های کوچک)

۶- اندازه گیری عمق ترک سطحی

۷- اندازه گیری عمق لایه ها

### ۳- مشخصات فنی دستگاه و ملحقات آن

- اندازه گیری زمان عبور از ۰.۱ تا ۲۰۰۰ میکرو ثانیه با دقت ۰.۱ میکرو ثانیه
- نرخ پالس ۱، ۳، ۵ در ثانیه، قابل انتخاب
- حداکثر ولتاژ خروجی ۵۰۰ ولت
- محدوده فرکانس ۲۴ تا ۱۵۰ کیلوهرتز
- قابلیت اتصال به اسیلوسکوپ
- باتری داخلی قابل شارژ با ظرفیت ۲۸۰۰ MAh

این مجموعه شامل دستگاه التراسونیک قابل حمل، دو مبدل و یک میله کالیبراسیون برای تنظیم قرائت‌ها قبل از هر آزمایشی است. مجموعه دستگاه و ملحقات در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲-دستگاه و ملحقات آن

یکی از موارد مهم در این آزمایش، داشتن یک کوپلینگ خوب بین سطح هر مبدل و سطح بتن با استفاده از موادی مانند گریس، کرم دست یا ژل است.

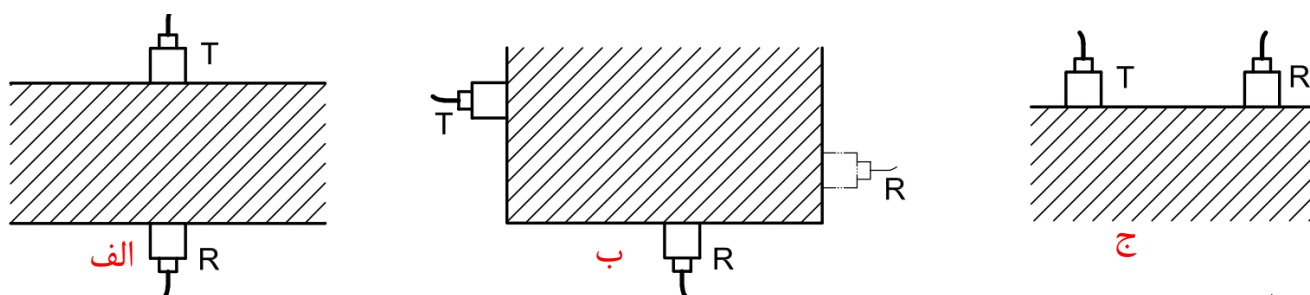
## ۴- روش انجام آزمایش

همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است، سه روش اصلی برای قراردادن مبدل ها وجود دارد:

(الف) روش مستقیم

(ب) روش نیمه مستقیم

(ج) روش غیر مستقیم



شکل ۳- ترتیبات مبدل: (الف) مستقیم (ب) نیمه مستقیم (ج) غیر مستقیم

در حالی که حداکثر انرژی پالس در زاویه قائم به سمت فرستنده منتقل می شود، روش مستقیم قابل اطمینان ترین روش از منظر اندازه گیری زمان عبور است. در برخی موارد نمی توان به سطوح روبرو دسترسی داشت، بنابراین این آزمایش را می توان با سطوح مجاور (روش نیمه مستقیم) و یا روی یک سطح (روش غیر مستقیم) انجام داد.

## ۵- روش آزمایش

### ۵-۱- بررسی کالیبراسیون دستگاه

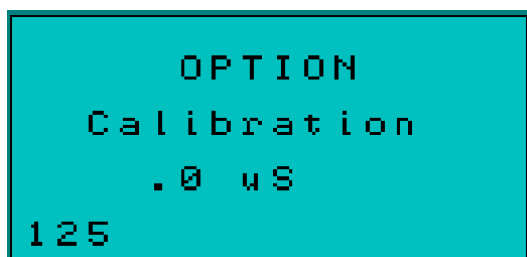
مرحله ۱: دستگاه را روشن کنید و مقدار کمی گریس روی دو سطح مبدل بمالید.

مرحله ۲: از میله مرجع برای بررسی و تنظیم زمان عبور استفاده کنید تا زمان عبور با عدد کالیبراسیون روی میله یکسان باشد. نمونه میله مرجع در شکل ۴ نشان داده شده است.



شکل ۴- میله مرجع

مرحله ۳: برای کالیبره کردن دستگاه مراحل زیر باید انجام شود. در حالت توقف دستگاه با نگاهداشتن دکمه شروع وارد منوی تنظیمات شوید. با فشردن کلید بالا و پایین تنظیمات کالیبراسیون را انتخاب کنید. سپس با کلیدهای بالا و پایین زمان عبور را همانطور که روی میله کالیبراسیون مشخص شده است، انتخاب کنید. نمایشگر نهایی زمان حمل و نقل مورد انتظار و در زیر آن زمان حمل و نقل اندازه گیری شده را نشان می دهد. این باید با مقدار روی میله کالیبراسیون مطابقت داشته باشد.



## ۵-۲- اندازه گیری سرعت پالس

مرحله ۱: برای تعیین سرعت پالس، اندازه گیری طول مسیر بین دو مبدل الزامی است. برای اینکار وارد منوی تنظیمات شوید. تنظیم پارامتر "طول مسیر" را انتخاب کنید. با فشردن کلید بالا و پایین طول مسیر را وارد کنید.

OPTION  
L = 10.5 Cm

مرحله ۲: مبدل‌ها را با فشار کمی روی سطوح مقابل بتن قرار دهید، و برای مدتی نگه دارید تا بتوان قرائت‌ها را انجام داد، صبر کنید تا یک قرائت ثابت روی صفحه نمایش دستگاه ظاهر شود.

مرحله ۳: قرائت پایدار را ثبت کنید، که زمان (T) بر حسب میکروثانیه (μs) است که پالس التراسونیک طول مسیر و سرعت پالس (V) را بر حسب متر بر ثانیه طی می کند.

. 0 μs  
P = 150 Volt  
V = 0 m/s  
L = 10.5 Cm

برای نمونه های بسیار بلند و یا با کیفیت کم بهتر است در منوی تنظیمات میزان ولتاژ را افزایش داد.

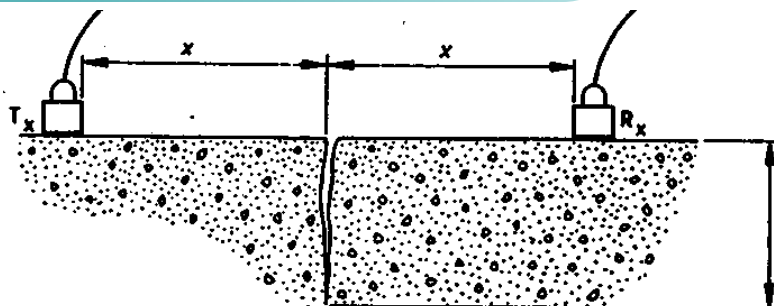
OPTION  
250 Volt

### ۵-۳- تخمین عمق ترک سطحی

برای اندازه گیری عمق ترک از رابطه زیر استفاده کنید:

$$C = x \times \sqrt{\frac{(4t_1^2 - t_2^2)}{(t_2^2 - t_1^2)}}$$





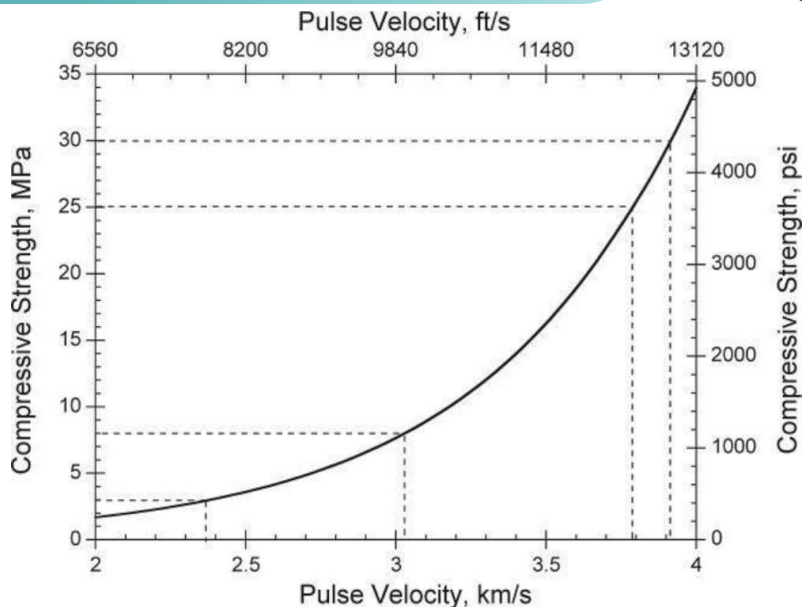
شکل ۵- محاسبه عمق ترک

ابتدا فاصله  $x$  را مشخص کنید. سپس مبدل ها در فاصله برابر  $2x$  از هر طرف قرارداده و  $t_1$  را اندازه گیری کنید. سپس مبدل ها در فاصله برابر  $x$  از هر طرف قرارداده (مطابق شکل ۵) و  $t_2$  را اندازه گیری کنید. حال با استفاده از رابطه فوق عمق ترک را محاسبه کنید. (واحد عمق ترک و  $x$  یکسان است).

#### ۵-۴- تخمین مقاومت فشاری بتن

به طور کلی روابط متعددی برای تخمین مقاومت فشاری بتن با استفاده از سرعت پالس در بتن وجود دارد اما بهترین آن، روش Sonreb است که به وسیله آن همزمان آزمایشات مخرب و غیر مخرب صورت گرفته و نمودار انطباقی برای آن ترسیم می گردد و به سایر نقاطی که آزمایش مخرب صورت نگرفته تعمیم داده می شود. بدین ترتیب در تعدادی از نقاط که آزمایش التراسونیک و یا چکش اشمیت انجام گرفته مغزه-گیری کرده و آزمایش مقاومت فشاری انجام می شود و نمودار انطباقی استخراج می شود. این رابطه برای صرفاً نتایج آزمایش التراسونیک و مقاومت فشاری نیز کاربرد دارد.

پس از بدست آوردن نمودار مذکور (مانند شکل ۶ که رابطه بین سرعت پالس و مقاومت فشاری بتن را نشان می دهد) و اندازه گیری سرعت پالس، تخمین مقاومت فشاری بتن امکانپذیر است.



شکل ۶- مقاومت فشاری  $V/S$  سرعت پالس

## ۶- مزایا

کم هزینه، سریع و ساده است.

به خوبی در جوامع مهندسی تثبیت شده است.

آزمایش غیر مخرب است و به سازه آسیب وارد نمی کند.

کیفیت بتن (مقاومت فشاری داخلی) نشان می دهد.

## ۷- محدودیت ها

سطوح قابل دسترس مورد نیاز است.



تماس های خوبی بین سطوح بتنی و فرستنده ها مورد نیاز است.


برخی نتایج غیر مستقیم بوده و محاسبات مورد نیاز است.





The Leading Manufacturer of Construction  
Materials Testing Equipment  
Since 1983

اطلاعات بیشتر:

Instagram.com/azmoon\_test   
t.me/azmoonsazmabna 

[www.AzmoonTest.com](http://www.AzmoonTest.com)   
info@azmoontest.com 

021-61907   
09101562796 

آدرس دفتر مرکزی: تهران - فاطمی غربی - خیابان سیندخت شمالی - پلاک ۱۷ - واحد ۴

تلفن: 021-61907

آدرس کارخانه: جاده قدیم ساوه، بعد از سه راه آدران، شهرک صنعتی نصیر آباد (مسیر خروجی شهرک) خیابان صبا، پلاک S8

تلفن: 021-56393850-4

تلفن خدمات پس از فروش: 021-56393850