هوالعلیم

Fluid & Solid : Differences
By: Majid Boroumandzadeh

اشاره ای به مبحث تفاوت جسم جامد و سیال یا تفاوت مکانیک سیالات با مکانیک جامدات

نویسندگان : علی سررشته داری ، مجید برومندزاده

www.fluid.persianblog.com ○
اولین وبلاگ تخصصی در مکانیک سیالات
آزمایشگاه هیدرودینامیک کاربردی دانشگاه علم وصنعت ایران

سؤال : به نظر شما آیا حکیم ابوالقاسم فردوسی ،با علم مکانیک سیالات و مکانیک جامدات آشنا بود و هنگام سرودن شاهنامه آنرا مدنظر قرار داده بود؟در بخشی از شاهنامه که داستان جنگ رستم با دیو روایت می شود ، هنگامیکه رستم به دست دیو اسیر می گردد، دیو از رستم اینطور می پرسد که تو را به دریا پرتاب کنم یا به کوه زنم و رستم که پرتاب شدن به دریا بر برخورد کردن به کوه ترجیح می دهد و از آنجاییکه می داند هر چه از دیو بخواهد عکس آنرا عمل می کند لذا از دیو می خواهد که او را به دریا نیندازد و به کوه زند و ادامهٔ داستان . . .

یکی آرزو کن که تا از هوا	کجات آید ار اکنون فکندن هوا
سوی آبت اندازم از سوی کوه	کجا خواهی افتاد دور از گروه
چورستم به گفتار آن بنگرید	تن اندر کف دیو واژونه دید
چنین گفت با دل گو پیلتن	که چاره به نیست در هر سخن
به دریا نباید که اندازی ام	کفن سینه ی ماهیان سازی ام

پاسخ : قبل از آنکه مستقیماً دربارهٔ پاسخ سوال بالا بحث کنیم ، مطلبی را در مورد تفاوت جسم سیال با جسم جامد مرور می نماییم .

در ابتدا آنچه لازم است تا مورد تاکید قرار گیرد حوزهٔ نظری است که در آن می خواهیم به مبحث اختلاف تعریف جامد و سیال بپردازیم .به طور مثال از دیدگاه رفتار مولکولی ماده و آنچه که به صورت عام در جامعه به عنوان سیال یا جامد تعریف می شود ،جامد به جسمی گفته می شود که در آن ، پیوستگی بین مولکولی در مقایسه با مایع و گاز (سیال) قویتر بوده و حرکتهای نوسانی مولکولها در کنار هم تنها به صورت لغزشهای کوچکی باشند که در نتیجه این خاصیت ،در شرایط ثابت دما وفشارودرزمان اندکی تغییرشکل نمی دهندو به شکل محیط اطراف(ظرف)در نمی آیند.برخلاف جامدات ، در سیالات به علت پیوستگی کمتر بین ذرات مولکولی شان این شکل پذیری نسبت به ظرفی که در آن قرار می گیرند ، به صورت آنی در دما وفشار ثابت روی می دهد.در اینجا می خواهیم به بحث راجع به تعریف سیال و جامد از نگاه علم مکانیک بپردازیم.در علم

مکانیک که علم حرکت ، تحریک و تحرک و عوامل آنها است ، اینکه محیطی سیال یا جامد است وابسته به پاسخی است که محیط مورد نظر ما به عامل خارجی تحریک که معمولاً از جنس نیرو و یا به عبارت علمی تر تنش می باشد نشان می دهد.چنانچه تنش برشی (τ) ارتباط مستقیم با کرنش (γ) داشته باشد و تغییر شکل محدودی در جسم (محیط مادی) روی دهد به گونه ای که بعد از حذف عامل تحریک (تنش برشی) جسم بتواند به حالت قبلی باز گردد محیط ما یک محیط کاملاً جامد (جامد الاستیک ایده آل) خوانده می شود (با معادلات حاکم بررفتار الاستیک یعنی $\tau = f(\gamma)$) اما اگر تغییر شکل در ماده در اثر اعمال تنش برشی علاوه بر کرنش با نرخ کرنش $(\dot{\gamma})$ هم ارتباط داشته باشد بنابراین ماده یا محیط مادی ما رفتار ی الاستوپلاستیک دارد در این حالت با اینکه ممکن است قسمتی از تغییر شکل اولیه با حذف عامل خارجی تحریک (تنش برشی τ) جبران شود لیکن قسمتی از تغییر شکل اولیه در محیط تحت تاثیر تنش برشی به صورت تغییر شکل یافته باقی خواهد ماند ، در این حالت مادۀ مورد نظر ،رفتاری نیمه سیال ـنیمه جامد دارد و معادلات الاستوپلاستیک بر آن حاکم می باشد (یعنی $\tau = f(\gamma, \dot{\gamma})$) .حال اگر تغییر شکل نامحدود در طی اعمال تنش برشی در جسم ملاحظه شود و تنش برشی با نرخ کرنش متناسب باشد ، محیط مادی یا جسم مورد نظر را سیال نیوتنی می نامیم و در این حالت رفتار پلاستیک یا سیال در محیط مورد نظر حاکم می باشد .(یعنی $\tau = f(\dot{\gamma})$)

پس همانطور که ملاحظه می شود بسته به اینکه محیط مورد مطالعه نسبت به تنش اعمال شده چه رفتاری از خود نشان می دهد ممکن است ماده سیال ، جامد یا حالتی بینابین داشته باشد .دیدگاه دیگری که در پاسخ محیط ماده به عامل تحریک خارجی در حوزه مکانیک مورد مطالعه قرار می گیرد پاسخ محیط مورد مطالعه به تنش نرمال یا عمودی است که بحثهای تراکم پذیری و تراکم ناپذیری و Bulk Module of Elastisity را به دنبال دارد.

جمع بندی :

آنچه به عنوان سیال ،جامد یا رفتار بین این دو حالت در جسم یا محیطی ، در مکانیک خوانده می شود، دقیقاً به عواملی چون میزان و اندازه تحریک عامل خارجی نیرو و یا تنش برشی ، تغییر شکل و مدت زمان لازم برای تغییر شکل و مشتقات زمانی این تغییر شکل بستگی دارد .به عنوان مثال مقداری گریس که به پشت سکه سبکی مالیده شده است در چسبیدن سکه به دیوار مانند یک جسم جامد (ماده جامد) رفتار می کند اما با افزایش وزن سکه ملاحظه می شود که سکه به تدریج روی دیوار حرکت می کند که در واقع گریس در این حالت رفتاری غیر از جامد و شبیه سیال دارد .

اکنون اگر بخواهیم به سؤال مطرح شده در ابتدای بحث اشاره کنیم ، می توان گفت که چنانچه دیو،رستم را با انرژی زیاد و محکم به سطح آب بزند مانند آن است که رستم از ارتفاع زیادی سقوط کرده باشد و به سطح آب برخورد کند .در چنین حالتی به دلیل اعمال نیروی (تنس برشی) زیاد بر سطح آب در زمان بسیار کوچک ، زمان لازم برای توزیع این تنش در سطح آب وجود نخواهد داشت و سطح آب رفتاری همچون جسم جامد از خود نشان داده و اثر آن بر بدن رستم تفاوتی با اثری که کوه به بدن رستم وارد می کند نخواهد داشت .این اثر را می توانید با یک ظرف آب نیز ببینید .اگر

www.fluid.persianblog.com
اولین وبلاگ تخصصی در مکانیک سیالات
آزمایشگاه هیدرودینامیک کاربردی دانشگاه علم وصنعت ایران

دست خود را محکم و سریع به سطح آب بزنید اثری که در دست خود احساس می کنید با حالتی که دستتان را به آرامی به سطح آب می زنید تفاوت خواهد داشت .پس سیال و جامد از نظر ماهوی تفاوتی ندارند و آنچه که سبب تعریف جسمی به عنوان جامد و سیال می گردد ، به عواملی چون میزان و اندازه تحریک عامل خارجی نیرو و یا تنش برشی ، تغییر شکل و مدت زمان لازم برای تغییر شکل و مشتقات زمانی این تغییر شکل بستگی دارد . به عبارت دیگر معادلات و روابط حاکم به طور کلی و اصولی برای محیط های مادی ثابت هستند ، لیکن بسته به مقیاسهایی که ما براساس آنها به مطالعه خواص یا رفتار یک محیط یا ماده می پردازیم این روابط شکلهای مختلفی به خود می گیرند.مثلاً معادلات الاستیسیته یا معادلات ناویراستوکس که هر دو از معادلات بقای ممنتوم حاصل می شوند، یکی برای محیط جامد با رفتاری که در بالا شرح داده شد و دیگری برای محیط مادی سیال کاربرد دارد.

در انتها لازم است اشاره شود که مثالهای متنوعی از رفتار سیال گونه جسمی که به نظر جامد می آید و یا بالعکس در مهندسی وجود دارد به طور مثال می توان به رفتار هیدرودینامیکی دو سطح فولادی اشاره کرد که در اثر جوشکاری انفجاری به یکدیگر متصل می شوند.

منابع و مراجع :

[1] دومین جلسه آزمایشگاه هیدرودینامیک

***** بازنشر الکترونیکی مطلب فوق با ذکر نام وبلاگ بلامانع است.**

***** بازنشر مکتوب مطالب منوط به اجازه از مدیر وبلاگ می باشد.**

www.fluid.persianblog.com ○
اولین وبلاگ تخصصی در مکانیک سیالات
آزمایشگاه هیدرودینامیک کاربردی دانشگاه علم وصنعت ایران