



دانشگاه یزد

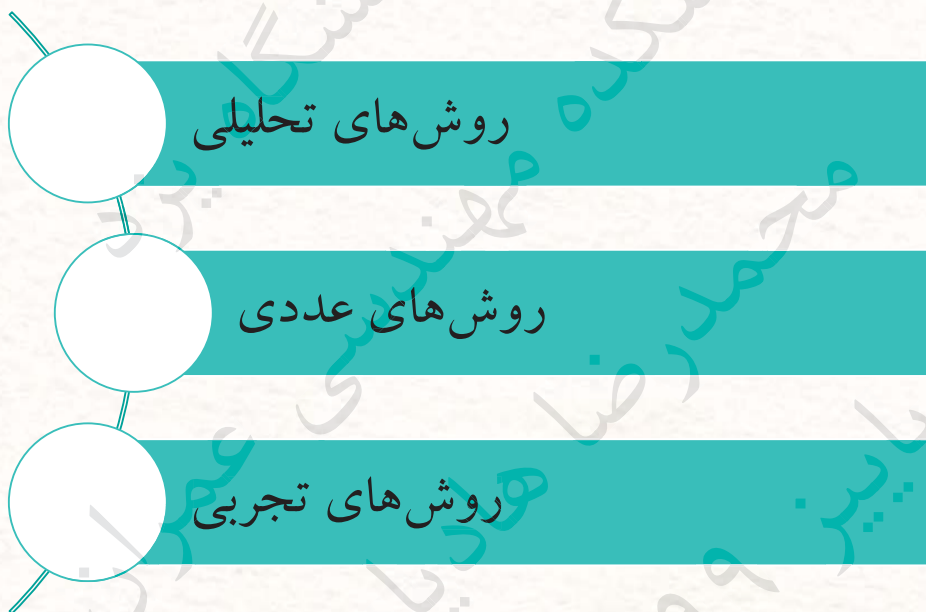
هیدرولیک محاسباتی

مقدمه

محمدرضا هادیان

دانشگاه یزد - دانشکده مهندسی عمران

روش‌های تحقیق



روش‌های تحلیلی در تحقیق

(در محدوده فرضیات) قابل اعتماد است.

فقط برای معادلات و هندسه ساده قابل استفاده است.

روش‌های تحلیلی در تحقیق

(در محدوده فرضیات) قابل اعتماد است.

فقط برای معادلات و هندسه ساده قابل استفاده است.

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0$$

$$\rho \left(\frac{\partial v_x}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_x}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_x}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_x}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 v_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_x}{\partial z^2} \right) + \rho g_x$$

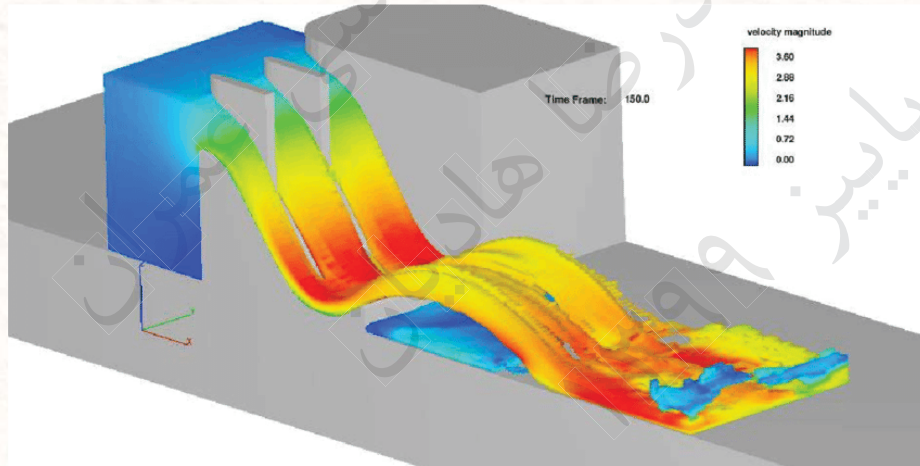
$$\rho \left(\frac{\partial v_y}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_y}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_y}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_y}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_y}{\partial z^2} \right) + \rho g_y$$

$$\rho \left(\frac{\partial v_z}{\partial t} + v_x \frac{\partial v_z}{\partial x} + v_y \frac{\partial v_z}{\partial y} + v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) = -\frac{\partial P}{\partial z} + \mu \left(\frac{\partial^2 v_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} \right) + \rho g_z$$

روش‌های تحلیلی در تحقیق

(در محدوده فرضیات) قابل اعتماد است.

فقط برای معادلات و هندسه ساده قابل استفاده است.



روش‌های عددی در تحقیق

(هم از نظر مشخصات جریان و هم هندسه) قابلیت تکرار زیاد دارد.

خطاهای عددی

مشکل بودن تفسیر نتایج

• بدون داشتن درک فیزیکی خوب از مسئله نباید سراغ روش‌های عددی برویم.

نیاز به صحت‌یابی

روش‌های تجربی در تحقیق

روش‌های آزمایشگاهی

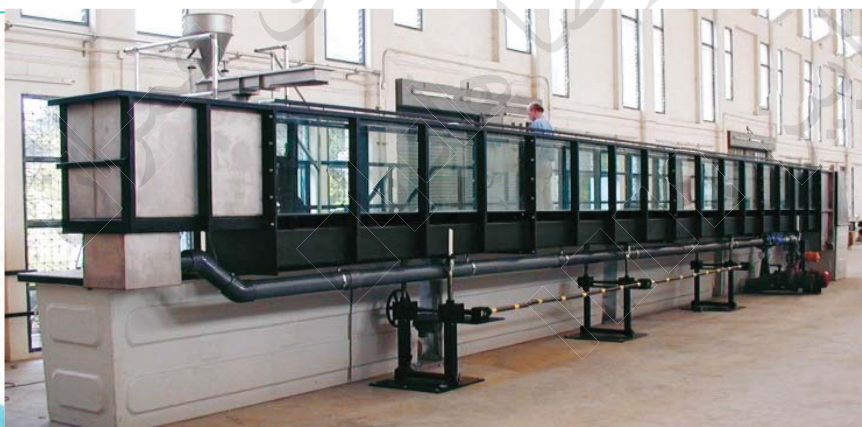
روش‌های صحرایی

روش‌های آزمایشگاهی در تحقیق

نسبت به روش‌های عددی بیشتر قابل اعتماد است

هزینه بالاتر

خطاهای مقیاسی



روش‌های صحرایی در تحقیق

هزینه زیاد

قابلیت تکرار ندارد



روش‌های محاسباتی در حل معادلات

روش‌های عددی برای حل معادلات
دیفرانسیلی پاره‌ای (PDE)

فیزیک محاسباتی
(Computational Physics)

دینامیک سیالات محاسباتی
(Computational Fluid Dynamics)

هیدرولیک محاسباتی
(Computational Hydraulics)

دینامیک سیالات محاسباتی – هیدرولیک محاسباتی

□ اشتراک

❖ هر دو با معادلات سیال و معادلات انتقال و پخش کار دارند.

□ تمایزات

❖ جریان‌های سطح آزاد و آشفته در هیدرولیک محاسباتی

❖ جریان غیرقابل تراکم

❖ ابعاد بزرگتر

❖ معمولاً بحث چگالی و انرژی دخالتی ندارد

❖ جریان زیر بحرانی و فوق بحرانی (در CFD بحث مادون صوت و مافوق صوت)

❖ غالباً جریان داخلی

برخی مسائل مطرح در هیدرولیک محاسباتی

□ جریان متغیر تدریجی

□ جریان آب در محیط متخلخل (آب‌های زیرزمینی) در حالت دائمی و غیر دائمی

□ جریان غیردائمی در کانال‌ها و رودخانه‌ها و مجازی تحت فشار (سیل، شکست سد، ضربه قوچ)

□ انتقال رسوب و آلودگی در رودخانه

□ مورفولوژی رودخانه

□ جریان‌های دریایی

تقسیم بندی درس

مبانی تئوریک و روش‌ها

کاربردها

- توسعه برنامه‌های کامپیوتری
- استفاده از برنامه‌های موجود تجاری

توسعه برنامه کامپیوتری

آشنایی با یک زبان برنامه‌نویسی
در سطح مبتدی تا متوسط

برنامه‌های رسم نمودار،
مقادیر هم‌تراز و

استفاده از برنامه‌های موجود تجاری



سرفصل مطالب

- ☐ معرفی و مقدمه هیدرولیک محاسباتی و مدلسازی عددی
- ☐ معادلات دیفرانسیل حاکم بر پدیده‌های فیزیک و هیدرولیکی و تقسیم‌بندی آنها
- ☐ مبانی روش تفاضلات محدود
 - ❖ حل معادلات سهموی، هذلولوی و بیضوی
 - ❖ اعمال شرایط مرزی
 - ❖ پایداری، سازگاری و همگرایی
- ☐ جریان یک‌بعدی غیر دائمی در کانال‌ها
- ☐ مبانی روش حجم محدود
- ☐ حمل رسوب، تولید شبکه محاسباتی، انتشار آلودگی و

منابع و مراجع (انگلیسی)

- Abbott, M. B. (1979). ***Computational Hydraulics: Elements of the Theory of Free Surface Flows***, Pitman Advanced Publishing Program.
- Abbott, M. B., and Basco, D. R. (1989). ***Computational fluid dynamics: an introduction for engineers***, Longman Scientific & Technical.
- Anderson John, D. (1995). ***Computational fluid dynamics: the basics with applications***.
- Brebbia, C. A., and Ferrante, A. J. (2013). ***Computational Hydraulics***, Elsevier Science.
- Causon, D., and Mingham, C. (2010). ***Introductory finite difference methods for PDEs***, Bookboon.

منابع و مراجع (انگلیسی)

- Cunge, J. A., Holly, F. M., and Verwey, A. (1980). ***Practical aspects of computational river hydraulics***, Pitman Advanced Publishing Program.
- Ferziger, J. H., Perić, M., and Street, R. L. (2002). ***Computational methods for fluid dynamics***, Springer.
- Fletcher, C. (2011). ***Computational Techniques for Fluid Dynamics***, Springer Berlin Heidelberg.
- Gerald, C. F., and Wheatley, P. O. (1984). ***Applied Numerical Analysis***, Addison-Wesley.
- Hoffmann, K. A., and Chiang, S. T. (1993). ***Computational Fluid Dynamics for Engineers***, Engineering Education System.

منابع و مراجع (انگلیسی)

- ❑ Koutitas, C. G. (1983). *Elements of computational hydraulics*, Pentech Press.
- ❑ LeVeque, R. J. (2007). *Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady-State and Time-Dependent Problems*, Society for Industrial and Applied Mathematics.
- ❑ Mitchell, A. R., and Griffiths, D. F. (1980). *The finite difference method in partial differential equations*, Wiley.
- ❑ Patankar, S. (1980). *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*, Taylor & Francis.
- ❑ Pletcher, R. H., Tannehill, J. C., and Anderson, D. (2012). *Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer*, Third Edition, Taylor & Francis.

منابع و مراجع (انگلیسی)

- ❑ Roache, P. J. (1976). *Computational fluid dynamics*, Hermosa Publishers.
- ❑ Smith, G. D. (1985). *Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods*, Clarendon Press.
- ❑ Versteeg, H. K., and Malalasekera, W. (2007). *An introduction to computational fluid dynamics: the finite volume method*, Pearson education.
- ❑ Wang, H. F., and Anderson, M. P. (1995). *Introduction to groundwater modeling: finite difference and finite element methods*, Academic Press.

منابع و مراجع (فارسی)

- خداشناس، س. ر. و خادم رابع، ب. و یزدی، ج. و سرکرده، ح. (۱۳۸۹). مقدمه‌ای بر مدلسازی عددی در مهندسی هیدرولیک، انتشارات فدک ایستیس.
- شایان نژاد، م. (۱۳۹۵). روشهای محاسباتی در مدلسازی مهندسی آب با استفاده از نرم‌افزار MATLAB، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
- قدیمی، پ. (۱۳۹۱). دینامیک سیالات محاسباتی کاربردی (مبتنی بر روش‌های تفاضل محدود، اجزاء محدود و حجم محدود)، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- نظیف، ح. ر. و زمانیان، ا. (۱۳۸۷). دینامیک سیالات محاسباتی: روش حجم محدود در شبکه بی‌سازمان و باسازمان به همراه مسائل و جواب کامل، پژوهشگاه صنعت نفت.

Any
Question?