

راهنمای کاربری

دستگاه ضخامت سنج آلتراسونیک

TGP11 Thickness Gauge



شرکت پژواک رایان



@PejvakRayan



@pejvak_rayan.co



+989195103539



PejvakRayan.com



www.aparat.com/PejvakRayan



تهران، فلکه دوم صادقیه، بلوار آیت الله کاشانی، بعداز خیابان نجف زاده فروتن، پلاک 19، طبقه 3





(سهامی خاص)

سازنده دستگاه‌ها و سیستم‌های عیب یابی و ضخامت سنجی آلتراسونیک



نسخه ۱/۷

فهرست مطالب

۵	 ضخامت سنجی به روش آلتراسونیک
۷	 مکانیزم ضخامت سنجی
۹	 مقدمه
۱۰	 فصل ۲
۱۰	 معرفی تجهیز
۱۱	 ۱-۲ محتویات جعبه ضخامت سنج پژواک رایان
۱۲	 ۲-۲ قسمت های مختلف دستگاه
۱۴	 ۳-۲ توضیحات صفحه کلید
۱۵	 ۴-۲ مشخصات دستگاه
۱۶	 ۵-۲ آماده سازی دستگاه
۱۶	 ۶-۲ کالیبراسیون
۱۷	 ۱-۶-۲ روش کالیبره صفر و کالیبره سرعت
۱۸	 ۲-۶-۲ کالیبراسیون بلوک تست
۱۹	 ۳-۶-۲ کالیبراسیون دو نقطه ای
۱۹	 ۴-۶-۲ کالیبراسیون پنج نقطه ای Vpath Correction
۲۱	 ۵-۶-۲ کالیبراسیون صفر
۲۲	 ۶-۶-۲ کالیبراسیون سرعت
۲۳	 ۷-۲ تنظیمات اولیه دستگاه
۲۳	 ۱-۷-۲ تنظیم فرکانس پروب
۲۴	 ۲-۷-۲ تنظیم سرعت
۲۵	 ۳-۷-۲ تنظیم محدوده اندازه گیری ضخامت
۲۵	 ۴-۷-۲ تنظیم دقت اندازه گیری
۲۵	 ۵-۷-۲ تبدیل واحد
۲۷	 ۸-۷-۲ اندازه گیری ضخامت
۲۷	 ۹-۷-۲ تنظیمات مربوط به اخطار بازه ضخامت
۲۸	 ۸-۲ تنظیمات عملکرد
۲۸	 ۱-۸-۲ حالت B-scan
۳۰	 ۲-۸-۲ حالت Scan
۳۱	 ۳-۸-۲ اندازه گیری سرعت صوت
۳۲	 ۹-۲ تنظیمات سیستم
۳۲	 ۱-۹-۲ تنظیم روشنایی
۳۳	 ۲-۹-۲ تنظیم خاموش شدن خودکار

۳۳	۳-۹-۲ قالب رنگی صفحه نمایش
۳۴	۴-۹-۲ تنظیمات بازیابی
۳۴	۵-۹-۲ تنظیم صدای صفحه کلید
۳۴	۶-۹-۲ اطلاع از شماره سریال و سری دستگاه
۳۵	۱۰-۲ مدیریت فایل
۳۵	۱-۱۰-۲ ذخیره مقدار ضخامت در دستگاه
۳۷	۲-۱۰-۲ مشاهده نمودارهای B-scan ذخیره شده
۳۸	۳-۱۰-۲ انتقال فایل های موجود در دستگاه به SD Card
۳۸	۴-۱۰-۲ حذف نمودارهای B-scan
۳۹	۵-۱۰-۲ انتقال فایل های ذخیره شده به کامپیوتر
۴۱	۱۱-۲ تنظیمات ذخیره کالیبراسون پروب
۴۱	۱-۱۱-۲ انتخاب پروب قبلی
۴۱	۲-۱۱-۲ افزودن اطلاعات پروب جدید
۴۲	فصل ۳
۴۲	نکات استفاده از دستگاه
۴۳	۱-۳ تکنیک اندازه گیری
۴۳	۱-۱-۳ تمیز کردن سطوح
۴۳	۲-۱-۳ زبری سطوح
۴۳	۳-۱-۳ سطوح استوانه ای
۴۳	۴-۱-۳ سطح غیر موازی
۴۳	۵-۱-۳ دمای قطعه
۴۳	۶-۱-۳ قطعات با پراکندگی ذرات بالا
۴۴	۲-۳ بلوک مرجع
۴۵	۳-۳ روش های متعدد اندازه گیری
۴۵	۴-۳ اندازه گیری قطعات ریخته گری
۴۶	۵-۳ جلوگیری از ایجاد خطای اندازه گیری
۴۶	۱-۵-۳ قطعه بسیار باریک
۴۶	۲-۵-۳ زنگ زدگی، خوردگی و ...
۴۶	۳-۵-۳ خطای شناسایی ماده
۴۶	۴-۵-۳ پوشش سطحی پروب
۴۶	۵-۵-۳ مواد چند لایه، کامپوزیت ها
۴۶	۶-۵-۳ لایه اکسید سطحی فلز
۴۷	۷-۵-۳ خواندن غیرطبیعی ضخامت
۴۷	۸-۵-۳ استفاده و انتخاب ماده کوپلینگ

۴۸	۶-۳ اقدامات احتیاطی
۴۸	۱-۶-۳ تمیزی قطعات
۴۸	۲-۶-۳ حفاظت از پروب
۴۹	۳-۶-۳ تعویض باتری
۵۱	۴-۶-۳ رطوبت
۵۲	۷-۳ سرویس و پشتیبانی
۵۳	۸-۳ جدول سرعت صوت مواد کاربردی

ضخامت سنج آلتراسونیک

ضخامت سنج آلتراسونیک، ابزار اندازه گیری ای برای بررسی ضخامت یک ماده به روش غیر مخرب با استفاده از امواج آلتراسونیک می باشد. ضخامت سنجی آلتراسونیک برای بررسی خصوصیتی از ماده نظیر ضخامت، در بسیاری از زیرساخت های صنعتی از جمله:

- برق قدرت
- صنایع هوایی
- نفت و گاز
- لوله سازی و خطوط انتقال
- متالورژی و ماشین سازی
- خطوط ریلی

در ضخامت سنجی دیواره های مخازن، لوله های تحت فشار و قطعات تولید شده، روشی متداول است.

دستگاه ضخامت سنج آلتراسونیک بر اساس اصل اندازه گیری فراصوتی طراحی شده است و برای اندازه گیری ضخامت انواع مواد رسانای فراصوتی از جمله فلزات، مواد پلیمری، سرامیکی و کامپوزیتی به کار می رود. این ابزار می تواند ضخامت انواع مواد را اندازه گیری کرده و میزان خوردگی یا فرسایش لوله های مختلف و مخازن تحت فشار را در مرحله سرویس دهی پایش کند. بدین ترتیب این ابزار می تواند به طور گسترده ای در حوزه های نفت، شیمیایی، متالورژی، کشتی سازی، هوانوردی، هوافضا و ... استفاده شود.

قابلیت ضخامت سنجی بدون نیاز به هردو سطح ماده، باعث می شود این تکنولوژی کاربرد های بسیاری در صنعت پیدا کند از جمله: ضخامت سنج رنگ، ضخامت سنج پوشش سطوح و ... برای ارزیابی روی مواد پلاستیکی، شیشه، سرامیک، فلزات و ...



ضخامت سنجی به روش آلتراسونیک



ضخامت سنجی در این روش به دقت بالایی نیاز دارد و در بیشتر موارد می‌تواند جایگزین ضخامت سنج مکانیکی باشد. ضخامت‌سنج‌های مکانیکی، فقط در لبه‌ها و نقاطی که به دوطرف جسم دسترسی وجود دارد کارایی دارند و با توجه به نوع ابزار، دارای فک‌های مختلفی می‌باشند. از ضخامت سنج‌های مکانیکی می‌توان در کالیبراسیون دستگاه ضخامت سنج آلتراسونیک به روش ضخامت‌سنجی معلوم استفاده کرد.

مزایای استفاده از روش آلتراسونیک برای ضخامت سنجی

- ✓ جزو روش‌های تست غیر مخرب است یعنی بدون نیاز به دسترسی به سطح داخلی قطعات و جداسازی آن می‌توان ضخامت سنجی و تست را انجام داد.
- ✓ نیازی به دسترسی به هر دوطرف ماده مورد تست ندارد
- ✓ می‌تواند با عبور از پوشش‌های روی قطعه (از جمله رنگ، لایه بندی ها و پوشش‌های ضد زنگ و ضد خوردگی) ضخامت سنجی را انجام دهد.
- ✓ با روش‌های استاندارد زمان بندی و محاسبه دقیق زمان رفت و برگشت صوت، می‌تواند به دقتی کمتر از ۰/۱ میلی متر دست پیدا کند
- ✓ به سادگی قابل اجراست و نیازی به شرایط آزمایشگاهی ندارد.
- ✓ نسبتاً تجهیز ارزان قیمتی محسوب می‌شود.

معایب استفاده از روش آلتراسونیک برای ضخامت سنجی

- ✓ معمولاً برای هر نوع ماده متفاوت نیاز به کالیبراسیون یا تغییر تنظیمات دارد.
- ✓ نیاز به تماس مناسبی با ماده دارد (نیاز به کولانت).
- ✓ روی سطوح زنگ زده نمی‌توان با دقت بالا از آن استفاده کرد.
- ✓ دقت ضخامت سنجی تا حد زیادی وابسته به نحوه تماس پراب با قطعه می‌باشد.

مکانیزم ضخامت سنجی

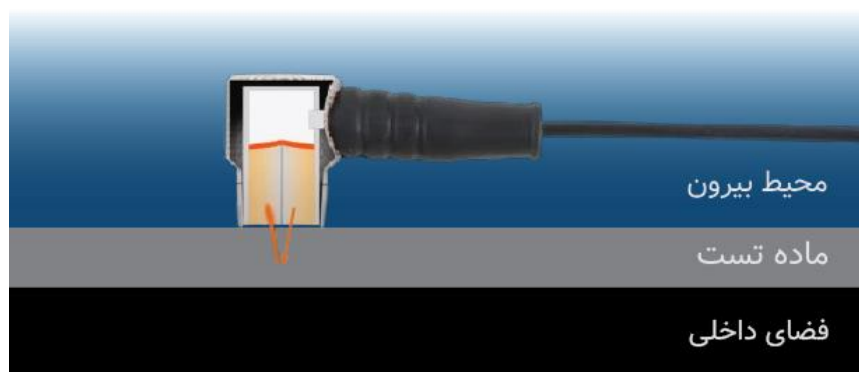
ضخامت سنج‌های آلتراسونیک با ارسال پالس الکتریکی به کریستال داخل پراب، آن را مرتعش کرده سپس موج فراصوت ایجاد شده به کمک پراب به داخل جداره منتقل می‌شود. این موج بعد از رسیدن به انتهای قطعه و در صورت موازی بودن سطح، به شکل درستی بازتاب می‌شود تا توسط پراب دریافت شود. این دو پارامتر می‌تواند ضخامت جسم و فاصله زمانی میان پالس ارسالی و دریافتی را اندازه گیری کند. و برعکس با داشتن ضخامت جسم، می‌توان سرعت موج التراسونیک در داخل هر ماده و جداره قطعه را محاسبه کرد.

دیواره پشتی سطح مقابل نقطه قرارگیری پراب است و سطحی است که موج را بازتاب می‌دهد. برای ضخامت سنجی باید این دو سطح موازی باشند.

امواج مکانیکی با فرکانس بیشتر از ۲۰ کیلو هرتز فراصوت یا التراسونیک (Ultrasound) نام دارند اما برای ضخامت سنجی یا عیب یابی به روش التراسونیک عمدتاً از پراب هایی با فرکانس ۱۰۰ کیلو هرتز تا ۲۰ مگاهرتز استفاده می‌شود. در ضخامت سنجی های متداول در صنعت این بازه محدود تر می‌شود (معمولاً از ۱ تا ۱۰ مگاهرتز)؛ رایج ترین فرکانس ها برای ضخامت سنجی ۴ یا ۵ مگاهرتز هستند.

تمام ضخامت‌سنج های اولتراسونیک با اندازه گیری دقیق مدت زمان لازم برای عبور یک پالس صوتی که توسط یک قطعه فرستنده/گیرنده به نام مبدل اولتراسونیک به درون قطعه آزمایشی ارسال می‌شود، کار می‌کنند. از آنجایی که امواج صوتی از مرزهای بین مواد مختلف با زاویه و ضریب متفاوتی منعکس می‌شوند، این اندازه‌گیری معمولاً از یک طرف انجام می‌شود، و موج دریافتی آن نشانگر ضخامت ماده، مقدار خوردگی و عیوب درون ماده می‌باشد.

مبدل اولتراسونیک حاوی یک عنصر پیزوالکتریک است که توسط یک تکانه الکتریکی کوتاه تحریک می شود تا موجی از امواج اولتراسونیک تولید کند. امواج صوتی به ماده آزمایشی جفت می شوند و از آن عبور می کنند تا زمانی که با دیواره پشتی یا مرز دیگری برخورد کنند. سپس بازتاب ها به مبدل برمی گردند، که انرژی صوتی را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند. در اصل، گیج به پژواک از طرف مقابل گوش می دهد. به طور معمول این فاصله زمانی تنها چند میلیونیم ثانیه است. گیج با سرعت صوت در ماده آزمایشی برنامه ریزی شده است، که سپس می تواند ضخامت را با استفاده از رابطه ریاضی ساده محاسبه کند.



$$T = (V) \times (t/2)$$

T = ضخامت قطعه

V = سرعت صوت در ماده مورد نظر

t = زمان رفت و برگشت اندازه گیری شده

⚠ توجه به این نکته ضروری است که

سرعت صوت در مواد آزمایشی بخش اساسی این محاسبه است.

مواد مختلف امواج صوتی را با سرعت های متفاوتی منتقل می کنند، معمولاً در مواد سخت سریع تر و در مواد نرم کندتر، و سرعت صوت می تواند به طور قابل توجهی با دما تغییر کند.

بنابراین همیشه لازم است یک ضخامت سنج اولتراسونیک را با سرعت صوت در ماده اندازه گیری شده کالیبره کنیم و دقت می تواند به اندازه این کالیبراسیون باشد.

امواج صوتی در محدوده مگاهرتز به طور موثر در هوا حرکت نمی کنند، بنابراین یک قطره مایع جفت کننده بین مبدل و قطعه آزمایش به منظور دستیابی به انتقال خوب صدا استفاده می شود. کوبلنت های رایج عبارتند از گلیسرین، پروپیلن گلیکول، آب، روغن و ژل. فقط مقدار کمی مورد نیاز است، فقط برای پر کردن شکاف هوایی بسیار نازک که در غیر این صورت بین مبدل و هدف وجود داشت.

سه روش معمول برای اندازه گیری فاصله زمانی وجود دارد که نشان دهنده حرکت موج صوتی در قطعه تست است:

حالت ۱ متداول ترین رویکرد است که به سادگی فاصله زمانی بین پالس تحریکی که موج صوتی را تولید می کند و اولین پژواک برگشتی اندازه گیری می کند و مقدار کمی آفست صفر را کم می کند که تأخیرهای ثابت ابزار، کابل و مبدل را جبران می کند.

حالت ۲ شامل اندازه گیری فاصله زمانی بین پژواک برگشتی از سطح قطعه تست و اولین پژواک دیواره پشتی است.

حالت ۳ شامل اندازه گیری فاصله زمانی بین دو پژواک پشتی دیواری متوالی است. نوع مبدل و الزامات کاربردی خاص معمولاً انتخاب حالت را تعیین می کند.

مقدمه

شرکت پژواک رایان، متشکل از گروهی از متخصصین علوم مهندسی الکترونیک و اتوماسیون، مکانیک، نرم افزار و تست های غیرمخرب می باشد.

این شرکت، جهت دستیابی به فناوری مدرن آلتراسونیک و با توجه به کاربرد منحصر بفرد استفاده از امواج آلتراسونیک در تست و عیب یابی قطعات و محصولات صنعتی مختلف و حساس، پس از سالیان متمادی کار و پژوهش در صنایع مختلف نظیر نفت، گاز و پتروشیمی، موفق شده است تا به فناوری ساخت سیستم ها و دستگاه های اتوماتیک تست و عیب یابی قطعات با استفاده از امواج آلتراسونیک دست پیدا نماید و اقدام به ساخت نمونه های مختلف مورد نیاز صنعت نماید.

این شرکت، فعالیت تحقیقاتی خود را از سال ۱۳۸۴ در زمینه ساخت دستگاه های آلتراسونیک اتوماتیک چند کاناله آغاز نموده و پس از گذشت سالیان متمادی پژوهش، تحقیقات و تلاش بی وقفه در این زمینه موفق به دستیابی به این تکنولوژی مدرن گردیده است.

پس از آن طی بازرسی کارشناسان و بازرسان شرکت دانش بنیان از محصولات شرکت پژواک رایان در سال ۹۶ و ارزیابی و تایید آنها، این شرکت موفق به راهیابی به زمره شرکت های دانش بنیان گردید.

در حال حاضر کارشناسان این شرکت دارای تجارب مناسبی در ساخت دستگاه ها و سیستم های تست و عیب یابی تک کانال و چند کاناله اتومات آلتراسونیک می باشند و آماده اند تا نسبت به راه اندازی و یا جایگزینی سیستم های کاملاً اتوماتیک و دیجیتال آلتراسونیک مطابق با درخواست و نیازهای مشتری و با استانداردهای روز دنیا از جمله API, IGS, ASTM, ASME, IPS و با کانال های متعدد (تا ۳۲ کانال) اقدام نمایند.

- ⚠ لازم به ذکر است هرگونه دخل و تصرف در سخت افزار یا نرم افزار دستگاه منجر به ابطال گارانتی و ضمانت شرکت خواهد شد. در صورت بروز عیوب در عملکرد دستگاه حتماً ابتدا با پشتیبانی شرکت تماس برقرار کنید.
- قبل از هر چیز برای کاربری بهتر دستگاه و جلوگیری از مشکلات احتمالی حتماً ابتدا دفترچه آموزش تئوری آلتراسونیک پژواک رایان (فصل ۱ از manual instructions) را مطالعه بفرمایید.

فصل ۲

معرفی تجهیز

۱-۲ محتویات جعبه ضخامت سنج پژواک رایان

پکیج تحویلی در قالب یک جعبه قابل حمل ارائه شده که شامل تجهیزات زیر است:

- ✓ دستگاه ضخامت سنج
- ✓ به همراه باتری و SD CARD نصب شده
- ✓ پروپ آلتراسونیک Dual با فرکانس ۵ مگاهرتز
- ✓ لوح فشرده حاوی دفترچه راهنما و نرم افزار دستگاه
- ✓ کابل microUSB به USB
- ✓ دو باتری یک
- ✓ ظرف حاوی کوپلنت



۲-۲ قسمت های مختلف دستگاه



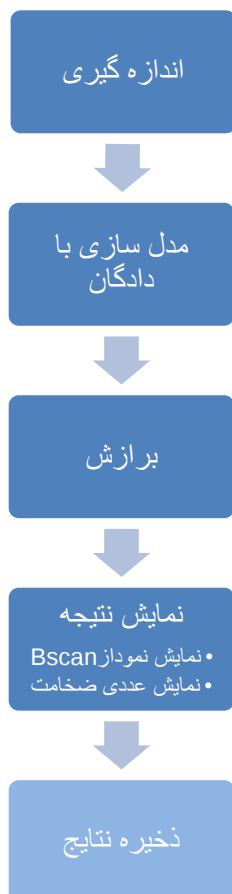
شکل ۲- تصویر ظاهری اجزای دستگاه

اجزای مشخص شده در تصویر

- ۱- نوع ماده مورد تست
- ۲- سرعت صوت مربوط به ماده مورد تست (با واحد متر بر ثانیه)
- ۳- نشانگر باتری
- ۴- بدنه دستگاه
- ۵- واحد نمایش اعداد (میلی متر یا اینچ)
- ۶- مقدار ضخامت در حال اندازه گیری (رنگ سبز این عدد بیانگر ثابت شدن سیگنال گیری است)
- ۷- بلوک کالیبره سکه ای airborne
- ۸- صفحه کلید: در صفحه بعد عملکرد هر کلید بیان شده است.

روند نمای مراحل عملکرد دستگاه

۱- مرحله اندازه گیری:



پس از اینکه دستگاه آغاز به کار کرد، با قرار دادن پراب بر روی قطعه، اندازه گیری آغاز میگردد. در این مرحله دستگاه بطور مداوم پالس های الکتریکی را به پراب (قطعه ی پیزو) ارسال می کند و با توجه به اینکه نوع پراب بکار رفته در این دستگاه، T/R (رفت و برگشتی) می باشد، همزمان از جهت دیگر قطعه ی پیزو امواج برگشتی را دریافت کرده، آن را به سیگنال الکتریکی ضعیفی مبدل می کند که این سیگنال در دستگاه تقویت شده و مورد تحلیل قرار می گیرد.

۲- مدلسازی

پس از دریافت سیگنال، پالس های دریافتی بررسی می شوند تا دقیقاً اولین پالس بازگشتی از دیواره پشتی قطعه برای ضخامت سنجی انتخاب شود (مرحله فیلتراسیون).

با کالیبراسیون و نمونه گیری از چند نقطه از قطعه، منحنی ای از رفتار موج در ضخامت های متفاوت تشکیل میگردد که نمایانگر تابع ای چند متغیره از زمان بازگشت امواج می باشد.

۳- برازش (Curve Fitting):

تمام نقاط نمودار بر روی منحنی ای برازش (fit) شده و پس از آن نمایش اعداد ضخامت در آن کالیبراسیون برای پروب مورد استفاده و قطعه ی تست شده، براساس تابع ذخیره شده انجام خواهد شد.

۴- نمایش نتایج:

پس از پیکربندی و فیلتراسیون های بالا، هر بار ضخامت سنجی با دقت تنظیمات قبلی انجام خواهد شد. جهت نمایش عدد دقیق ضخامت، طبق دستورالعمل های بخش ۲-۷-۸ می توانید کار با دستگاه را آغاز نمایید. و همچنین ضخامت ها را بطور پیوسته در قالب نمودار Bscan بصورت ۲ بعدی مشاهده کنید (جهت نمایش نمودار Bscan به بخش ۲-۸-۱ مراجعه فرمایید).

۵- ذخیره نتایج

همانطور که در ادامه ذکر خواهد شد، پس از ضخامت سنجی، با فشردن کلید  در یکی از خانه های جدول اکسل ذخیره خواهد شد. و برای نمودار های Bscan به همین صورت ذخیره شده و قابل انتقال به SDcard و کامپیوتر خواهد بود.

۲-۳ توضیحات صفحه کلید



کلید روشن/ خاموش کردن دستگاه



حرکت مکان نمای منو



کلید کالیبراسیون؛ کالیبراسیون بلوک تست، اندازه گیری سرعت صوت، ورودی تابع کالیبراسیون دو نقطه ای/ تکمیل تنظیم مقدار ضخامت؛ مدیریت فایل برای حذف فایل ها



تنظیم روشنایی صفحه؛ حالت sleep؛ تغییر مقدار (کم شدن)؛ تعویض پارامترها



رفتن به منوی صفحه بعد؛ مرحله تغییر مقدار



ذخیره مقدار ضخامت؛ تغییر مقدار (اضافه کردن)؛ تعویض پارامترها



تعویض رابط اندازه گیری و رابط منو



کالیبره سرعت صوت؛ حرکت مکان نمای منو، بازگشت به منوی قبلی



بازگشت/ خروج

۴-۲ مشخصات دستگاه

در جدول ۱ مشخصات کلی دستگاه THP601 آورده شده است:

2 mm~300 mm	محدوده اندازه گیری
$\pm(0.5\%H + 0.05 \text{ mm})$ (H = Actual Thickness)	خطای نشانگر
1000 m/s ~ 9999 m/s	محدوده تنظیم سرعت صوت
0 °C~40 °C	دمای سرویس
2 AA Batteries	منبع تغذیه
160 mm × 85 mm × 34 mm	اندازه دستگاه
240g	وزن

جدول ۱_ مشخصات کلی دستگاه

ILI9341	مدل نمایشگر
0.01 mm or 0.1 mm	وضوح نمایش
TFT – RGB	تکنولوژی
50.0(W) × 69.2(H) × 2.3(D) mm	ابعاد
43.2 × 57.6 mm	ابعاد نمایش
-40 °C ~ 85 °C	محدوده دمای کاری
-55 °C ~ 110 °C	دمای حالت غیر فعال
حالت خواب، تغییر روشنایی	قابلیت ها
240 × 320	□□□□□□□□

جدول ۲- مشخصات اختصاصی نمایشگر

کانکتور Lemo01



۵-۲ آماده سازی دستگاه

جهت راه اندازی و شروع کار با دستگاه:

- کانکتور ها را به دو سوکت اصلی پروب وارد کنید؛
- کلید  را تا زمانی که لوگو روی صفحه نمایش ظاهر شود، نگه دارید.

شکل ۳- منوی اصلی دستگاه

۶-۲ کالیبراسیون

جهت استفاده از دستگاه ضخامت سنج بایستی از کالیبره بودن پارامترهای آن اطمینان حاصل کرد. با توجه به تغییرات دمایی، نحوه بکارگیری دستگاه و یا احتمال خطا در کالیبره قبلی، بهتر است در هر بار روشن کردن دستگاه عملیات کالیبره انجام شود.

عملیات کالیبره به چهار روش قابل انجام است:

در روش اول ابتدا کالیبره **صفر** (بلوک airborne) را انجام داده و سپس به کمک یک قطعه با ضخامت معین (همجنس با سایر قطعات مورد اندازه گیری) با انجام کالیبره سرعت صوت، دستگاه را کالیبره می کنید.

در روش دوم که **دو قطعه** با ضخامت های معین موجود دارید می توانید دستگاه را به کمک ویژگی کالیبره دو نقطه ای دستگاه کالیبره کنید. گفتنی است اگر در وارد کردن اعداد، خطای فاحشی به وجود آمد، از آنجا که ممکن است عملکرد دستگاه با مشکل مواجه شود (خطای خارج رنج یا ضخامت صفر) دستگاه را مطابق دستورالعمل ۲-۹-۴ به حالت کارخانه بازیابی کنید.

در روش سوم که برای جبران خطای ناشی از انحنای موج براگشتی استفاده می گردد، با اندازه گیری ۵ نقطه که از ضخامت آن ها آگاهیم (یا با ابزاری دقیق آن ها را اندازه گیری کرده ایم) کالیبراسیون را انجام می دهیم؛ این روش دقت ضخامت سنجی را برای رنج های وسیع تر افزایش می دهد.

در روش چهارم ضخامت سنجی تنها با یک بلوک انجام می گردد.

گفتنی است اگر از پروب تحویلی اولیه دستگاه استفاده می کنید، پس از بازیابی به تنظیمات کارخانه، کالیبره صفر شما نیز تنظیم خواهد شد.

۱-۶-۲ روش کالیبره صفر و کالیبره سرعت

- **کالیبره صفر:** بعد از اینکه پروب روی بلوک تست استاندارد airborne قرار گرفت، علامت جفت شدن  بر روی

صفحه نمایش ظاهر می شود، بعد از ثابت شدن و سبز شدن عدد نشان داده شده،  را فشار دهید، ضخامت نمایش داده شده به مقدار از پیش تعیین شده 4mm تغییر می کند. سرعت صوت در این بلوک 5930m/s در نظر گرفته شده است، اگر در قطعات مورد تست سرعت صوت متفاوت از 5930m/s داشته باشند، نیاز به کالیبره سرعت صوت نیز خواهد بود.

- **کالیبره سرعت صوت:** بعد از اینکه پروب روی بلوک کالیبره خودتان که از ضخامت دقیق آن آگاهی دارید؛ قرار گرفت

و ثابت شد، علامت جفت شدن  بر روی صفحه نمایش ظاهر می شود، بعد از ثابت شدن و سبز شدن عدد نشان داده

شده،  را فشار دهید. در این مرحله مقدار ضخامت را بایستی به مقدار واقعی آن تنظیم کنید؛ کلید  یا 

جهت تنظیم مقدار ضخامت به کار می رود (هر بار فشردن کلید  پله افزایش یا کاهش را تغییر می دهد) $(0.1 <-> 0.01)$.

$(0.1 <-> 1.0)$ پس از تنظیم، جهت تایید مقدار مجدداً دکمه  را فشار دهید، مقدار سرعت صوت که در بالای صفحه نمایش داده می شود به مقدار کالیبره شده تغییر می کند.

بنابراین کالیبره به روش کالیبره صفر و سرعت صوت به طور خلاصه شامل موارد زیر است:

- پروب را روی بلوک دستگاه (airborne) قرار دهید.
- صبر کنید تا مقدار ضخامت به رنگ سبز در آید.
- دکمه  را فشار دهید؛ کالیبره صفر انجام گردید.
- پروب را روی بلوک کالیبره خودتان که ضخامت دقیق آن را می دانید قرار دهید.
- صبر کنید تا مقدار ضخامت به رنگ سبز در آید.
- دکمه  را فشار دهید.
- مقدار ضخامت را به مقدار دقیق آن تغییر دهید.
- دکمه  را بزنید تا مقدار سرعت صوت اصلاح شود؛ کالیبراسیون کامل شده است.
- اکنون می توانید ضخامت قطعات همجنس با بلوک کالیبره خودتان را اندازه گیری کنید.

۲-۶-۲ کالیبراسیون بلوک تست

در صورت وجود بلوک تست استاندارد با ضخامت و سرعت صوت مشخص، می‌توان از کالیبراسیون بلوک تست جهت کالیبره کردن تنظیم صفر دستگاه استفاده کرد. روند در ادامه آمده است:

- تنظیم سرعت صوت بلوک تست و مراحل مشخصی که در ۲-۶-۱ اشاره شد؛
- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Function" و فشار  جهت ورود به منوی Function ؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "BLK-CAL" و فشار  جهت فعال کردن عملکرد بلوک کالیبراسیون
- فشار  جهت غیرفعال کردن این عملکرد؛
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.
- بعد از اینکه پروپ روی بلوک تست استاندارد قرار گرفت، علامت جفت شدن  بر روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود، بعد از ثابت شدن عدد نشان داده شده،  را فشار دهید و حالت "adjust" و مقدار تنظیم مرحله در زیر صفحه اندازه‌گیری نمایش داده می‌شود.
- تنظیم ضخامت به ضخامت واقعی بلوک تست استاندارد با فشردن کلیدهای  یا  و تنظیم مقدار پله طبق کلید .
- با فشار  جهت تکمیل کالیبراسیون بلوک تست، دستگاه عبارت "CAL Done" را نمایش خواهد داد. عملکرد کالیبراسیون بلوک تست به طور خودکار خاموش می‌شود.
- ⚠ (توجه: اگر کالیبراسیون قابل قبول نباشد یا بخواهید قبل از اتمام، آن را متوقف کنید با فشار کلید  می‌توانید خارج شوید.)

۲-۶-۳ کالیبراسیون دو نقطه‌ای

اگر دو قطعه با ضخامت مشخص در اختیار دارید که همجنس با سایر قطعات (که قصد ضخامت‌سنجی آن‌ها را دارید) هستند، می‌توانید از این روش برای کالیبراسیون نیز استفاده کنید.

با انتخاب دو قطعه استاندارد با سرعت و جنس مشابه، بعنوان بلوک‌های تست آنالیز، که ضخامت یکی از آنها برابر یا اندکی کمتر از دیگری بوده و ضخامت بلوک دیگر خیلی نزدیک و تا جایی که امکان‌پذیر است نباید پایین‌تر از محدوده اندازه‌گیری باشد، که باعث بهبود دقت کالیبراسیون دو نقطه‌ای می‌شود. روند کار در ادامه آورده شده است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Function" و فشار  جهت ورود به منوی Function؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Two-CAL" و فشار  جهت باز کردن عملکرد کالیبراسیون دو نقطه‌ای (فشار  جهت بستن عملکرد)؛
- فشار  یا  جهت برگشت به صفحه اندازه‌گیری؛ پایین صفحه نمایش "Two-CAL" و "1" نشان داده می‌شود که بیانگر کالیبراسیون اولین نقطه (بلوک تست نازک تر) است؛
- بلوک تست نازک را اندازه‌گیری کنید (با ابزاری مانند کولیس یا میکرومتر). بعد از ثابت شدن مقدار ضخامت، کلید  را فشار دهید، حالت "adjust" در پایین صفحه نمایش پدیدار می‌شود. با کلید  یا  جهت تنظیم به مقدار استاندارد (کلید  می‌تواند پله تغییرات را تنظیم کند)، اولین نقطه با فشردن کلید  کالیبره می‌شود.
- بلوک تست ضخیم تر را اندازه بگیرید و مرحله قبل را برای کالیبره نقطه دوم تکرار کنید.
- با تکمیل فرآیند کالیبراسیون یا فشار یک یا چند کلید  از عملکرد کالیبراسیون دو نقطه‌ای خارج شده و دستگاه به حالت استاندارد اندازه‌گیری ضخامت برمی‌گردد.

۲-۶-۴ کالیبراسیون پنج نقطه‌ای Vpath Correction

ویرایش V-Path یا تصحیح V-Path، یک تکنیک استفاده شده در دستگاه‌های اندازه‌گیری غیرمخرب (NDT) با استفاده از امواج فراصوتی برای جبران عدم دقت‌های ایجاد شده ناشی از انحنای موج در نمونه مورد آزمایش است.

در دستگاه‌های اندازه‌گیری غیرمخرب آلتراسونیک، امواج صوتی از یک ترانسدیوسر (پراب) به نمونه فرستاده شده، از بدنه ماده مورد آزمایش عبور کرده و به پراب برمی‌گردند. زمانی که امواج صوتی با مرز

بین دو ماده مختلف یا با دیوار پشتی ماده برخورد می کنند، به سمت سنسور بازتاب می شوند. با داشتن فاصله زمانی بین ارسال سیگنال و دریافت موج مربوطه، ضخامت و فاصله تا آن سطح قابل محاسبه خواهد بود.

با این حال، هنگام اندازه گیری روی سطوح، امواج صوتی ممکن است به جای حرکت در خط مستقیم، در مسیری منحنی یا زاویه دار حرکت کنند. این موضوع می تواند منجر به اندازه گیری های نادقیق ضخامت شود زیرا محاسبات زمان پرواز بر اساس مسیر خطی فرض شده انجام می شود.

تصحیح V-Path یک روش استفاده شده برای جبران تأثیر سطوح منحنی (ناهموار) یا زاویه دار است. این تصحیح عمده با تنظیم پارامترهای دستگاه اندازه گیری فراصوتی براساس زاویه یا منحنی سطح آزمایشی انجام می شود. دستگاه اندازه گیری با استفاده از یک تصحیح ریاضی، اندازه گیری زمان پرواز (TOF) را تصحیح می کند تا مسیر غیرخطی را در نظر بگیرد.

با استفاده از تصحیح V-Path، دستگاه اندازه گیری غیرمخرب می تواند اندازه گیری های دقیق تری را ارائه دهد و به جبران انحرافات ناشی از انحنای موج دریافتی کمک کند. این تصحیح در اندازه گیری دقیق ضخامت بسیار مهم است، به خصوص در برنامه هایی که بدست آوردن مقادیر دقیق ضخامت حیاتی است مانند بازرسی های صنعتی یا ارزیابی سلامتی مواد.

برای شروع عملیات کالیبراسیون پنج نقطه ای مراحل زیر را طی کنید:

۱. فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
۲. فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Probe" و فشار  جهت ورود به منوی Probe؛
۳. فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Probe-CAL" و فشار  جهت باز کردن عملکرد کالیبراسیون
- Vpath (فشار  جهت بستن عملکرد)؛
۴. فشار  یا  جهت برگشت به صفحه اندازه گیری؛ پایین صفحه نمایش "Vpath-CAL" و "1" نشان داده می شود که بیانگر کالیبراسیون اولین نقطه (نازک ترین پله از بلوک کالیبره پله ای) است؛
۵. بلوک تست نازک را اندازه گیری کنید. بعد از ثابت شدن مقدار ضخامت، کلید  را فشار دهید، حالت "adjust" در پایین صفحه نمایش پدیدار می شود. با کلید  یا  جهت تنظیم به مقدار استاندارد (کلید  می تواند پله تغییرات را تنظیم کند)، اولین نقطه با فشردن کلید  کالیبره می شود.
۶. مرحله ۵ را مجدداً و ۴ بار دیگر برای پله های دیگر (یا ضخامت های متفاوت از یک جنس ماده) به ترتیب تا بیشترین ضخامت تکرار فرمایید.

۵-۶-۲ کالیبراسیون صفر

با هر بار تعویض پروب، تعویض باتری، تغییرات بالای دمای محیط یا در صورت رویداد انحراف اندازه‌گیری، عملیات کالیبراسیون باید مجدد انجام شود. این مرحله برای اطمینان از صحت اندازه‌گیری بسیار مهم است. توصیه می‌شود بعد از هر بار روشن کردن دستگاه، این روند انجام شود که در ادامه توضیح شده است:

- تنظیم سرعت فعلی ماده به مقدار 5930 m/s ؛
- با قرار دادن پروب روی بلوک تست airborne، علامت جفت شدن  بر روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود، سپس عدد نمایش داده شده ثابت و سبز می‌شود. در صورتی که کالیبراسیون قابل قبول نباشد، می‌توان این مرحله را تکرار کرد. سپس بعد از این مرحله کلید  را فشار داده و کالیبراسیون انجام می‌شود و پیام CAL DONE نمایش داده می‌شود
- در صورتی که پروب روی بلوک تست قرار داده شده اما پیام "Out of range" ظاهر شد، ممکن است این حالت به دلیل اشتباهات رخ داده در کالیبراسیون قبلی باشد که می‌توان آن را نادیده گرفت سپس کالیبراسیون هم می‌تواند با فشردن کلید  انجام شود و سپس این مرحله برای تنظیم مناسب دوباره تکرار می‌شود. همچنین می‌توان تنظیمات کارخانه را بازیابی و پارامترها را بازنشانی کرد.

۶-۶-۲ کالیبراسیون سرعت

روش جدیدی به منظور کالیبراسیون و سنجش سرعت به این نسخه اضافه شد. در این روش ابتدا باید از کالیبراسیون ۴ میلی متری (بلوک روی دستگاه) برای سنجش صحیح و دقیق Probe Delay استفاده کنیم و پس از تعیین آن پراب را روی قطعه با ضخامت مشخص قرار می‌دهیم. برای قطعه مورد نظر ضخامت از پیش معلوم است اما سرعت صوت در قطعه مورد نظر و سایر پارامترها بجز Probe Delay تعیین نشده است. با قرار دادن پروب بر روی قطعه مورد نظر و زدن دکمه کالیبراسیون برای TOF محاسبه شده، ضخامت از پیش تعیین شده را برای ضخامت قطعه را وارد می‌کنیم. سپس با زدن دوباره دکمه کالیبراسیون، سرعت صوت برای قطعه مورد نظر بر اساس پارامترهای TOF محاسبه شده، Prob delay، ضخامت مشخص شده سرعت صوت در قطعه محاسبه می‌شود.

برای اندازه‌گیری ضخامت قطعات با جنس متفاوت، بایستی سرعت صوت را برای آن جنس تنظیم کنید، علاوه بر امکان تنظیم دستی سرعت، این دستگاه می‌تواند با توجه به شرایط دمایی فعلی و به کمک بلوک کالیبره‌ای از آن جنس که ضخامت دقیق آن را می‌دانید، سرعت صوت در قطعه را کالیبره کند. این کالیبره شامل موارد زیر خواهد بود:

- بعد از اینکه پروب روی بلوک مورد نظرتان قرار گرفت، علامت جفت شدن  بر روی صفحه نمایش ظاهر می‌شود، بعد از ثابت شدن و سبز شدن عدد نشان داده شده،  را فشار دهید.
- در این مرحله مقدار ضخامت را بایستی به مقدار واقعی آن تنظیم کنید؛ کلید  یا  جهت تنظیم مقدار ضخامت به‌کار می‌رود (هر بار فشردن کلید  پله افزایش یا کاهش را تغییر می‌دهد)، پس از تنظیم جهت تایید مقدار مجدداً دکمه  را فشار دهید.
- مقدار سرعت صوت که در بالای صفحه نمایش داده می‌شود به مقدار جدید کالیبره شده تغییر می‌کند.

۷-۲ تنظیمات اولیه دستگاه

۱-۷-۲ تنظیم فرکانس پروب

کاربر باید پارامتر فرکانس را طبق فرکانس پروب تنظیم کند:

- فشار  جهت وارد شدن به منوی اصلی؛
 - فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "DETECTION" و فشار  جهت ورود به منوی DETECTION؛
 - فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Probe"؛
 - فشار  یا  جهت انتخاب فرکانس مورد نیاز پروب؛
 - فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.
- (توجه: بعد از تغییر فرکانس پروب، احتیاج به کالیبره مجدد است.)

۲-۷-۲ تنظیم سرعت

سرعت پیش فرض دستگاه، سرعت صوت در استیل (5930m/s) است و مقدار این سرعت توسط کاربر قابل تنظیم است. در این دستگاه مقادیر سرعت صوت برای ۱۹ ماده مختلف از جمله فولاد، آلومینیم، مس، آهن و سرعت صوت سفارشی ارائه می شود. روند این مرحله در ادامه آورده شده است:

روش انجام : انتخاب منوی رابط و تنظیم سرعت صوت:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی ؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "DETECTION" و فشار  جهت ورود به منوی DETECTION ؛



شکل ۴- منوی detection

- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Velocity" و فشار  جهت ورود به منوی Velocity؛
- فشار  یا  می تواند ماده مورد نیاز برای سرعت صوت را انتخاب کند؛
- فشار  یا  می تواند سرعت صوت ماده فعلی را تنظیم کند، فشار  می تواند پله تغییرات را تنظیم کند؛
- در صورت نبود سرعت صوت ماده مورد نیاز، آیتم "Custom" را می توان برای سفارشی سازی سرعت صوت مورد نیاز انتخاب کرد؛
- فشار  یا  جهت بازگشت به به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۳-۷-۲ تنظیم محدوده اندازه گیری ضخامت

این دستگاه دارای عملکرد آلارم است. در صورتی که ضخامت قطعه بیشتر از ضخامت قابل اندازه گیری دستگاه باشد، پیام "Out of range" در صفحه نمایش نشان داده می شود. رنج پیش فرض اندازه گیری دستگاه، $2.00mm \sim 300.00mm$ است. روند مربوطه در ادامه آمده است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "DETECTION" و فشار  جهت ورود به منوی DETECTION؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Maximum" یا "Minimum"، فشار  یا  می تواند محدودیت های بالایی و پایینی اندازه گیری را تنظیم کند (محدوده تنظیم $0.75 \sim 300.00mm$ است).
- فشار  یا  جهت بازگشت به به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۴-۷-۲ تنظیم دقت اندازه گیری

دستگاه دارای دو نوع دقت اندازه گیری صفحه نمایش است، بالا $(0.01mm)$ و پایین $(0.1mm)$ ، که از طریق منو انتخاب می شود، عملکرد مشخص در ادامه آمده است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "DETECTION" و فشار  جهت ورود به منوی DETECTION؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Accuracy" و فشار  یا  برای تغییر؛
- فشار  یا  جهت بازگشت به به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۵-۷-۲ تبدیل واحد

این دستگاه شامل دو نوع واحد اندازه گیری متریک و British است، که از طریق منو انتخاب می شود و در ادامه توضیح داده شده است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "DETECTION" و فشار  جهت ورود به منوی DETECTION؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "Unit" و فشار  یا  برای تغییر؛
- mm: سیستم متریک، واحد ضخامت mm است، واحد سرعت صوت m / s است؛

- In: سیستم British، واحد ضخامت mm است، واحد سرعت صوت in / us است.
- فشار  یا  جهت بازگشت به به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۸-۷-۲ اندازه گیری ضخامت

اندازه گیری ضخامت را می توان زمانی انجام داد که فرکانس پروب، سرعت صوت ماده، تعیین بازه ضخامت و کالیبراسیون درست باشند. ماده کوپلینگ به محل اندازه گیری شده اعمال می شود و پروب با قطعه مورد تست جفت می شود. صفحه نمایش، ضخامت قطعه را نشان می دهد.



۹-۷-۲ تنظیمات مربوط به اخطار بازه ضخامت

- فشار جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار یا جهت انتخاب آیتم "DETECTION" و فشار جهت ورود به منوی DETECTION؛
- فشار یا جهت انتخاب آیتم "Beep Alarm" و فشار یا برای روشن و یا خاموش کردن Alarm؛
- فشار یا جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

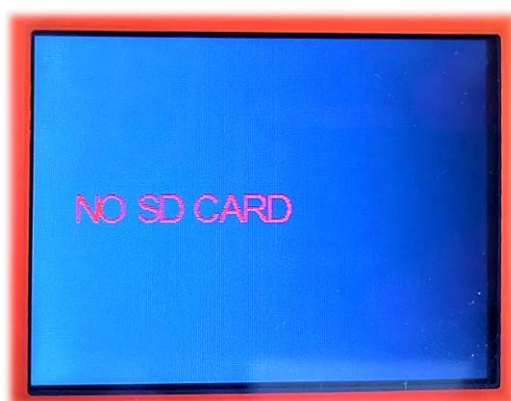
۸-۲ تنظیمات عملکرد

۱-۸-۲ حالت B-scan

دستگاه قابلیت نمایش جانبی قطعه را به شکل نمودار B-scan دارد. با توجه به طول قطعه و سرعت تست آن می‌توانید طول نمایش B-scan را تنظیم کنید. همچنین حد بالا و پایین محور عمودی B-scan نیز قابل تنظیم است. جابجایی بین نمایش این نمودار با صفحه اصلی ضخامت‌سنجی به راحتی و با زدن دکمه زدن قابل انجام است. رسم نمودار تا آنجا که به انتهای محور افقی برسیم ادامه پیدا کرده و متوقف می‌شود.



پس از پایان ترسیم نمودار و در صورت حضور کارت SD، با فشردن کلید  نمودار B-scan روی کارت SD ذخیره می‌شود و نام فایل در پایین صفحه نمایش داده می‌شود. در صورت عدم حضور کارت SD هنگام ذخیره‌سازی مانند تصویر ۵ پیغام "NO SD CARD" در پایین صفحه ظاهر می‌شود.



شکل ۵- پیام دستگاه در صورت عدم حضور کارت SD

دستگاه تا ۲۰ نمودار را می‌تواند ذخیره کند؛ اگر هر ۲۰ نمودار ذخیره شده باشد، با پیغام "NO SPACE" مواجه خواهید شد. برای ایجاد فضا طبق دستورالعمل ۲-۱۰-۴ بایستی حداقل یکی از فایل‌ها را پاک کنید. همچنین برای مشاهده مجدد نمودارهای ذخیره شده طبق دستورالعمل ۲-۱۰-۲ اقدام کنید.



شکل ۶- تصویری از B-scan بلوک ۵ پله

در حین یا پایان رسم B-scan با فشردن دکمه  نمودار از نو ترسیم می شود. با فشردن دکمه  دستگاه به حالت عادی ضخامت سنجی باز می گردد. نحوه اعمال تنظیمات B-scan از قرار زیر است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Function" و فشار  جهت ورود به منوی Function؛



شکل ۷- منوی function

تنظیمات نمایش نمودار Bscan

- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "B-scan" و فشار  جهت ورود به تنظیمات؛
- تنظیم طول نمودار: فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Bscan-Len" و فشار  یا  جهت انتخاب بین ۱۰ تا ۶۰ ثانیه؛
- تنظیم حد بالا محور عمودی: فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Bscan-Max" و فشار  یا  جهت تنظیم مقدار حد بالای محور عمودی، همچنین فشار  می تواند پله تغییرات را تنظیم کند؛
- تنظیم حد پایین محور عمودی: فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Bscan-Min" و فشار  یا  جهت تنظیم مقدار حد پایین محور عمودی، همچنین فشار  می تواند پله تغییرات را تنظیم کند؛
- پس از پایان تنظیمات با فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۲-۸-۲ حالت Scan

بعد از روشن کردن حالت اسکن، هنگامی که پروب روی قطعه قرار می‌گیرد و آن را حرکت می‌دهیم، کمترین و بیشترین مقدار ضخامت نمایش داده می‌شود. روند کار در ادامه آمده است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Function" و فشار  جهت ورود به منوی Function؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Scan-Mode" و فشار  جهت فعال کردن (فشار  جهت غیر فعال کردن)؛
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.
- ماده کوپلینگ روی قطعه تحت تست اعمال می‌شود، پروب و قطعه با هم جفت می‌شوند، صفحه نمایش حداقل و حداکثر ضخامت قطعه مورد اندازه‌گیری را نشان می‌دهد.
- در صفحه اصلی اندازه‌گیری، می‌توانید مستقیماً کلید  را برای خروج از Scan-Mode فشار دهید، همچنین می‌توانید این عملکرد را در منو خاموش کنید.

۳-۸-۲ اندازه‌گیری سرعت صوت

با یک بلوک با ضخامت مشخص می‌توان سرعت صوت یک قطعه را اندازه گرفت. روند کار در ادامه آمده است:

- اندازه‌گیری ضخامت بلوک تست با استفاده از کولیس درجه‌بندی شده یا میکرومتر؛
- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Function" و فشار  جهت ورود به منوی Function؛
- انتخاب آیتم "VEL-CAL" با کمک  یا  در منوی تنظیمات "Function"، کلید  را جهت فعال کردن عملیات اندازه‌گیری سرعت صوت و کلید  را جهت برگشت به صفحه اندازه‌گیری فشار دهید.
- پروب را بلوک دارای ضخامت مشخص قرار داده و پس از ثابت شدن ضخامت، کلید  را فشار دهید سپس پیام "adjust" در قسمت پایین صفحه نمایش نشان داده می‌شود.
- تنظیم مقدار واقعی ضخامت با کمک کلید  یا  و تنظیم پله تغییرات با زدن کلید  انجام می‌شود.
- اندازه‌گیری سرعت صوت با زدن کلید  کامل می‌شود. سپس پیام "completed" و سرعت صوت فعلی در محل بالای صفحه نمایش تغییر می‌کند. این سرعت به عنوان سرعت صوت قطعه استفاده می‌شود.
- فشردن کلید  یا  جهت خروج از عملیات اندازه‌گیری سرعت صوت یا بستن عملیات در منوی اصلی.

⚠ توجه:

- (۱) در صورتی که این عملکرد قابل قبول نبود یا بخواهید در حین کار، عملیات را متوقف کنید، می‌توانید با کلید  خارج شوید. جهت اندازه‌گیری مجدد، باید از مرحله سوم شروع کنید.
- (۲) جهت اندازه‌گیری سرعت صوت، باید یک بلوک تست با ضخامت کافی انتخاب شود. حداقل ضخامت توصیه شده نیز ۲۰ میلی‌متر است.
- (۳) تنها می‌توان از یکی از عملگرهای کالیبراسیون بلوک تست (کالیبراسیون دو نقطه‌ای، اندازه‌گیری سرعت صوت، عملکرد سه‌گانه) در یک زمان استفاده کرد. در واقع در صورت استفاده از یک عملگر، باید عملکرد قبلی متوقف شود.

۹-۲ تنظیمات سیستم

در این بخش به تنظیماتی که در منوی SYSTEM وجود دارد مورد به مورد اشاره شده و کاربرد هرکدام توضیح داده شده است:

۹-۲-۱ تنظیم روشنایی

روشنایی صفحه نمایش شامل ۵ حالت می شود، با توجه به شرایط استفاده از دستگاه تنظیم می شود، در نور عادی جهت کاهش مصرف و طول عمر باتری، آن را روی کمترین حالت ممکن قرار دهید. روند تنظیم نور نمایشگر به شرح زیر است:

روش اول:

- در صفحه اندازمگیری در غیاب هرگونه عملکرد باز مستقیماً کلید  را برای تغییر روشنایی به کار می رود.

روش دوم:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "SYSTEM" و فشار  جهت ورود به منوی SYSTEM؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Brightness" و فشار  یا  جهت تنظیم؛
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.



شکل ۸- منوی سیستم

۲-۹-۲ تنظیم خاموش شدن خودکار

در یک دوره زمانی معین، در صورتی که ضخامت سنجی انجام نشده و دکمه‌ای زده نشود؛ جهت حفظ ظرفیت باتری، دستگاه به طور خودکار خاموش می‌شود. البته پارامترهای مربوطه به طور خودکار ذخیره می‌شوند و بعد از روشن شدن دستگاه قابل استفاده هستند. همچنین می‌توان زمان خواب دستگاه را تنظیم کرد، روند کار به شرح زیر است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "SYSTEM" و فشار  جهت ورود به منوی SYSTEM ؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "Power Off" و فشار  یا  برای تغییر (۱ دقیقه تا ۵ دقیقه)؛
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۳-۹-۲ قالب رنگی صفحه نمایش

کاربران می‌توانند رنگ صفحه نمایش (سیاه، سبز، آبی، مشکی و سفید) را طبق اولویت خودشان تغییر دهند، روند کار به شرح زیر است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "SYSTEM" و فشار  جهت ورود به منوی SYSTEM ؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "Color Sch" و فشار  یا  برای تغییر؛
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۴-۹-۲ تنظیمات بازیابی

در صورت انجام بازیابی تنظیمات دستگاه، تمام پارامترها و تنظیمات سیستم به حالت پیش فرض کارخانه، بازیابی می شوند. این ویژگی به خصوص وقتی در فرایند کالیبره و وارد کردن اعداد، خطای انسانی رخ دهد، کاربرد دارد. روند کار به شرح زیر است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "SYSTEM" و فشار  جهت ورود به منوی SYSTEM ؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "Reset Sys"، فشار  و سپس تایید با فشردن مجدد  جهت اجرای این عملکرد، تا پایان فرایند منتظر بمانید. فشار  جهت خروج از این عملکرد؛
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۵-۹-۲ تنظیم صدای صفحه کلید

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "SYSTEM" و فشار  جهت ورود به منوی SYSTEM ؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "Key Alarm" و فشار  یا  برای فعال یا غیر فعال کردن صدای فشردن کلیدها؛
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

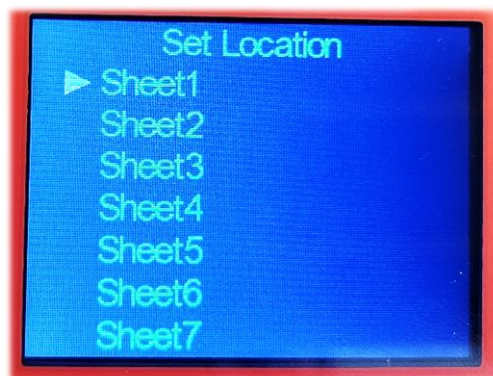
۶-۹-۲ اطلاع از شماره سریال و سری دستگاه

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "SYSTEM" و فشار  جهت ورود به منوی SYSTEM ؛
- شماره سری دستگاه در مقابل آیتم "sw vers" و شماره سریال دستگاه در مقابل آیتم "series ID" درج شده است.
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۱۰-۲ مدیریت فایل

۱-۱۰-۲ ذخیره مقدار ضخامت در دستگاه

دستگاه ضخامت سنج دارای قابلیت ذخیره مقادیر ضخامت های اندازه گیری شده است. برای این منظور، در حافظه داخلی دستگاه ۲۰ پوشه دارای ۷ جدول با ۲۱ ردیف در نظر گرفته شده است.



شکل ۹- تصویری ذخیره سازی جداول

برای اطمینان بیشتر در هر ردیف ۴ مقدار ضخامت برای یک اندازه گیری در نظر گرفته شده است. این جداول می توانند به صورت فایل در داخل کارت SD ذخیره شوند.

روش اول: ذخیره سازی مقدار ضخامت

- بعد از فرآیند اندازه گیری، ضخامت نرمال صفحه نمایش، کلید  را جهت ورود به عملکرد ذخیره فشار دهید؛
- فشار کلید  یا  جهت انتخاب یک جدول برای ذخیره از هفت جدول موجود؛
- فشار  یا  برای تنظیم موقعیت مکان نما سپس دکمه  را فشار دهید، صفحه نمایش پیام "save:<address>" را نشان می دهد؛
- پیام "save:<address>" در قسمت پایین سمت راست صفحه نمایش، بیانگر این است که عملکرد ذخیره سازی در حال حاضر فعال است. با فشردن کلید  ضخامت در آدرس فعلی ذخیره شده و محل ذخیره بعدی به طور خودکار به ستون بعدی منتقل می شود. با فشردن متوالی دکمه  فرآیند ذخیره سازی در آدرس جدید ادامه پیدا می کند.
- اگر می خواهید جدول ذخیره سازی را تغییر دهید، می توانید عملکرد ذخیره را غیرفعال کنید، مجدداً از مرحله اول شروع کنید.
- برای خاموش کردن عملکرد ذخیره سازی، کلید  را فشار دهید، در این حالت پیام "save:<address>" در سمت راست پایین صفحه ناپدید می شود.

روش دوم:

- بعد از فرآیند اندازه گیری، ضخامت نرمال صفحه نمایش، فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "MEMO" و فشار  جهت ورود به آن؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم "sheets" و فشار  جهت ورود به آن؛
- فشار کلید  یا  جهت انتخاب یک جدول برای ذخیره از هفت جدول موجود؛



	1	2	3	4
A	0.00	0.00	0.00	0.00
B	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00
D	0.00	0.00	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00
F	0.00	0.00	0.00	0.00
G	0.00	0.00	0.00	0.00

شکل ۱۰- جدول sheet1 جهت انتخاب و ذخیره اندازه ها

- فشار  یا  برای تنظیم موقعیت مکان نما سپس دکمه  را فشار دهید، صفحه نمایش پیام "save:<address>" را نشان می دهد؛
- پیام "save:<address>" در قسمت پایین سمت راست صفحه نمایش، بیانگر این است که عملکرد ذخیره سازی در حال حاضر فعال است. با فشردن کلید  ضخامت در آدرس فعلی ذخیره شده و محل ذخیره بعدی به طور خودکار به ستون بعدی منتقل می شود. با فشردن متوالی دکمه  فرآیند ذخیره سازی در آدرس جدید ادامه پیدا می کند.
- اگر می خواهید جدول ذخیره سازی را تغییر دهید، می توانید عملکرد ذخیره را غیرفعال کنید، مجدداً از مرحله اول شروع کنید.
- برای خاموش کردن عملکرد ذخیره سازی، کلید  را فشار دهید، در این حالت پیام "save:<address>" در سمت راست پایین صفحه ناپدید می شود.

۲-۱۰-۲ مشاهده نمودارهای B-scan ذخیره شده

دستگاه ضخامت سنج قابلیت ذخیره ۷ نمودار B-scan در SD CARD را دارد. پس از ذخیره این نمودارها مطابق دستورالعمل بخش ۲-۸-۱، شما می‌توانید نمودار Bscan مورد نظر را برای مشاهده انتخاب کنید. روند کار به شرح زیر است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "MEMO" و فشار  جهت ورود به فهرست ذخیره فایل؛



شکل ۱۱- منوی memo جهت کار با داده‌ها

- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "Bscan Files" و فشار  جهت ورود به آن؛
- در صورتی که دستگاه نتواند کارت حافظه را شناسایی کند، مشابه شکل ۵ پیام "NO SD CARD" ظاهر می‌شود؛
- در غیر این صورت فشار  یا  جهت انتخاب فایلی که شما می‌خواهید مشاهده کنید، با فشردن کلید  فایل باز می‌شود.
- با فشار  یا  می‌توانید یکی از هفت نمودار Bscan ذخیره شده در SD Card را انتخاب و سپس با فشار  نمودار انتخاب شده باز شده و مشاهده می‌کنید.
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۳-۱۰-۲ انتقال فایل‌های موجود در دستگاه به SD Card

دستگاه ضخامت‌سنج دارای قابلیت ذخیره مقادیر ضخامت‌های اندازه‌گیری شده است. برای این منظور، در حافظه داخلی دستگاه ۷ جدول با ۲۱ ردیف در نظر گرفته شده است. که قابلیت انتقال این جداول به SD CARD نیز وجود دارد. روند کار به شرح زیر است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "MEMO" و فشار  جهت ورود به فهرست ذخیره فایل؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "Upload" و فشار  جهت ورود به آن؛
- در صورتی که دستگاه نتواند کارت حافظه را شناسایی کند، مشابه شکل ۵ پیام "NO SD CARD" ظاهر می‌شود؛
- در غیر این صورت تمامی اطلاعاتی که در هفت جدول تعریف شده در دستگاه وجود دارد به SD Card منتقل می‌شود.
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۴-۱۰-۲ حذف نمودارهای B-scan

در این ضخامت‌سنج همچنین قابلیت حذف نمودارهای Bscan ذخیره شده در SD Card نیز وجود دارد. مجموعاً ۷ نمودار در SD Card ذخیره می‌شود که اگر بیشتر از این مقدار بخواهید ذخیره کنید، باید نمودارهای قبلی را حذف کنید. بدین منظور روند کار به شرح زیر است:

- فشار  جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "MEMO" و فشار  جهت ورود به فهرست ذخیره فایل؛
- فشار  یا  جهت انتخاب آیتم منوی "Bscan Files" و فشار  جهت ورود به آن؛
- در صورتی که دستگاه نتواند کارت حافظه را شناسایی کند، پیام "NO SD CARD" ظاهر می‌شود؛
- در غیر این صورت با فشار  یا  جهت انتخاب فایلی که شما می‌خواهید حذف کنید، با فشردن  کلید
- پیام "DEL ESC" نمایش داده شده و سپس برای تأیید حذف کلید  و برای انصراف از حذف کلید  را فشار دهید.
- فشار  یا  جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

۵-۱۰-۲ انتقال فایل های ذخیره شده به کامپیوتر

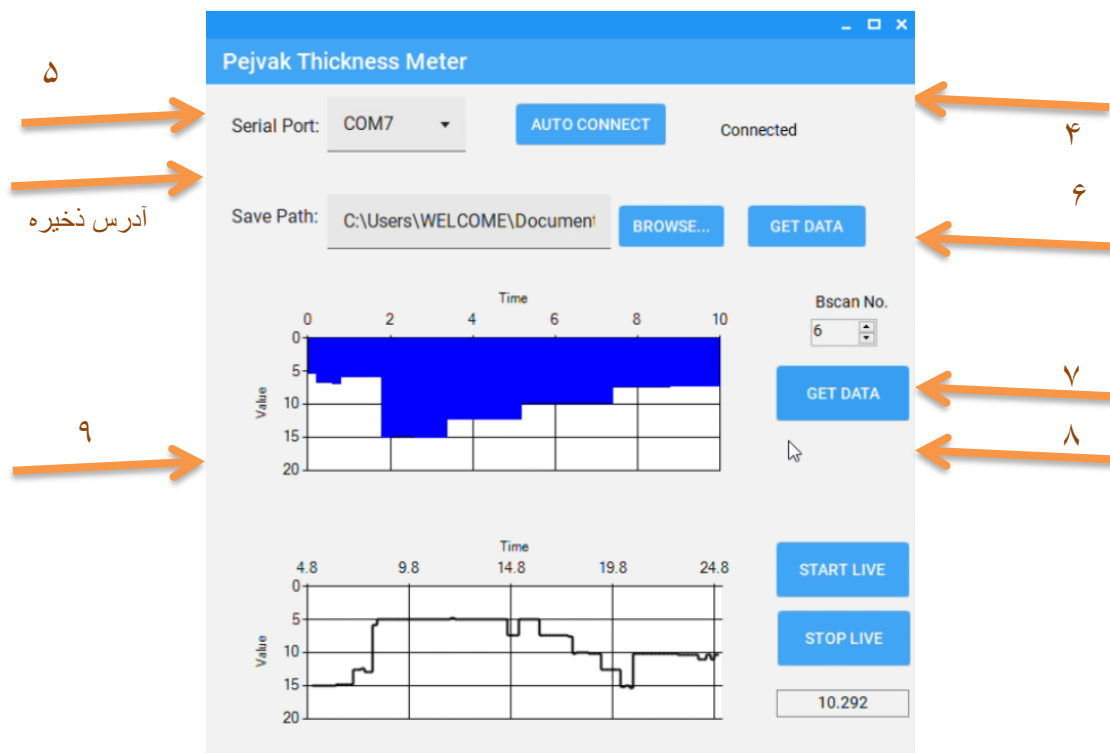
فایل های ذخیره شده در حافظه micro SD شامل ۷ نمودار B-Scan و ۷ سری فایل ضخامت های ذخیره شده می- باشد که برای این کار می-توانید از نرم افزار Pejvak استفاده کنید.

طریقه کار با نرم افزار:

- ۱- قرار دادن CD
 - ۲- نصب برنامه
 - ۳- اتصال کابل usb
- درپوش پلاستیکی سمت راست دستگاه را از بالا بردارید.
 - کابل microUSB را متصل کنید.



شکل ۱۲- اتصال کابل U/SB برای انتقال داده ها به کامپیوتر



شکل ۱۳- اجزای نرم افزار

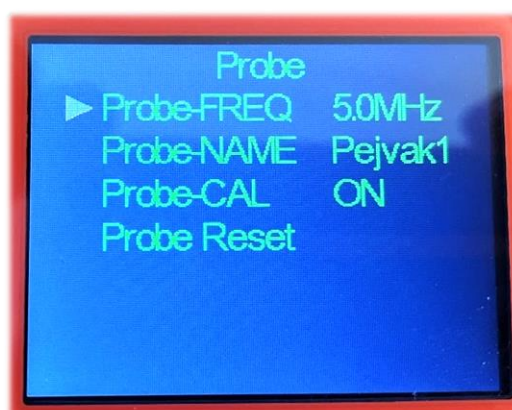
- ۴- انتقال داده‌ها : با انتخاب این گزینه فایل های ضخامت ها و Bscan های ذخیره شده در آدرس ذخیره کپی می شوند.
- ۵- انتخاب پورت کابل متصل شده به کامپیوتر بصورت دستی یا خودکار.
- ۶- نمایش یک فایل Bscan ذخیره شده در دستگاه: پس از انتخاب شماره فایل Bscan با انتخاب گزینه Get Data فایل مربوطه مستقیماً در کامپیوتر نمایش داده می‌شود.
- ۷- شروع اسکن مستقیم (live Scan): برای اسکن مستقیم در کامپیوتر نیاز است تا:
 - با فشردن دکمه ی  وارد مد Bscan شوید.
 - با شروع اسکن بر روی سطح تست، همزمان با نمایشگر دستگاه ضخامت سنج، در نرم افزار Pejvak Thickness Meter نیز نمودار مانند شکل پایین به نمایش در می آید.
 - تفاوتی که دارد این اسکن محدودیت اندازه (طول اسکن) نداشته و زمان سپری شده را نیز نمایش خواهد داد.
- ۸- توقف نمونه گیری و نمایش اسکن در کامپیوتر.
- ۹- نمودار نمایشگر مقدار ضخامت بر حسب زمان که بطور مستمر از دستگاه در حال دریافت داده می‌باشد. این نمودار ارتباطی بافایل Bscan بازخوانی شده از دستگاه(نمودار آبی رنگ) ندارد.

۱۱-۲ تنظیمات ذخیره کالیبراسیون پروب

این بخش به شما این قابلیت را می‌دهد که فقط یکبار مقادیر لازم برای کالیبراسیون هر تعداد پروب را ذخیره کنید و از آن استفاده نمایید.

۱-۱۱-۲ انتخاب پروب قبلی

بطور پیش‌فرض همراه با دستگاه پروبی تحویل مشتری می‌گردد که تنظیمات کالیبراسیون آن نیز رو منوی پروب‌ها وجود دارد.



شکل ۱۴- منوی پروب

۲-۱۱-۲ افزودن اطلاعات پروب جدید

- فشار جهت ورود به منوی اصلی؛
- فشار یا جهت انتخاب آیتم "PROBE" و فشار جهت ورود به منوی probe؛
- فشار یا جهت انتخاب خصوصیات پروب و فشار یا برای تغییر نام، فرکانس، reset (بازگشت به حالت اولیه) یا فعالسازی حالت کالیبراسیون؛
- فشار یا جهت برگشت به منوهای قبل و صفحه اصلی.

فصل ۳

نکات استفاده از دستگاه

توجه:

- ⚠️ دستگاه THP601 جهت استفاده در عیب‌یابی غیرمخرب در صنایع و مواد کاربردی به‌کار می‌رود.
- ⚠️ از استفاده برای مقاصد غیر از موارد ذکر شده و موارد غیرعادی خودداری کنید.
- ⚠️ به هیچ وجه برای تست روی بدن انسان یا جانداران نباید استفاده شود.
- ⚠️ دستگاه THP601 فاقد هرگونه قسمتی است که توسط کاربر بطور فیزیکی قابل تنظیم باشد. بنابراین از هرگونه دستکاری در آن خودداری فرمایید. این کار ممکن است باعث ابطال ضمانت دستگاه شود.

۳-۱ تکنیک اندازه گیری

۳-۱-۱ تمیز کردن سطوح

قبل از اندازه گیری، باید تمام گرد و غبار، زنگ زدگی و سایر ضایعات از روی سطح قطعه اندازه گیری برداشته شود.

۳-۱-۲ زبری سطوح

سطوح بسیار زبر در محل اندازه گیری ممکن است باعث ایجاد خطا شود. قبل از اندازه گیری سطح قطعه را صاف کنید، برای این کار می توانید از سنگ زنی و سایر روش ها و همچنین از کوپلینگ با ویسکوزیته بالا استفاده کنید.

۳-۱-۳ سطوح استوانه ای

برای اندازه گیری قطعات استوانه ای، مانند لوله ها، پیل های روغن و غیره، پروب، کوپلینگ و قطعه اندازه گیری شده، به صورت موازی یا عمودی در جهت محور قطعه قرار دهید. حال پروب را به آرامی تکان دهید، اعداد روی صفحه نمایش به طور مرتب شروع به تغییر می کند، حداقل مقدار خوانده شده را به عنوان ضخامت دقیق قطعه انتخاب کنید.

۳-۱-۴ سطح غیر موازی

برای به دست آوردن پاسخ مطمئن بخش آلتراسونیک، سطح دیگر ماده اندازه گیری باید موازی یا کواکسیال با سطح مورد نظر باشد، در غیر این صورت باعث ایجاد خطای اندازه گیری می شود و یا اینکه اصلاً نمی توان مقدار آن را قرائت کرد.

۳-۱-۵ دمای قطعه

ضخامت قطعه و سرعت موج آلتراسونیک تحت تأثیر دما قرار می گیرد، اگر دقت اندازه گیری بالا باشد، می توانید از روش کنترل است بلوک تست و همان بلوک تست ماده در شرایط دمایی یکسان استفاده کنید و ضریب جبران دما را بدست آورید، از این فاکتور برای تصحیح مقدار اندازه گیری شده قطعه اندازه گیری استفاده کنید.

۳-۱-۶ قطعات با پراکندگی ذرات بالا

برخی از الیاف، ذرات متخلخل و درشت، باعث پراکندگی زیاد و تضعیف امواج آلتراسونیک و منجر به قرائت غیرطبیعی یا حتی عدم خواندن (معمولاً کمتر از ضخامت واقعی) می شود، در این صورت نمی توان از این شکل موج جهت محاسبه ضخامت قطعه استفاده کرد.

۲-۳ بلوک مرجع

برای تست دقیق انواع قطعات تحت شرایط مختلف، در صورتی که جنس بلوک تست کالیبراسیون مشابه جنس قطعه اندازه گیری باشد، دقت اندازه گیری بیشتر می شود. بلوک مرجع ایده آل، مجموعه ای از قطعات با ضخامت های متفاوت برای اندازه گیری خواهد بود. این قطعات می توانند عوامل تصحیح جبران ساز دستگاه (مانند ساختار ریز ماده، شرایط عملیات حرارتی، جهت گیری ذرات، زبری سطح و غیره) را ارائه دهد. جهت داشتن حداکثر دقت اندازه گیری، وجود مجموعه ای از بلوک های مرجع مهم خواهد بود. در صورتی که بلوک تست مرجع، جنس و ضخامت مشابهی با قطعه مورد اندازه گیری داشته باشد، می توان دقت اندازه گیری مد نظر را به دست آورد. اندازه گیری یکنواخت مواد اندازه گیری شده با کولیس را می توان به عنوان بلوک تست استفاده کرد.

برای قطعات باریکی که ضخامت آنها به حد اندازه گیری پروب نزدیک باشد، می توان از یک بلوک تست برای تعیین دقیق حد پایین استفاده کرد. قطعات با ضخامت پایین تر از حد اندازه گیری ضخامت سنج را اندازه گیری نکنید. در صورتی که بتوان محدوده ضخامت را تخمین زد، ضخامت بلوک تست باید بالاتر از حد انتخاب شود. در صورتی که قطعه مورد اندازه گیری ضخیم باشد، باید قطعه تست مشابه با قطعه اندازه گیری انتخاب شود تا کالیبراسیون دقیقی انجام شود. به منظور حل این مشکل، بلوک تست باید از نظر ساختار داخلی، با قطعه اندازه گیری یکسان باشد، به عبارت دیگر جهت انتشار امواج صوتی باید هم جهت با قطعه مورد اندازه گیری باشد.

گاهی اوقات به جای بلوک مرجع می توان از اندازه گیری سرعت صوت داخل قطعه مشخص استفاده کرد، که به عنوان تقریبی از بلوک مرجع است. در برخی موارد، به دلیل شرایط فیزیکی و شیمیایی، مقداری که در جدول سرعت صوتی وجود دارد با مقدار اندازه گیری شده متفاوت است. این روش اغلب برای اندازه گیری فولاد با کربن کم استفاده می شود. از آنجا که دستگاه ضخامت سنج آلتراسونیک قادر به اندازه گیری سرعت صوت است، می توان با داشتن سرعت صوت قطعه مورد نظر، ضخامت آن را اندازه گیری کرد. (توضیحات روش کالیبراسیون سرعت صوت در بخش ۲-۶-۶ بیان شده است)

۳-۳ روش های متعدد اندازه گیری

- روش واحد: اندازه گیری در یک نقطه.
 - روش اندازه گیری دوگانه: با استفاده از پروب در دو نقطه مختلف قطعه اندازه گیری انجام می شود، حداقل مقدار نشان داده شده به عنوان ضخامت دقیق قطعه انتخاب می شود.
 - روش اندازه گیری چند نقطه ای: با استفاده از پروب در چند نقطه مختلف قطعه اندازه گیری انجام می شود، حداقل مقدار نشان داده شده به عنوان ضخامت دقیق قطعه انتخاب می شود.
- ⚠ توجه:** گاهی سیگنال مزاحم در پروب T/R بر اندازه گیری دقیق ضخامت، تاثیر می گذارد، در نتیجه در صورت بروز مشکلات زیر باید پروب را جایگزین کرد:
- زمانی که اندازه گیری ضخامت های مختلف، مقادیر اندازه گیری شده همیشه مقدار صفر یا یک مقدار تکراری را نشان می دهند.
 - زمانی که پروب در جای صحیح قرار ندارد و نشانه اکو یا مقدار اندازه گیری شده ای نیز وجود ندارد.

۴-۳ اندازه گیری قطعات ریخته گری

اندازه گیری قطعات ریخته گری ویژگی خاص خود را دارد. دانه بندی این قطعات نسبتاً بزرگ است و ساختار متراکمی ندارند، از آنجا که این اندازه گیری روی سطح مویی انجام می شود، با یک چالش روبرو است.

اولاً، به دلیل دانه بندی درشت و ساختار نامتراکم، انرژی صوتی تضعیف زیادی خواهد داشت. این تضعیف ناشی از پراکندگی و جذب انرژی صوتی توسط ماده است. میزان تضعیف با اندازه دانه و فرکانس آلتراسونیک ارتباط تنگاتنگی دارد. در فرکانس ثابت، با افزایش قطر دانه، تضعیف افزایش می یابد، اما از یک حد بالاتر، با افزایش قطر دانه، تضعیف مقدار ثابتی خواهد داشت. همچنین در فرکانس های مختلف با افزایش فرکانس، تضعیف افزایش می یابد.

ثانیاً، به دلیل دانه بندی و ساختار ناهمگن درشت قطعات ریخته گری، بازتاب غیرطبیعی ایجاد می شود که باعث خطا در خواندن ضخامت می شود.

از آنجا که این قطعات دانه بندی بزرگی دارند، ناهمسان گردی الاستیک دارند و در نتیجه سرعت صوت اندازه گیری شده در نقاط مختلف، عددهای متفاوتی را با حداکثر اختلاف ۵/۵٪ نشان می دهد. علاوه بر این، ساختار نامتراکم قطعه، باعث ایجاد سرعت صوت متفاوت و در نتیجه اندازه گیری های نادرستی می شود. بنابراین اندازه گیری قطعات ریخته گری باید با دقت بالایی انجام شود.

باید به اندازه گیری قطعات ریخته گری توجه کرد:

- در اندازه گیری ناهمواری های سطحی قطعات ریخته گری و یا مخزن آب، باید از ویسکوزیته های بالاتر روغن (مانند روغن سیلیکون) به عنوان کوپلنت استفاده کنید.
- توصیه می شود سرعت صوت ماده را با همان ماده مورد آزمایش کالیبره کنید و نمونه استاندارد مشابه را به عنوان قطعه تست اندازه گیری کنید.
- در صورت لزوم، دو نقطه را می توان کالیبره کرد.

۳-۵ جلوهگیری از ایجاد خطای اندازهگیری

۳-۵-۱ قطعه بسیار باریک

استفاده از ضخامتسنج آلتراسونیک، هنگامی که ضخامت قطعه اندازهگیری شده به حد پایین استفاده از پروب نزدیک باشد، منجر به خطای اندازهگیری می شود، در صورت لزوم، حداقل ضخامت حد را می توان با روش مقایسه بلوک اندازهگیری کرد.

هنگام اندازهگیری قطعات بسیار باریک، گاهی اوقات یک نتیجه کاذب به نام "double refraction" وجود دارد که ضخامت قطعه را دو برابر مقدار واقعی آن نشان می دهد. به منظور جلوگیری از چنین خطاهایی، ضخامت بحرانی ماده باید مجدداً اندازهگیری شود.

۳-۵-۲ زنگ زدگی، خوردگی و ...

زنگ زدگی های موجود بر سطح قطعه مورد اندازهگیری، باعث تغییرات نامنظم در مقادیر ضخامت خوانده شده می شود. در صورت وجود زنگ زدگی، دقت اندازهگیری در آن ناحیه باید بالا باشد. هنگامی که حفره در سطح پیدا می شوند و یا اندازهگیری مشکوک می شود، برای افزایش دقت اندازهگیری از پروب ها، تداخل، صفحات مانع و زوایای مختلف برای آزمایش های متعدد استفاده می شود.

۳-۵-۳ خطای شناسایی ماده

در صورتی که جنس قطعه کالیبره با جنس قطعه اندازهگیری یکسان نباشد، نتایج اشتباهی رخ خواهد داد. بنابراین برای انتخاب صحیح سرعت صوت، باید اندازهگیری با دقت زیادی انجام شود.

۳-۵-۴ پوشش سطحی پروب

سطح پروب از رزین اکریلیک ساخته شده است، استفاده طولانی مدت باعث ایجاد ناهمواری بر روی سطح و در نتیجه کاهش حساسیت پروب می شود. کاربر در صورت مشاهده خطای ناشی از این وضعیت، می تواند از کاغذ سنباده نرم (ترجیحاً لایبری ۴۰۰ یا ۶۰۰) برای صاف کردن سطح پروب استفاده کند تا از موازی بودن و متقارن بودن آن اطمینان پیدا کند. در غیر این صورت، باید پروب را تعویض کند.

۳-۵-۵ مواد چند لایه، کامپوزیت ها

اندازهگیری قطعات چند لایه بدون کوپلینگ چندان امکان پذیر نیست زیرا امواج آلتراسونیک نمی توانند به فضای غیر کوپل شده نفوذ کنند. در نتیجه در ماده کامپوزیت با سرعت یکنواخت منتقل نمی شوند، بنابراین طبق اصل بازتاب آلتراسونیک، دستگاه ضخامتسنج برای اندازهگیری قطعات چند لایه و کامپوزیتی مناسب نیست.

۳-۵-۶ لایه اکسید سطحی فلز

برخی از فلزات مانند آلومینیوم می توانند لایه اکسید مترکمتری روی سطح خود تولید کنند. این لایه از لایه اکسید و بستر بین آن و سطح تشکیل شده است و سرعت انتقال موج آلتراسونیک در این دو ماده متفاوت است که همین موضوع سبب خطا می شود. ضخامت لایه اکسید در اندازه های مختلف متفاوت است.

۷-۵-۳ خواندن غیرطبیعی ضخامت

اپراتورها باید توانایی تشخیص شکل موج های غیرعادی را داشته باشند، معمولاً زنگ زدگی، چاله های خوردگی و نقص های داخلی ماده اندازه گیری شده باعث خواندن غیرطبیعی می شود.

۸-۵-۳ استفاده و انتخاب ماده کوپلینگ

ماده کوپلینگ به عنوان یک انتقال دهنده انرژی آلتراسونیک با فرکانس بالا بین پروب و ماده تحت تست استفاده می شود. اگر نوع آن را درست انتخاب نکنید یا از روش غلط استفاده کنید احتمالاً خطاهای کوپلینگ ایجاد می شود و ضخامت قابل اندازه گیری نخواهد بود. همچنین ماده کوپلینگ باید به مقدار مناسب استفاده شود.

انتخاب نوع مناسب ماده کوپلینگ بسیار مهم است و هنگامی که از آن بر روی سطح صاف استفاده می شود، یک ماده کوپلینگ با ویسکوزیته کم (مانند روغن سبک و غیره) مناسب است. هنگامی که روی سطح مواد ناهموار، یا سطح عمودی و سطح بالایی استفاده می شود، می توانید از یک ماده کوپلینگ با ویسکوزیته بالاتر (مانند گلیسرین، کره، گریس و غیره) استفاده کنید. مواد کوپلینگ با فرمول های مختلف برای فروش در دسترس هستند.

۶-۳ اقدامات احتیاطی

قبل از شروع کار با دستگاه، نیاز است تا موارد متعددی را کنترل نموده و به آن توجه داشته باشید، رعایت این چارچوب در افزایش دقت ضخامت سنجی و ماندگاری دستگاه موثر خواهد بود.

۱-۶-۳ تمیزی قطعات

لطفا توجه داشته باشید که برای جلوگیری از زنگ زدگی، قطعات پس از استفاده باید تمیز شوند. وقتی دما زیاد است آن را خیس نکنید. در استفاده طولانی مدت، باید سطح بلوک با کمی گریس پوشش داده شود؛ سپس برای استفاده دوباره از قطعات، آن ها را با روغن پاک کنید. همچنین الکل، رقیق کننده و سایر مواد بر روی قطعه نقش خوردگی دارد، بنابراین در شرایط عادی با مقدار کمی آب قطعه را تمیز کنید.

۲-۶-۳ حفاظت از پروب

سطح پروب از رزین اکریلیک ساخته شده است و نسبت به سطح ناهموار بسیار حساس است، بنابراین هنگام استفاده نباید به آن ضربه وارد گردد. هنگام اندازه گیری سطوح ناهموار، برخوردهای پروب را روی سطح کار به حداقل برسانید.

دمای سطح اندازه گیری شده نباید بیش از ۶۰ درجه سانتی گراد باشد، در غیر این صورت از پروب نمی توان استفاده کرد. همچنین روغن، گرد و غبار متصل به پروب، آن را به تدریج فرسوده می کند، پس از استفاده باید کثیفی را از بین ببرید.

۳-۶-۳ تعویض باتری

زمانی که نشانگر باتری قرمز می‌شود نشان دهنده این است که باتری ضعیف شده و باید تعویض گردد. هنگامی که باتری بسیار ضعیف است به نحوی که نمی‌تواند عملکرد قابل اطمینان را ارائه دهد، ضخامت‌سنج به طور خودکار خاموش می‌شود. با این حال، تنظیمات شما ذخیره می‌شوند و با راه اندازی مجدد دستگاه بازیابی می‌شوند. هنگام آزمایش در مکان‌های دور، حتماً یک باتری یدکی همراه داشته باشید. باتری را به شرح زیر تعویض کنید:

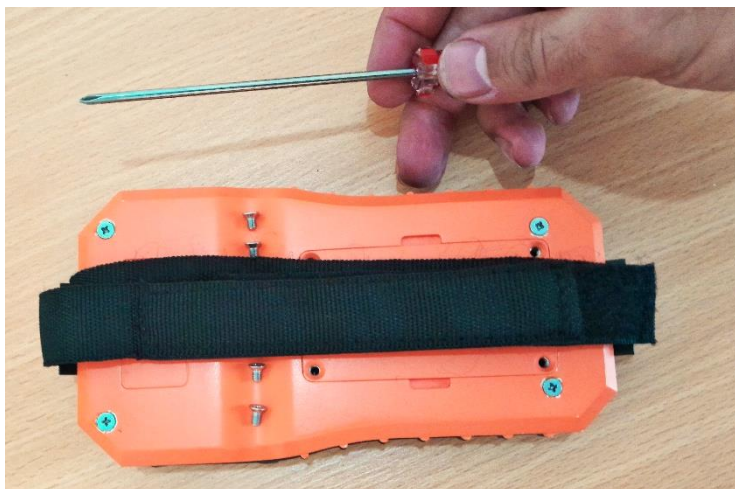
- دستگاه را خاموش کنید.



⚠ برای سهولت در دسترسی به محفظه باتری، می‌توانید دستگیره پیشتی یا بخشی از آن را جدا کنید.



- با یک پیچ گوشتی چهارسو سایز متوسط یا کوچک، چهار پیچ نگهدارندهء درب باتری را با پیچاندن به چپ باز کنید.



- درب محفظه باتری را با استفاده از شیار های کناری بردارید.
- باتری را بردارید ، یک جفت باتری سایز AA جدید اضافه کنید.
- ⚠ به جهت قطبیت (+ یا -) باتری ها توجه کنید.



- پس از جایگزین کردن باتری های جدید، درب باتری را جایگذاری کنید.
- ⚠ حتما به خزینه محل پیچ های درب توجه داشته باشید تا برعکس (پشت و رو) بسته نشود.
- مراحل بستن درب باتری را مانند قبل تکرار کنید : پیچ هارا با چهارسو به سمت راست چرخانده و اندکی سفت کنید.



⚠ توجه: در صورت نصب باتری در دستگاه، نباید به مدت طولانی از آن استفاده نکرد؛ تا از نشت باتری و خوردگی جعبه جلوگیری شود.

۴-۶-۳ رطوبت

TGP11 امکان کار در رطوبت‌های بالا را دارد. اما رطوبت بالای ۹۰ درصد ممکن است عملکرد باتری‌ها را دچار اختلال کرده و یا عمر دستگاه را کم کند. بنابراین توصیه می‌شود در استفاده از دستگاه در رطوبت خیلی بالا احتیاط و تا حد ممکن از این کار اجتناب کنید.

۷-۳ سرویس و پشتیبانی

هنگامی که دستگاه خطای مقدار اندازه گیری شده زیادی را نمایش می دهد، لطفاً فرآیند کالیبره را تکرار کرده و در صورت برطرف نشدن مشکل زیر بخش های قبلی این فصل را مطالعه کنید.

اگر سؤالی در رابطه با موارد زیر دارید، لطفاً با بخش خدمات تماس حاصل فرمایید:

- ✓ دستگاه آسیب دیده است و ضخامت قابل اندازه گیری نیست.
 - ✓ صفحه نمایش سفید یا مختل شده است.
 - ✓ خطای ضخامت سنجی بسیار زیاد است.
 - ✓ عملکرد صفحه کلید خراب است.
- ضخامت سنج آلتراسونیک محصولی با فناوری بالا است، بنابراین کار تعمیر و نگهداری باید توسط پرسنل واجد شرایط انجام شود، لطفاً بدون داشتن علم آلتراسونیک و مهارت لازم، از تعمیر دستگاه پرهیز کنید.
- ✓ پژواک رایان به طور جدی متعهد به ارائه بالاترین سطح خدمات مشتری و پشتیبانی محصول در جهت رفع نیاز و مشکلات شما در تست غیر مخرب و کار با دستگاه ها است. اگر هنگام استفاده از محصول ما با مشکلی مواجه شدید، یا اگر عملکردی مشاهده کردید که مطابق شرح در مستندات نبود، ابتدا به دفترچه راهنمای کاربر مراجعه کنید و سپس، اگر همچنان مشکل پابرجا بود، با خدمات پس از فروش ما تماس بگیرید.
 - ✓ همچنین در صورتی که هرگونه نظر یا بازخوردی نسبت به دفترچه راهنما، خدمات پژواک، یا عملکرد دستگاه دارید، با ما به اشتراک بگذارید:

info@pejvakRayan.com

۸-۳ جدول سرعت صوت مواد کاربردی

سرعت صوت (سرعت موج طولی) در مواد کاربردی

نام ماده <i>Material</i>	سرعت صوت <i>(m/s)</i>
<i>Carbon Steel</i>	<i>5890</i>
<i>302 Stainless Steel</i>	<i>5690</i>
<i>303 Stainless Steel</i>	<i>5640</i>
<i>304 Stainless Steel</i>	<i>5920</i>
<i>304L Stainless Steel</i>	<i>5790</i>
<i>316 Stainless Steel</i>	<i>5720</i>
<i>347 Stainless Steel</i>	<i>5720</i>
<i>Ductile Iron</i>	<i>5630</i>
<i>Cast Iron</i>	<i>4550</i>
<i>Gray Iron</i>	<i>4870</i>
<i>Aluminum 1100-0</i>	<i>6230</i>
<i>Aluminum 2024-T4</i>	<i>6375</i>
<i>Aluminum 6061-T6</i>	<i>6300</i>
<i>Copper</i>	<i>4660</i>
<i>CuNi (70%Cu 30%Ni)</i>	<i>5030</i>
<i>CuNi (90%Cu 10%Ni)</i>	<i>4010</i>
<i>Brass (Naval)</i>	<i>4430</i>
<i>Bronze (Phosphor 5%)</i>	<i>3530</i>
<i>Gold (hard-drawn)</i>	<i>3240</i>
<i>Nickel</i>	<i>5630</i>
<i>Monel</i>	<i>5350</i>
<i>Inconel</i>	<i>5820</i>
<i>Titanium</i>	<i>6100</i>
<i>Tungsten, annealed</i>	<i>5180</i>
<i>Tungsten Carbide</i>	<i>6655</i>
<i>Glass, Pyrex</i>	<i>5610</i>
<i>Polyethylene (HD)</i>	<i>2310</i>
<i>Polyethylene (LD)</i>	<i>1940</i>
<i>PVC, CPVC</i>	<i>2400</i>
<i>Acrylic</i>	<i>2730</i>
<i>Asbestos Cement</i>	<i>2020</i>
<i>Tar Epoxy</i>	<i>2000</i>
<i>Polystyrene</i>	<i>2388</i>
<i>Silver (0.99 Fine)</i>	<i>3607</i>
<i>Zirconium</i>	<i>4648</i>

آشنایی با محصولات پژوهش رایان



سیستم تست اتوماتیک مخازن CNG



سیستم تست اتوماتیک لوله های ERW



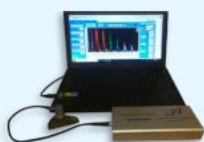
سیستم تست اتوماتیک دوپوستگی ورق



اسکنر تست التراسونیک انتهای لوله



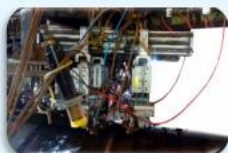
دستگاه تست التراسونیک پرتابل



دستگاه تست التراسونیک دسکتاپ



سیستم تست آتراسونیک اتوماتیک بیلت



سیستم تست التراسونیک آنلاین
لوله های اسپیرال



سیستم آتراسونیک اتوماتیک تست و
ضخامت سنجی لوله های بدون درز



اسکنر تست آتراسونیک HIC



ترولی تست آتراسونیک پلیت



انواع پروب و کابل اتوماتیک و دستی

شرکت پژوهش رایان



سازنده دستگاههای تست آتراسونیک اتوماتیک و دستی

دامنه کاربرد:

عیب یابی، ضخامت سنجی، کنترل ابعادی و تعیین خواص
به روش غیرمغرب مافوق صوت (آتراسونیک) بر روی انواع
قطعات و مقاطع صنعتی و قابل استفاده در صنایع:

- نفت و گاز و پتروشیمی
- حمل و نقل ریلی
- خودرو سازی
- هوا و فضا
- نیروگاهی
- لوله سازی
- فولاد سازی
- مخازن CNG
- سازه های فلزی
- آزمایشگاه های متالورژی
- صنایع ریختگی، فورجینگ و اکستروود



+982188680083



info@pejvakrayan.com



3th Floor, No 19, Kashani BLVD, Tehran-IRAN

WWW.PEJVAKRAYAN.COM