

بسمه تعالی

آزمایش ۵- اندازه گیری سرعت حد مواد و ضریب پسا

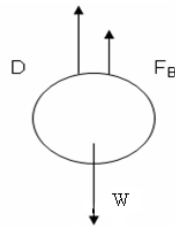
درس خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی

کارشناس: مهندس خورسندی

مدرس: دکتر معصومی

تعریف:

سرعت حد: جسمی که به حالت سقوط آزاد در سیالی (مانند هوا) حرکت می کند تحت نیروهای جاذبه، ارشمیدس و مقاومت هوا در مقابل جسم قرار می گیرد (شکل ۵-۱). در این شکل W ، نیروی وزن جسم بر حسب نیوتن، D ، نیروی مقاوم حرکت در راستای قائم بر حسب نیوتن و F_B ، نیروی شناوری بر حسب نیوتن می باشد. با افزایش سرعت بر اثر شتاب ثقل جسم، نیروی مقاوم هوا نیز بیشتر می شود تا جاییکه برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر شده که در این حالت سرعت ثابت می ماند. این سرعت که حداکثر سرعت سقوط جسم نیز می باشد را سرعت حد جسم می نامند. سرعت حد از جمله مهمترین خواص آئروودینامیکی جهت تمیز دادن مواد از یکدیگر است که در پروسه های مختلف جداسازی مواد از یکدیگر استفاده می شود. سرعت حد به روش های مختلف در آزمایشگاه اندازه گیری می شود.



شکل ۵-۱- دیاگرام سقوط آزاد جسم.

ضریب پسا: ضریب پسا یا بادرفتی ($Drag$) یکی دیگر از خصوصیت آئروودینامیکی مواد می باشد که در طراحی سیکلون برای جداسازی و حمل مواد استفاده می شود. ضریب پسا با معلوم شدن جرم، سرعت حد، سطح مقطع تصویر شده جسم و دانسیته سیال و دانه بر روش زیر محاسبه می شود.

$$mg - mg\left(\frac{\rho_f}{\rho_p}\right) = F_D \quad (1-5)$$

$$F_D = C_D \cdot \frac{A \cdot V_t^2 \cdot \rho_f}{2} \quad (2-5)$$

از جایگزینی رابطه (۲-۵) در (۱-۵) خواهیم داشت:

$$C_D = \frac{2mg(\rho_p - \rho_f)}{A \cdot V_t^2 \cdot \rho_p \cdot \rho_f} \quad (3-5)$$

که در آن:

C_D = ضریب پسا، بی بعد،

A = سطح مقطع تصویر شده مواد^۱، بر حسب m^2 ،

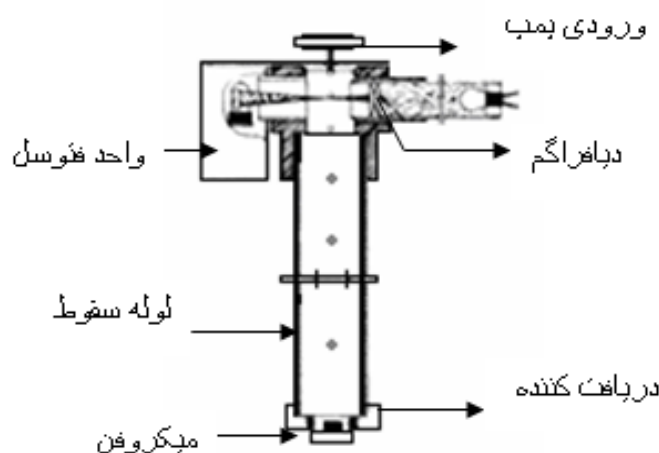
ρ = چگالی ذره، بر حسب Kg/m^3 ،

$f\rho$ = چگالی سیال، بر حسب Kg/m^3 و

V_t = سرعت حد مواد می باشد.

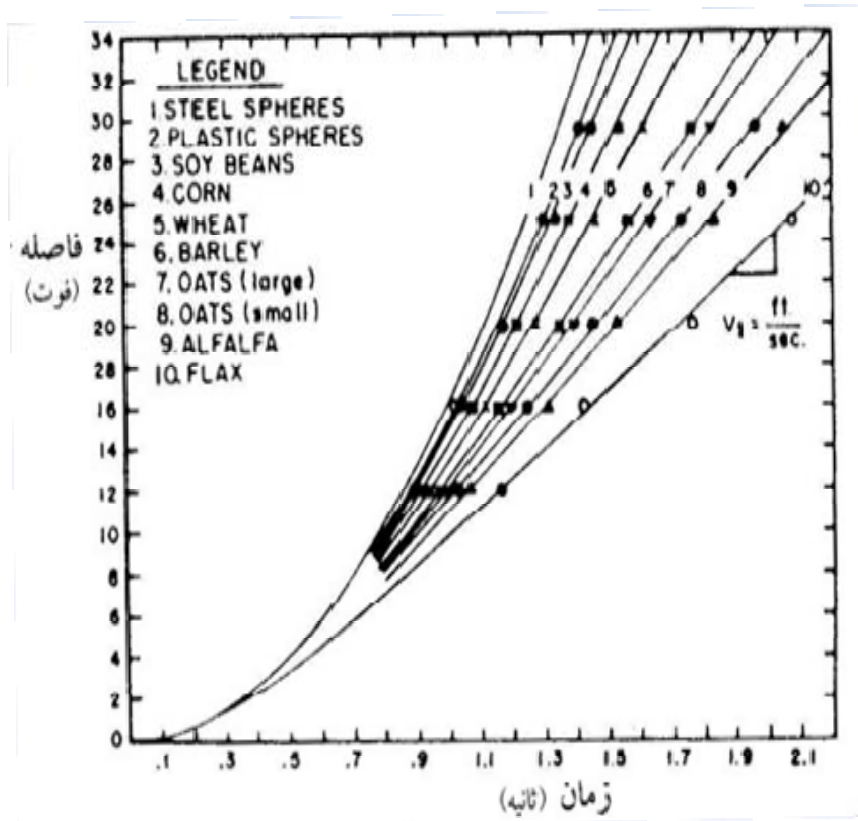
روش اندازه گیری سرعت حد:

الف- استفاده از روش سقوط آزاد مواد: روش سقوط آزاد، یکی از روش های آزمایشگاهی تعیین سرعت حد مواد می باشد. در این روش، جسم مورد نظر از بالای لوله بلندی به صورت آزاد رها می گردد. هم زمان با رها شدن جسم توسط دوربینی زمان عبور جسم از مقابل آن ثبت می گردد. نمونه ای از این دستگاه در شکل (۵-۲) مشاهده می شود. در این دستگاه می توان از لوله ای به قطر ۶۰ سانتی متر و با ارتفاع حدود ۱۰ متر استفاده نمود. روی لوله در فواصل معینی از ابتدای لوله یک میکروفن و یک فتوسل نصب شده که با انداختن جسم از بالای لوله، فتوسل سیگنالی به زمان سنج فرستاده و زمان سنج، زمان مسیری طی شده توسط جسم را ضبط می کند. با توجه به معلوم زمان ثبت شده و مسیرهایی با طول های متفاوت، می توان نمودار مکان- زمان سقوط جسم را رسم نمود. با مشتق گیری از منحنی سقوط می توان به منحنی سرعت رسید. هر جا شیب ثابت شود، به معنی آن است که سرعت ثابت شده است، که همان سرعت حد جسم می باشد. (شکل ۵-۳).



شکل ۵-۳- طرحواره دستگاه تعیین سرعت حد مواد به روش سقوط آزاد

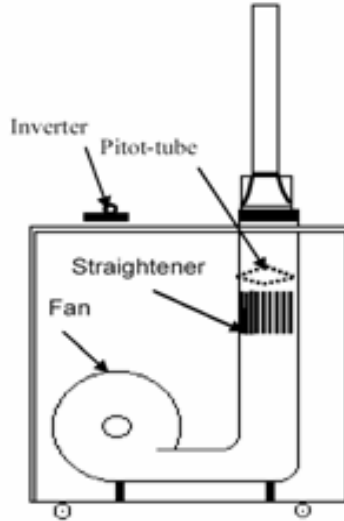
زمانیکه یک جسم از ارتفاعی سقوط می کند، دارای حرکت شتابدار به سمت زمین است. در لحظه ای که برآیند نیروهای وارده بر جسم در راستای قائم صفر گردد، حرکت جسم دیگر شتابدار نخواهد بود و جسم با سرعت ثابت به سمت پایین حرکت می کند. این سرعت ثابت، سرعت حد جسم است. با برازش منحنی مسیر سقوط نسبت به زمان و مشتق گرفتن از این منحنی، سرعت حد محصولات کشاورزی تعیین می گردد (شکل ۵-۳).



شکل ۵-۳- نمودار مکان- زمان حاصله از روش سقوط آزاد برای محصولات مختلف .

ب- استفاده از روش شناورسازی مواد با استفاده از جریان هوا: این روش با استفاده از یک تونل باد مطابق شکل (۵-۴) انجام پذیر است؛ در این روش سیال متحرک است. در این روش چنانچه سرعت هوا بیشتر یا کمتر از سرعت حد موادی که در آن رها می شود، باشد، جسم به ترتیب از لوله به بیرون پرتاب یا ته نشین می شود. با کم یا زیاد کردن سرعت هوا که معمولاً توسط اینورتور (که دور فن را تغییر می دهد) انجام می شود، می توان به سرعتی از هوا رسید که جسم در لوله معلق بماند. این اتفاق در شرایطی رخ می دهد که برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر می شود و سرعت نسبی بین هوا و جسم وجود ندارد. سرعت هوا توسط پیتوتیوپ و یا سیم گرم (Hot wire) اندازه گیری می شود.

دستگاه موجود در آزمایشگاه مجهز به یک لوله پیتوت، برای تعیین سرعت جریان هوا می باشد. برای تعیین سرعت حد بدور یا محصولات کشاورزی، نمونه به صورت تصادفی انتخاب شده و درون ستون هوا قرار می گیرد و با تنظیم سرعت فن دستگاه که منجر به معلق شدن نمونه ها در جریان هوا می گردد، می توان سرعت حد را تعیین نمود. از اختلاف فشار هوای کل و استاتیکی، می توان فشار دینامیکی هوا را به دست آورد، و از آنجا سرعت هوا را محاسبه نمود. چنانچه این اختلاف فشار بر حسب اینچ آب، توسط مانومتر اندازه گیری شود، سرعت هوا طبق جدول (۵-۱) به دست خواهد آمد.



شکل ۵-۴- طرحواره دستگاه اندازه گیری سرعت حد.

جدول ۵-۱- کالیبراسیون دستگاه پیتوتیوپ

Air Flow
calibration

water	C.F.M	L/S
0.010	51	24
0.020	72	34
0.030	88	42
0.040	102	48
0.050	114	54
0.060	125	59
0.070	135	64
0.080	144	68
0.090	153	72
0.100	161	76
0.110	169	80
0.120	177	84
0.130	184	87
0.140	191	90
0.150	198	98
0.170	210	99
0.190	222	105
0.210	234	110
0.230	245	116
0.250	255	120

مواد مورد نیاز:

چند دانه از محدوده میانی نمونه مورد آزمایش (از نظر ابعاد) در محدوده رطوبتی مورد نظر از قبیل نخود، لوییا، ذرت.

وسایل مورد نیاز:

دستگاه اندازه گیری سرعت حد به روش شناوری مجهز به فن سه فاز (که می توان دور آن را با اینورتر تغییر داد و یا توسط صفحه ای مسیر ورود هوا را محدود نمود تا به سرعت هوای مورد نظر رسید)، لوله های یکنواخت کنند سرعت، پیتوتیوپ، مانومتر تفاضلی دیجیتالی.

روش انجام آزمایش:

الف) سرعت حد: پس از روشن نمودن دستگاه و تنظیم نسبی سرعت هوا، دانه های مورد نظر با تعداد فرد را با سرعت اولیه از بالای دستگاه به داخل آن پرتاب می کنیم (سرعت اولیه باید در حدی باشد که از داخل دستگاه به بیرون پرتاب نشود). سرعت فن دستگاه را آنقدر تغییر می دهیم تا زمانی که تعداد غالبی از دانه ها به صورت معلق در دستگاه باقی بمانند (ممکن است تعدادی از دانه ها از داخل دستگاه به بیرون پرتاب شده یا در داخل دستگاه ته نشین شوند). در این حالت اختلاف فشار هوا دینامیکی و استاتیکی را با استفاده از پیتوتیوپ و مانومتر برحسب اینچ آب اندازه گیری می کنیم. با داشتن این اختلاف فشار، می توان سرعت حد دانه را با استفاده از جدول (۵-۱) به دست آورد.

ب) ضریب پسا: با اندازه گیری جرم، حجم و سرعت حد تک دانه مورد نظر می توان با معلوم بودن دما و ارتفاع محل آزمایش (دانسیته هوا به دما و ارتفاع از سطح دریا دارد)، طبق رابطه (۵-۳) محاسبه می گردد. آزمایشات حداقل برای سه تکرار انجام گردد.