



مکانیک سیالات بین سطحی

شماره درس: ۲۸۱۵۲

تعداد واحد: ۳

نوع واحد: نظری

پیشنیاز: ترمودینامیک ۱ و مکانیک سیالات ۲

معرفی: بطور خلاصه درس به مباحث ترشوندگی (wetting) در روی سطوح مختلف - وضعیت، حرکت و کنترل قطرات و حبابها در محیط های مختلف، فیلم های مایع و پایداری آنها می پردازد. سعی خواهد شد دانشجویان با تحولات روز این دانش و آخرین دست یافته ها آشنا شوند.

کاربردها: صنعت نفت، صنایع شوینده، آزمایشگاه روی تراشه و برخی مسائل پزشکی، صنایع کاغذ سازی، صنایع تقطیر، صنایع خودرو، صنایع ساختمان سازی، روانکاری، پوشش سطح، علم مواد، صنایع چاپ، علوم زیستی و غیره.

سرفصل درس: (۵۱ ساعت)

۱- **موئینگی و کشش سطحی:** منشا فیزیکی، تعریف مکانیکی و ترمودینامیکی، اندازه گیری، فشار لاپلاس، سطوح حداقل، جت، قطرات بر روی فیبرها، تعریف کشش خطی (line tension)

۲- سیستمهای میکروسیال دیجیتال، قطره ای و چند فازي: استفاده و کاربردها

۳- **ترشوندگی (Wetting):** انواع ترشوندگی و فیزیک قطرات، زاویه تماس، هیستریزیس، قانون یانگ، معادله یانگ دوپری (Young-Dupre equation)، پارامتر پخش، رابطه زیسمان (Zisman's relation)، قطرات در سطوح مختلف- سطوح مایع، ساختار نیومن، سطوح جامد، سطوح حداقل (معادلات اولر-لاگرانژ Euler-Lagrange equation). قانون اصلاح شده یانگ برای کاربردهای نانو

۴- **موئینگی و جاذبه:** طول موئینگی، ترشوندگی جزئی، روشهای آزمایشگاهی برای مشخص کردن قطرات، قوس موئینگی بر روی سطوح صاف و استوانه ای، قانون یورین (Jurin's law)، لنزهای شناور

۵- **ترشوندگی و نیروهای بین مولکولی:** انرژی و خواص فیلمها، طبیعت نیروهای بین مولکولی و اثر آنها در ترشوندگی، شرایط پایداری



۶- هیدرودینامیک سطوح: تقریب روغن کاری، دینامیک فیلمها، ناپایداری ریلی-تیلور (Rayleigh-Taylor instability) - تر شوندگی اجباری، مدل لاندائو- لویس - دریاگوئین (Landau-Levich-Derjaguin model)، قانون واش برن (Washburn's law)، امواج و سطوح موجی، حرکت بین سطوح، کاهش اصطکاک

۷- دینامیک خط سه گانه (Triple line): آزمایشات انجام شده، رابطه بین سرعت و نیرو، مدل‌های مکانیکی و شیمیایی، مدهای نوسانی

۸- ناخپش (Dewetting): کاربردهای مختلف در صنایع، ضخامت بحرانی، ناخپش های لزجی، اینرسی و غیر نیوتنی

۹- سطوح خاص: تر شوندگی روی سطوح غیر همگن، مدل کسی- باکستر (Cassie-Boxter model)، قانون ونزل (Wenzel's law)، سطوح متخلخل و انعطاف پذیر، تر شوندگی الاستیک، مکش روی قطرات و فیلمها، گردابه کرنکف (Crenkov wake) ، تفاوت بین میکرو و نانو

۱۰- تبخیر: تبخیر قطرات، حلقه ها و لکه ها و استفاده در زیست شناسی و زیست فناوری و فناوری نانو

۱۱- روشهای جابجائی: جابجائی مارانگونی (Marangoni convection)، گرادیان شیمیایی، گرادیان دمایی ، استفاده از واکنش های شیمیایی، تئوری انتقال بوسیله میدان الکتریکی (electro-wetting)، تحریک بوسیله روشهای اکوستیکی ، قطرات خودرو (Running drops).

مراجع:

- 1- Pierre-Gilles de Gennes, Frangoise Brochard-Wyart, David Quere, " **Capillarity and Wetting Phenomena (Drops, Bubbles, Pearls, Waves)** ", Springer 2004.
- 2- Jean Berthier , William Andrew , " **Microdrops and digital microfluidics**" , 2008.
- 3- D. Mibus, R. Muller , " **Drop and Bubbles in interfacial research**"
- 4- Multimedia Fluid Mechanics. Cambridge University Press, Ed. Bud Homsy. A DVD with an extensive section devoted to capillary effects.