هیدرولیک محاسباتی - ۱۳۹۹/۱۲/۲۱ (جلسه اول)

پیش نیاز این درس آشنایی با زبان های برنامه نویسی می باشد (نه لزوما نرم افزار MATLAB مورد نظری باشد.

درصورتیکه بخواهیم بصورت تخصصی کار کنیم می توان از نرم افزار python استفاده کرد)

« عنوان این درس هیدرولیک محاسباتی (computational Hydraulic) می باشد. بطور کلی یک زیرشاخه از CFD (computational Fluid dynamics) است

« CFD استفاده از روش های حل عددی در حل مسائل مربوط به سیالات اعم از تراکم پذیر یا تراکم ناپذیری باشد. »

CFD
- ① سیال تراکم ناپذیر (مانند آب)
  - سیال نیوتنی
  - سیال غیرنیوتنی
- ② سیال تراکم پذیر (مانند هوا)

« دسته ای از CFD که بررسی جریان سیال تراکم ناپذیر و بطور خاص در کانال های باز و مصطبه متخلخل و یا جریان تحت فشار در لوله ها می پردازد بعنوان هیدرولیک محاسباتی می شناسیم »

کاربرد CFD بسیار گسترده می باشد و در رشته های زیر شاخی، هوافضا، هواشناسی، عمران ... کاربرد گسترده ای دارد.

« آنچه که در این درس بصورت خاص مدنظر می باشد کاربرد CFD در مهندسی آب می باشد که می توان شامل جریان در کانال های باز، مصطبه متخلخل و مجاری تحت فشار می باشد »

بطور کلی در حوزه ی مهندسی

① روش های تحلیلی (Analytical solution): این روش ها محدود به مسائل ساده و برای جریان فرضیات ساده کننده می باشد.

بعنوان مثال: رابطه ی مانینگ برای تعیین ارتباط بین دبی جریان و مشخصه های هندسی در یک جریان داخلی و یک بعدی مورد استفاده قرار می گیرد.

$Q = \frac{A}{N} R^{2/3} S^{1/2}$ (رابطه ی مانینگ)

(تا اطلاعات تحلیلی بسیار محدودی باشد)

② روش آزمایشگاهی: بسیاری از اوقات برای بررسی متغیرهای جریان به سراغ حل ها یا روش های آزمایشگاهی رویم و یک مدل مقیاس شده از نمونه واقعی را در آزمایشگاه ساخته و به بررسی متغیرهای میدان حل می پردازیم.

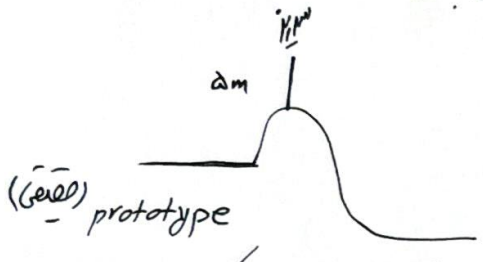
عنوان مثال : جریان پیرامون یک سرریز مطالعه کنیم و قسار در فواصل مختلف حفر است

« در آزمایشگاه بر یک مدل ساخته شده انجام می دهیم سپس مشاهدات را به نمونه واقعی »

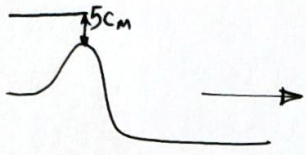
روش های آزمایشگاهی اگرچه بسیار پرهزینه و وقت گیر می باشند اما دارای محدودیت های زیر می باشند :

① هزینه بر بودن ساخت مدل آزمایشگاهی و نیاز به تجهیزات دقیق اندازه گیری می باشد .

② اثرات مقیاس (Scale Effect)



« در حالیکه در معادله اصلی کشش سطحی قابل صرفنظر کردن است »

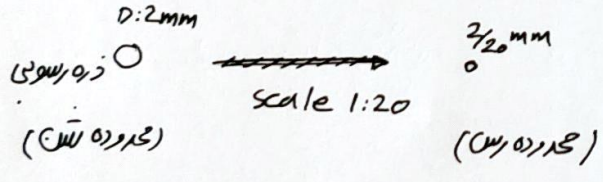


اثر نیروی کشش سطحی قابل اهمیت می باشد .

که می تواند باعث اثرگذاری یک سری نیروهای جدید در مدل آزمایشگاهی گردد .

« اثرات مقیاس در مدل سازی رسوبات نیز می تواند اثر خود را نشان دهد . »

عنوان مثال :



وقتها می توان ذرات رسوبی را با مقیاس مدل سازی اصطلاحا $\frac{\text{Scale}}{\text{مقیاس}}$ کنیم .

و یا می توان ذرات رسوبی را با مقیاس مدل سازی اصطلاحا $\frac{\text{Scale}}{\text{مقیاس}}$ کنیم .

وی در مجموع روش های آزمایشگاهی یکی از روش های مناسب و دقیق برای بررسی پارامترها و متغیرهای جریان می باشند .

حوزه‌ی مهندسی ← روش‌های عددی (Numerical method): که این روش‌ها در مقایسه با ② روش قبلی دارای دقت کمتری می‌باشند.

حدود ۱۰۰ سال گذشته این روش‌ها مورد توجه دانشمندان قرار گرفته و گام‌های زیادی هم در این زمینه برداشته شده است.

← آنچه که در روش‌های حل عددی برای همه‌ی مهندسین مهم است همه‌ی پدیده‌های فیزیکی در طبیعت مثل جریان آب در رودخانه یک معادله ریاضی دارای ✗ می‌باشد که به آن معادله دیفرانسیل جزئی (Partial Differential Equation) یا PDE می‌گوییم.

عنوان مثال: ۲ جریان آب در زیر پل ← معادله حاکم بر

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \longrightarrow PDE$$

PDE حل این ← $h(x,y) =$

h آرایه‌ای از عمق در نقاط مختلف میدان حل بدست آوریم.

روش‌های عددی به دنبال حل معادلات دیفرانسیل حاکم بر مسائل پدیده‌های مورد نظر می‌باشند.

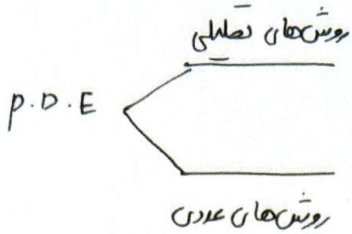
« تمام مسائل مهندسی با تعداد زیاد از PDE قابل محاسبه هستند »

برای هر پدیده یک قانون فیزیکی برقرار است ① این قانون فیزیکی قابل محاسبه است ② به صورت یک معادله دیفرانسیل می‌باشد و معادله دیفرانسیل قابل حل به وسیله‌ی روش‌های عددی ③ می‌باشد.

عنوان مثال:

① تشریح هندسه اساسی → ② معادلات حاکم جریان در رودخانه → ③ معادله سنت ونانت

خلاصه در این درس با دنبال معرفی روش‌های عددی برای حل معادلات دیفرانسیل هستیم.



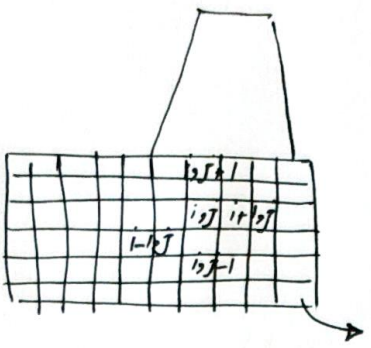
ODE شاخه‌ای از معادلات که قابل انتگرال‌گیری باشد ordinary differential Eq

بعضی معدودی از PDE دارای حل تحلیلی می‌باشند

اما کلیه PDE ها را می‌توان به روش عددی حل نمود

که موضوع بحث ما همین روش‌های عددی است .

یک حل عددی شامل مراحل زیر می‌باشد :



① گسسته سازی میدان حل به تعدادی نقطه یا گره (حجم کنترل)

بعنوان مثال : پدیده نشر از یک لوله

و تعیین متغیرهای مورد نظر در گره‌ها (حل‌های عددی یک حل

تابع گسسته است) pre processing

(پیش پردازش)

② گسسته سازی معادلات حاکم بر روی گره‌ها که بحث اصلی این درس نحوه گسسته سازی معادلات به تکنیک‌ها و روش‌های مختلف می‌باشد.

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \rightarrow PDE$$

گسسته می‌کنیم

$$\frac{h_{i+1,j} - 2h_{i,j} + h_{i-1,j}}{\Delta x^2} + \frac{h_{i,j+1} - 2h_{i,j} + h_{i,j-1}}{\Delta y^2} = 0 \quad *$$

بحث اصلی

③ در اثر گسسته سازی معادله حاکم در هر گره یک دستگاه معادلات (n معادله n مجهول) حاصل خواهد شد که این دستگاه معادلات بایستی حل گردد (post processing)

پس پردازش

④ ارائه نتایج به صورت خروجی گرافیک و تحلیل نتایج

« مراحل فوق مراحل اصلی یک حل عددی می‌باشد »

Ex-1) یک ماتریس 3x3 با اعداد تصادفی در متلب تولید نموده و جمع کل آرایه‌ها را بدست آورید .

Gmail: abbas2hoseyni@gmail.com