**آزمایش دینامیکی شمع PDA**



* **تاریخچه و معرفی آزمایش (Pile Driving Analyser):**
* محققان و فعالان عرصه ژئوتکنیک همواره این دغدغه را داشته اند که به نوعی از روش پر هزینه و پر دردسر و زمان بر بارگذاری استاتیکی اجتناب نموده و جایگزینی دقیق، ارزان و سریع برای آن بیابند. از ابتدای تاریخ شمعکوبی این ایده وجود داشته که بتوان بر مبنای رفتار شمع در حین کوبش، باربری استاتیکی آن را تعیین نمود، اما تا قبل از دهه 50 میلادی تئوری پردازی علمی در خصوص آن صورت نگرفته بود.
* در دهه 1950، بر مبنای نظریات انتشار موج طولی در شمع، راه حلی عددی برای مدل سازی رفتار چکش، شمع و خاک ارائه گردید که از آن زمان بعنوان تحلیل معادله موج شمع ها (Wave Equation Analysis of Pile – WEAP) شناخته گردیده است. در پی تحقیقات بیشتر، این روش تحلیلی مبنای پیشرفت های قابل ملاحظه ای در ابداع روش های نوین طراحی و آزمایش شمع ها شد. جهش ایجاد شده در سخت افزار و نرم افزار های کامپیوتری در دهه 1970 زمینه بکارگیری گسترده روش های عددی و از جمله تحلیل معادله موج در پروژه های شمعکوبی و شمع ریزی را فراهم نمود. در سال 1964 پروژه ای تحقیقاتی در دانشگاه کیس آمریکا زیر نظر پروفسور گوبل آغاز گردید که هدف از آن ابداع سیستم های الکترونیکی و نرم افزاری در راستای کاربردی نمودن نظریه انتشار موج طولی در شمع بود.
* هدف اولیه این پروژه، محاسبه ظرفیت باربری شمع با استفاده از چکش شمعکوبی به عنوان ابزار بارگذاری بوده است. این تحقیقات نهایتاً منجر به اختراع تحلیلگر دینامیکی شمع یا PDA گردید. به آزمایش انجام شده توسط PDA، آزمایش دینامیکی کرنش بالا (High Strain Dynamic Pile Testing) نیز گفته می شود.

**نحوه انجام آزمایش PDA:**

* روش آزمايش بر اساس استاندارد ASTM-D4945 و دستورالعمل سازنده معتبر PDI بصورت زير می باشد:
* (الف) در هر آزمایش باید حداقل دو سری سنسور در فاصله ای برابر با 2D از سر شمع ( D قطر مقطع است) و در مقابل یکدیگر به بدنه متصل شوند. اتصال از طریق بولت های مخصوص تأمین می گردد. در آزمایش شمع هائی با قطر بیش از 80 سانتیمتر یا شمع های فولادی اسپیرال و یا شمع های بتنی درجاریز استفاده از چهار سری سنسور که بطور منظم در محیط و بصورت دو به دو در روبروی یکدیگر نصب شده باشند، ضرورت دارد. نصب و کنترل عملکرد سنسورها باید مطابق با دستورالعمل سازنده دستگاه صورت پذیرد.
* (ب) پس ازاتصال سنسورها به تحليلگر، باید شمع توسط ابزار کوبش مناسب، با انرژي كافي كوبيده شود. انرژی مورد نیاز کوبش برای شمع های پیش ساخته با استفاده از یک چکش شمعکوب مناسب،که می تواند همان چکش مورد استفاده در کوبش باشد، صورت می گیرد. در مواردی که پدیده سازمانیابی خاک (Setup)  رخ دهد، احتمالاً می بایست از چکش بزرگتری برای فعال نمودن کامل ظرفیت باربری شمع استفاده گردد. برای آزمایش شمع های درجاریز از یک چکش سقوط آزاد استفاده می گرددکه باید وزنی معادل حداقل 5/1% ظرفیت باربری مورد نظر داشته باشد. به منظور فعال سازی کامل مقاومت جداری و انتهائی شمع می بایست نفوذ بازاء هر ضربه حداقل 2 میلیمتر باشد. در صورتیکه نفوذ شمع بازاء هر ضربه از این مقدار کمتر باشد، مقدار بدست آمده از آزمایش، میزان مقاومت فعال شده خاک بوده و از مقدار نهائی کوچکتر است.
* در حین کوبش شمع موج نیرو و سرعت توسط سیستم PDA اندازه گیری و ثبت می گردد. نرم افزار ساده ای در سیستم PDA پیش بینی شده که بر اساس معادله انتشار موج طولی در شمع، ظرفیت باربری نهائی شمع، انرژی منتقل شده به شمع، تنش های کششی و فشاری، شاخص سلامت شمع و ... را برای هر ضربه محاسبه نموده و نمایش می دهد. هدف از این محاسبات اولیه در سایت، ارائه اطلاعات مقدماتی از وضعیت شمع و خاک در هنگام کوبش و ارزیابی مقدماتی داده های جمع آوری شده می باشد.
* (ج) پس از جمع آوری داده های نیرو و سرعت در سایت، تحلیل دقیق آزمایش دینامیکی توسط نرم افزار CAPWAP صورت می پذیرد. به منظور تکمیل داده های مورد نیاز نرم افزار فوق الذکر، نشست بازاء هر ضربه بايد بصورت فیزیکی در هنگام انجام آزمایش اندازه گیری شود.
* براي تمام شمع هاي مورد آزمايش بايد نتايج آزمايش ديناميكي تحليل شوند. تحليل ها شامل تحليل ديناميكي كامل با استفاده از پارامترهاي اندازه گيري شده در آزمايش بوسيله نرم افزار انطباق سیگنال  CAPWAP و شامل نتایج زیر می باشد:
* -         ظرفیت باربری استاتیکی کل در هنگام آزمایش
* -         ظرفیت باربری جداری- اصطکاکی ( که بر اساس آن می توان باربری کششی شمع را محاسبه نمود)
* -         ظرفیت باربری نوک شمع
* -         نمودار بار- نشست استاتیکی شمع
* -         تنش های فشاری و کششی ایجاد شده در شمع در هنگام آزمایش
* -         انرژی منتقل شده از چکش به شمع در هنگام آزمایش
* -         شاخص سلامت شمع

عده ای از فعالان عرصه طراحی و اجرای شمع بر این تصورند که آزمایش دینامیکی PDA مختص شمع های کوبشی بوده و برای شمع های درجاریز کاربرد ندارد. این تصور کاملاً اشتباه است چرا که اصول تئوریک این روش آزمایشی ارتباطی با نوع شمع نداشته و بر اساس انتشار موج طولی در شمع می باشد. آزمایش دینامیکی بر روی شمع درجاریز در دنیا سابقه ای به اندازه قدمت PDA یعنی 30 سال دارد. در ایران برای اولین بار در سال 1387 آزمایش PDA توسط مهندسین مشاور ایرسا بن ساز البرز بر روی شمع های درجاریز پروژه اسکله جنوبی بندر نوشهر انجام شد.