

۱- مقدمه

بسیاری از مسائلی که در طبیعت و فن آوری با آنها مواجهیم مخلوطی از چند فاز هستند. فازهایی که در علم فیزیک وجود دارند فازهای جامد، مایع و گاز هستند اما مفهوم فاز در جریان چند فاز و وسیع تر و جامع تر می باشد. در جریان چند فاز می توان یک ماده ی خاص قابل شناسایی که دارای پاسخ یا واکنشی خاص نسبت به میدان پتانسیلی که خود در آن غوطه ور است، می باشد را فاز نامید. به عنوان مثال می توان ذرات جامد با اندازه های متفاوت که از یک جنس هستند را به صورت چند فاز در نظر گرفت زیرا هر مجموعه از این ذرات که دارای اندازه های یکسان هستند، پاسخی مشابه به میدان جریان (سایر ذرات) دارند.

۲- رژیم های جریان چندفازی

رژیم های جریان چند فاز را می توان به ۴ دسته تقسیم کرد:

۱. جریان های مایع-گاز یا مایع - مایع

۲. جریان های گاز- جامد

۳. جریان های مایع- جامد

۴. جریان های ۳ فاز

۲-۱- جریان های مایع-گاز یا مایع - مایع

رژیم های زیر را می توان گاز- مایع یا مایع - مایع نامید:

جریان حبابی^۱: عبارت است از جریان محیط گازی گسسته یا حباب در داخل محیط سیال پیوسته.

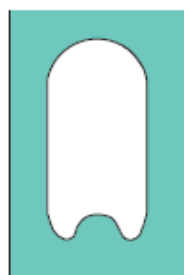
^۱ Bubbly flow

جریان قطره‌ای^۱ : عبارت است از جریان یک قطره سیال گسسته داخل یک محیط گازی پیوسته.

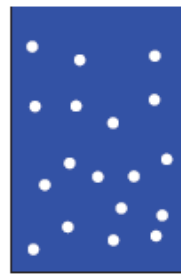
جریان اسلاگ^۲: عبارت است جریان حباب‌های بزرگ داخل سیال پیوسته.

جریان طبقه‌ای/ سطح آزاد^۳: عبارت است از جریان سیال‌های مخلوط نشدنی که توسط یک فصل مشترک مشخص جدا شده‌اند.

شکل (۱) نشان دهنده جریان‌های فوق می‌باشد.



slug flow



bubbly, droplet, or
particle-laden flow



stratified/ free-surface flow

شکل (۱) جریان‌های حبابی، قطره‌ای، اسلاگ و سطح آزاد

۲-۲- جریان‌های گاز - جامد

رژیم‌های گاز - جامد به صورت زیر می‌باشند:

^۱ Droplet flow

^۲ Slug flow

^۳ Stratified/ free-surface flow

جریان پر ذره^۱: عبارت است از جریان ذرات گسسته داخل گاز پیوسته.

انتقال نیوماتیکی: به شکلی از جریان گفته می‌شود که تابع پارامترهایی نظیر مقدار ماده جامد، عدد رینولدز و مشخصات ذره می‌باشد.

اشکال عمومی این جریان عبارت اند از جریان روان^۲، جریان اسلاگ، جریان بستر^۳ و جریان همگن^۴.

بستر سیال^۵: این جریان عبارت است از یک استوانه عمودی که حاوی ذرات جامد است و از طریق یک تزریق کننده گاز به آن وارد می‌شود. همانطور که گاز به بستر وارد می‌شود ذرات موجود معلق می‌شوند. بسته به دبی گاز ورودی حبابهایی پدید می‌آیند که در بستر به سمت بالا حرکت می‌کنند و خاصیت مخلوط شدن را در بستر تشدید می‌کنند. از بستر سیال می‌توان برای مخلوط کردن سیال و جامد استفاده کرد. با مخلوط شدن سیال و جامد کل مخلوط رفتاری مشابه سیال خواهد داشت. کاربرد این بستر در مواردی چون پوشش دادن فلزات و راکتورها شیمیایی می‌باشد. شماتیک بستر سیال در شکل (۲) نشان داده شده است.

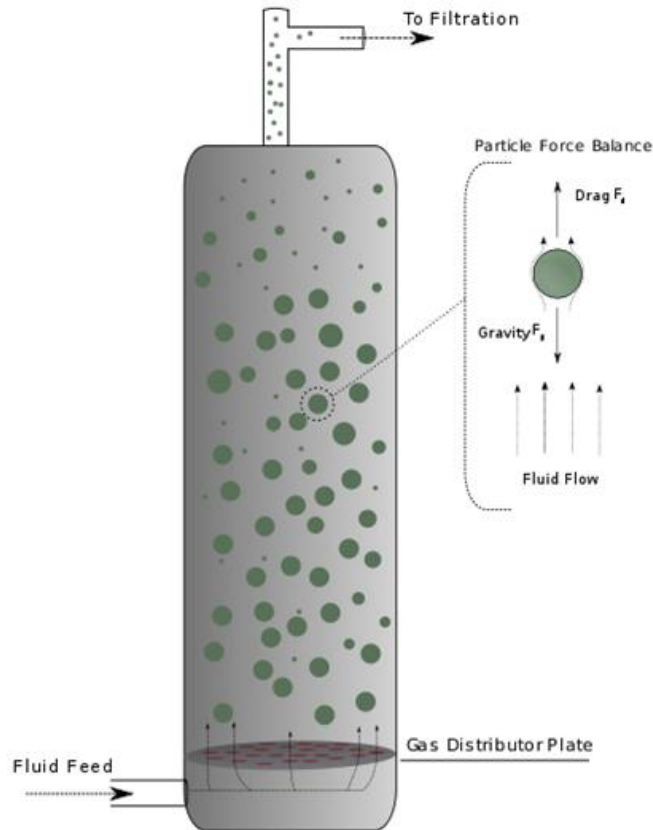
^۱ Particle laden flow

^۲ Dune flow

^۳ Packed beds

^۴ Homogenous flow

^۵ Fluidized bed



شکل (۲) شماتیک بستر سیال

۲-۳- جریان های مایع - جامد

رژیمهای جریان زیر را می توان جریانهای مایع- جامد در نظر گرفت:

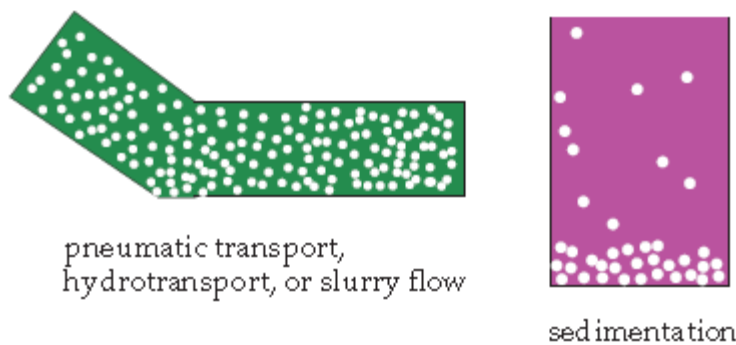
جریان ماده آبیکی^۱: این جریان عبارت است از انتقال ذرات جامد در داخل یک مایع. رفتار اساسی جریانهای مایع- جامد با تغییر خواص ذرات جامد نسبت با مایع، تغییر می کند. در جریان ماده آبیکی عدد استوکس^۲، که در بخشهای آینده توضیح داده خواهد شد، معمولاً زیر ۱ است. اگر عدد استوکس بالاتر از یک باشد خصوصیت جریان، بستر سیال جامد- مایع خواهد بود.

^۱ Slurry flow

^۲ Stokes number

انتقال با مایع^۱: این نوع جریان توزیع ذرات جامد با چگالی بالا را داخل یک مایع توصیف می‌کند.

ته‌نشینی^۲: این جریان توصیف‌گر یک ستون مخلوط مایع و جامد است که در ابتدا به صورت همگن با هم مخلوط شده‌اند. در کف این ستون ذرات دارای سرعت بسیار کمی هستند و یک لایه را تشکیل می‌دهند. با گذشت زمان در بالا یک فصل مشترک بدون ذره و در وسط یک منطقه ته‌نشینی ایجاد خواهد شد. این جریان‌ها در شکل (۳) نشان داده شده‌اند.



شکل (۳) جریان‌های مایع-جامد

۲-۴- جریان‌های سه‌فازی

جریان سه‌فازی ترکیبی از رژیم‌های جریانیهستند که قبلاً توضیح داده شده است.

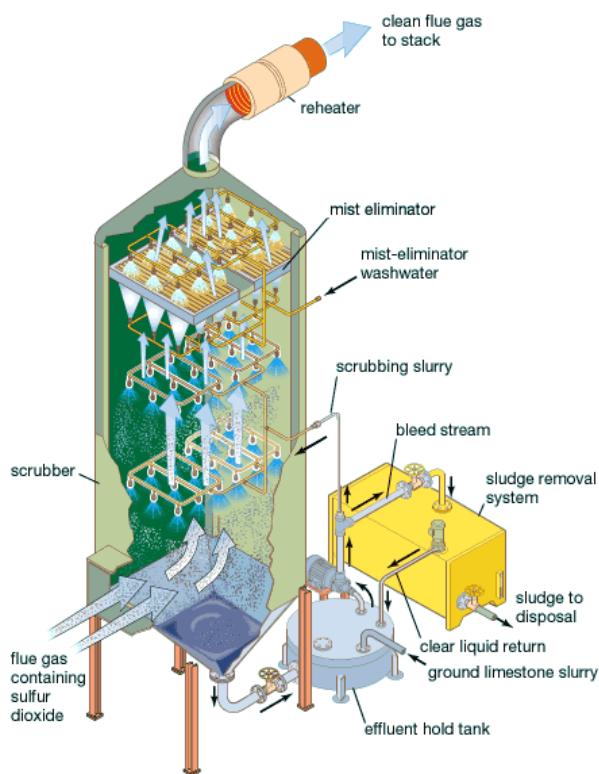
۳- مثالهایی از سیستم‌های چندفازی

مثالهای مشخصی از رژیم‌های جریان که در بخش‌های قبل توضیح داده شده است ذیلاً ارائه شده است:

^۱ Hydrotransport
^۲ Sedimentation

- مثالهای جریان حبابی شامل جاذبها^۱، هوادهی^۲، پمپ بالابر هوا^۳، کایتاسیون، تبخیر کنندهها، شناوری^۴ و تنظیف کنندهها^۵ (شکل (۴)).

- مثالهای جریان قطره‌ای شامل جاذبها، اتومايزرها^۶، محفظه احتراق، پمپ های برودتی^۷، خشک کننده ها، گازهای خنک کننده و تنظیف کنندهها.



شکل (۴) شماتیک یک تنظیف کننده هوا

- مثالهای جریان اسلاگ شامل حرکت حبابهای بزرگ داخل لوله‌ها و مخازن

^۱ Absorbers
^۲ Aeration
^۳ Air lift pumps
^۴ Floatation
^۵ Scrubbers
^۶ Atomizers
^۷ Cryogenic pumps

- مثالهای جریان سطح آزاد شامل جداکننده‌های چرخشی، جمع آوری گرد و خاک، تصفیه هوا، جریانهای محیطی پر از ریزگرد
- مثالهای انتقال نیوماتیکی شامل انتقال سیمان، شن و ماسه و پودر فلزات
- مثالهای بستر سیال شامل راکتورهای بستر سیال و بستر سیال چرخشی
- مثالهای جریان ماده آبیکی شامل انتقال و پردازش مواد معدنی
- مثالهای انتقال با سیال شامل پردازش مواد معدنی و سیستم‌های سیالاتی پزشکی و فیزیکی - شیمیایی
- مثالهای ته‌نشینی شامل پردازش مواد معدنی

۴- انتخاب یک مدل چند فازي برای حل مسائل

گام اول در حل هر مسئله چند فازي تشخیص رژیم آن جریان است. باید دقت نمود که کدام رژیم شامل بیشترین اطلاعات جهت تعیین مدل چند فازي است. همچنین برای جریان‌های شامل حباب، قطره یا ذره باید تشخیص داد که میزان کوپلینگ فازها با یکدیگر چقدر است و مطابق میزان کوپلینگ، مدل مناسب جهت حل را انتخاب نمود.

۴-۱- روشهای مدل‌سازی جریان چند فازي

پیشرفتهای اخیر در زمینه دینامیک سیالات عددی پایه گذاری‌هایی را در جهت شناخت بیشتر و تحلیل این گونه جریان‌ها فراهم ساخته است. در حال حاضر دو روش عددی برای محاسبات جریانهای چند فازي وجود دارد: روش اویلر- لاگرانژ و روش اویلر- اویلر.

۴-۲- روش اویلر-اویلر

در روش اویلر-اویلر فازهای مختلف از نظر ریاضی به صورت یک محیط پیوسته که در هم نفوذ می‌کنند در نظر گرفته می‌شود. از آنجایی که حجم یک فاز توسط فازهای دیگر اشغال نمی‌شود، مفهوم کسر حجم فازی^۱ معرفی شده است. این کسرهای حجمی توابعی پیوسته از زمان و مکان هستند که جمع آنها برابر یک می‌باشد. با در نظر گرفتن معادلات بقا برای هر یک از فازها، مجموعه‌ای از معادلات به دست می‌آید که برای هر فاز ساختاری مشابه دارد. برای بستن این مجموعه از معادلات از اطلاعات تجربی و در صورت دانه‌ای بودن جریان از تئوری انرژی جنبشی استفاده می‌شود.

در نرم افزار FLUENT سه مدل چند فازی اویلر- اویلر وجود دارد: مدل حجم سیال (VOF)، مدل مخلوط (mixture) و مدل اویلری (Eulerian)

۴-۳- مدل VOF

VOF یک تکنیک تعقیب سطح است که به یک شبکه اویلری اعمال می‌شود. این مدل برای دو یا چند سیال مخلوط نشدنی طراحی شده است که در آن فصل مشترک بین سیالها مورد سؤال است. در مدل VOF مجموعه ای از معادلات مومنتم که مربوط به سیالات مختلف است حل می‌شوند و کسر حجمی مربوط به هر یک از سیالها در هر یک از سلولهای محاسباتی در فضای حل دنبال می‌شود. از کاربرد های مدل VOF می‌توان به جریانهای طبقه‌ای، جریانهای سطح آزاد، پر شدن، تلاطم، حرکت حبابهای بزرگ داخل مایع، حرکت مایع بعد از شکست سد^۲، پیش بینی انحلال جت^۳ و تعیین فصل مشترک گاز- مایع اشاره کرد.

^۱ Phasic volume fraction

^۲ Dam break

^۳ Jet breakup

۴-۴- مدل Mixture

در مدل Mixture نیز فازها به عنوان محیطهای پیوسته که در هم نفوذ می کنند در نظر گرفته می شوند. در مدل Mixture معادلات مومنتوم مخلوط حل می شوند و فازها با استفاده از سرعت های نسبی اطلاق شده به آنها، توصیف می شوند. از کاربردهای این مدل می توان به جریان ذره (با مقدار کم)، جریان حبابی، ته نشینی و جداکننده های چرخشی اشاره کرد. همچنین می توان از مدل Mixture بدون استفاده از سرعت های نسبی برای مدلسازی جریان چند فازي همگن استفاده کرد.

۴-۵- مدل Eulerian

مدل Eulerian پیچیده ترین مدل چندفازی در FLUENT می باشد. این مدل برای هر فاز مجموعه ای از n معادله مومنتوم و پیوستگی را حل می کند. این معادلات از طریق فشار و ضرایب مبادله بین فازي، به یکدیگر کوپل می شوند. نحوه ی کوپل شدن به نوع فازها بستگی دارد. کوپل شدن جریان های دانه ای (سیال - جامد) با کوپل شدن جریان های غیر دانه ای (سیال - سیال) تفاوت دارد. برای جریان های دانه ای، خواص، از به کارگیری تئوری انرژی جنبشی به دست می آید. مبادله مومنتوم بین فازها همچنین به نوع محاسبه این مومنتوم بستگی دارد. از کاربردهای مدل چند فازي Eulerian می توان به ستون های حباب، تعلیق ذره و بستر سیال اشاره کرد.

۴-۶- مقایسه مدل ها

به طور کلی، پس از تعیین رژیم جریان برای سیستم چند فازي می توانید مدل مناسب را بر مبنای راهنمایی های زیر انتخاب کنید:

- برای جریان های حبابی، از مدل VOF استفاده کنید.
- برای جریان های سطح - آزاد / لایه ای، از مدل VOF استفاده کنید.

- برای انتقال پنوماتیک در صورتی که جریان همگن باشد، از مدل مخلوط و برای جریان دانه‌ای از مدل اوپلری استفاده کنید.
- برای بسترهای سیال با جریان دانه‌ای از مدل اوپلری استفاده کنید.
- برای جریان‌های ماده آبی و انتقال با آب، از مدل مخلوط یا اوپلری استفاده کنید.
- برای ته‌نشینی از مدل اوپلری استفاده کنید.

برای جریان‌های چند فازی پیچیده معمولی که شامل رژیم‌های جریان چندگانه است، الگوی جریانی که بیشتر مورد نظر است را انتخاب و مدلی که برای این الگو مناسب‌تر را برگزینید. توجه داشته باشید که دقت نتایج به خوبی جریان‌هایی که فقط شامل یک رژیم جریان است نیست چون مدل شما فقط برای بخشی از جریانی که شما مدل می‌کنید، صادق است.

همان‌طور که در این قسمت بحث شد، مدل VOF برای جریان‌های لایه‌ای یا سطح آزاد، و مدل‌های مخلوط یا اوپلری برای جریان‌هایی که فازها مخلوط یا جدا می‌شوند و یا کسرهای حجمی فاز پراکنده از ۱۰٪ بیشتر است، مناسب می‌باشد. جریان‌هایی که در آن کسرهای حجمی فاز پراکنده کمتر از ۱۰٪ است را می‌توان با استفاده از مدل فاز گسسته^۱ مدل کرد.

برای انتخاب بین مدل‌های مخلوط و اوپلری، باید به راهنمایی‌های زیر توجه شود:

اگر توزیع گسترده‌ای از فاز پراکنده داشته باشیم به عنوان مثال اگر اندازه ذرات فرق کند و ذرات نتوانند از میدان جریان اولیه جدا شوند، مدل مخلوط ترجیح داده می‌شود، چون هزینه محاسباتی کمتر می‌باشد. اگر فاز پراکنده در بخشی از فضای حل غلیظ باشد، باید مدل اوپلری انتخاب شود.

^۱ Discrete Phase Method

اگر قوانین درگ بین فازی مناسب برای مسئله مورد نظر (چه از طریق FLUENT چه از طریق UDF) در دسترس است، مدل اوپلری معمولاً نتایج دقیق‌تری نسبت به مدل مخلوط می‌دهد، این در صورتی است که شما بتوانید همان قانون درگ را برای مدل مخلوط به کار برید. اگر قوانین درگ فصل مشترک نامعلوم هستند یا قابلیت به کارگیری آنها در مسئله وجود ندارد، ممکن است مدل مخلوط انتخاب بهتری باشد. برای بیشتر حالات با ذرات کروی قانون شیلر- نیومن^۱ مناسب بوده و برای ذرات غیر کروی باید از UDF استفاده شود.

اگر شما می‌خواهید یک مدل ساده‌تر که نیاز به محاسبات کمتر دارد را حل کنید، مدل مخلوط گزینه‌ی بهتری است، چون تعداد معادلات کمتری نسبت به مدل اوپلری حل می‌کند. وقتی دقت مهم‌تر از میزان محاسبات است، مدل اوپلری انتخاب بهتری است. به خاطر داشته باشید که مدل اوپلری به خاطر پیچیدگی نسبت به مدل مخلوط از نظر محاسباتی پایداری کمتری دارد. لازم به ذکر است مدل‌های چند فازی فلوئنت با طرح مدل‌سازی مش دینامیک سازگار می‌باشد.

۵- تشریح راهنمای انتخاب مدل

برای جریان‌های لایه‌ای و اسلاگ، انتخاب مدل VOF درست است. انتخاب یک مدل برای سایر انواع جریان‌ها ساده نمی‌باشد. به طور کلی، پارامترهایی وجود دارند که جهت مشخص کردن مدل چند فازی مناسب برای جریان‌ها، به شما کمک می‌کنند. این پارامترها عبارت‌اند از: میزان ذرات^۲ β و عدد استوکس St. توجه داشته باشید که کلمه‌ی ذره در این بحث برای ذره‌ی جامد، قطره‌ی مایع یا حباب گاز می‌باشد.

^۱ Schiller Neumann

^۲ Particulate loading

۵-۱- اثر میزان ذرات

میزان ذرات، میزان برهم‌کنش‌های فاز را نشان می‌دهد. میزان ذرات به صورت نسبت دانسیته‌ی جرمی فاز پراکنده^۱ (d) به فاز حامل^۲ (c) تعریف می‌شود:

$$\beta = \frac{\alpha_d \rho_d}{\alpha_c \rho_c} \quad (۱-۵)$$

نسبت دانسیته دو فاز:

$$\gamma = \frac{\rho_d}{\rho_c} \quad (۲-۵)$$

γ برای جریان‌های گاز - جامد بزرگ‌تر از ۱، برای جریان‌های مایع - جامد در حدود ۱ و برای جریان‌های گاز - مایع کمتر از ۰/۰۰۱ است. با استفاده از این پارامترها می‌توان فاصله دو ذره از یکدیگر را تخمین زد. این تخمین توسط Crowe و همکاران به صورت رابطه‌ی زیر به دست آمده است:

$$\frac{L}{d_d} = \left(\frac{\pi}{6} + \frac{1+K}{K} \right)^{1/3} \quad (۳-۵)$$

که برای تعیین $k = \frac{\beta}{\gamma}$ چگونگی رفتار با فاز پراکنده داشتن اطلاعات در خصوص این پارامترها مهم است. به عنوان مثال برای جریان گاز - ذره با بارگیری ذره‌ای ۱، فاصله بین ذرات $\frac{L}{d_d}$ در حدود ۸ است، بنابراین ذرات می‌توانند جدا در نظر گرفته شوند (مثلا میزان ذره خیلی پایین).

مطابق با پارامتر، β ، درجه برهم‌کنش میان فازها می‌تواند به سه دسته زیر تقسیم شود:

^۱ Dispersed phase

^۲ Carrier phase

برای β خیلی پایین، تاثیر فازها بر یکدیگر یک طرفه است. مثلاً سیال حامل، ذره را از طریق نیروی درگ و جریان اغتشاش تحت تاثیر قرار می دهد، اما ذرات تاثیری بر سیال حامل ندارند. مدل های فاز گسسته، مخلوط و اوپلری، می توانند این نوع مسائل را به درستی بررسی کنند. چون مدل اوپلری بیشترین هزینه را دارد، مدل فاز گسسته یا مدل مخلوط توصیه می گردد.

برای β متوسط، تاثیر دو طرفه است. مثلاً سیال حامل، فاز ذره را از طریق نیروی درگ تحت تاثیر قرار می دهد، اما ذرات، سیال حامل را از طریق کاهش مومنتوم متوسط تحت تاثیر قرار می دهند. مدل های فاز گسسته، مخلوط و اوپلری همگی برای این حالت قابل به کار گیری است، اما شما نیاز به در نظر گرفتن فاکتورهای دیگری به منظور تصمیم گیری در مورد این که کدام مناسب تر است، دارید. اطلاعات در خصوص استفاده از عدد استوکس در بخش بعدی آمده است.

برای β بالا، یک تاثیر دو طرفه بین فازهای ذره و سیال به علاوه فشار ذرات به یکدیگر و تنش های ویسکوز ناشی از ذرات (تاثیر چهار طرفه) وجود دارد. فقط مدل اوپلری این مسائل را به خوبی شبیه سازی می کند.

۵-۲- اهمیت عدد استوکس

برای سیستم های با β متوسط، با تخمین مقدار عدد استوکس می توان مناسب ترین مدل را انتخاب کرد. عدد استوکس به صورت رابطه ی میان زمان عکس العمل ذره و زمان عکس العمل سیستم به صورت زیر تعریف می شود:

$$St = \frac{\tau_d}{t_s} \quad (۴-۵)$$

که در آن $\tau_d = \frac{\rho_d d_d^2}{18\mu_c}$ و t_s بر مبنای طول مشخصه (L_s) و سرعت مشخصه (V_s) سیستم مورد مطالعه است و

$$t_s = \frac{L_s}{V_s}$$

برای $St \leq 1$ ذره از جریان تبعیت کرده و هر یک از سه مدل فاز گسسته، مخلوط یا اویلری مناسب است. بنابراین می‌توان مدل کم هزینه‌تر (مدل مخلوط در بیشتر حالات) و یا مناسب‌تر با در نظر گرفتن فاکتورهای دیگر را انتخاب کرد. برای $St > 1$ ذره به صورت مستقل از جریان حرکت کرده به همین دلیل مدل فاز گسسته یا مدل اویلری قابل به کارگیری است.

مثال: برای دسته‌بندی کننده‌ی ذغال با طول مشخصه‌ی 1m و سرعت مشخصه‌ی 10m/s ، عدد استوکس برای ذرات با قطر 30 میکرون برابر 0.4 است، اما برای ذرات با قطر 300 میکرون برابر 4 است. واضح است که مدل مخلوط نمی‌تواند برای حالت دوم به کار رود.

برای فرآوری‌های معدنی در یک سیستم با طول مشخصه‌ی 0.2m و سرعت مشخصه‌ی 2m/s ، عدد استوکس برای ذرات با قطر 300 میکرون برابر 0.05 است. در این حالت می‌توان بین مدل‌های مخلوط و اویلری یکی را انتخاب کرد. برای استفاده از مدل فاز گسسته کسرهای حجمی خیلی بالا هستند.

توجه: به خاطر داشته باشید که استفاده از مدل فاز گسسته محدود به کسرهای حجمی پایین است. همچنین مدل فاز گسسته، تنها مدل چند فازی است که به شما اجازه می‌دهد توزیع ذرات و مدل‌سازی احتراق را شبیه‌سازی کنید.

۵-۳- طرح‌های زمانی در جریان چند فازی

در بسیاری از کاربردهای چند فازی، روند اجرا می‌تواند به صورت مکانی و همچنین زمانی تغییر کند. به منظور افزایش دقت مدل جریان چند فازی، هم فضای مرتبه بالاتر و هم طرح‌های گسسته‌سازی زمان مورد نیاز است. علاوه بر طرح زمانی مرتبه اول در نرم‌افزار، طرح زمانی مرتبه دوم در مدل‌های چند فازی مخلوط و اویلری به همراه طرح ضمنی VOF قابل دسترس هستند. لازم به ذکر است که طرح زمانی مرتبه دوم نمی‌تواند با طرح صریح VOF مورد استفاده قرار گیرد. طرح زمانی مرتبه دوم با تمامی معادلات انتقال مطابقت دارد. این

معادلات شامل معادلات مومنتوم فاز مخلوط، معادلات انرژی، معادلات انتقال اجزا، مدل‌های اغتشاش، معادلات کسر حجمی فازی، معادله تصحیح فشار و مدل جریان دانه‌ای می‌باشد. در جریان چند فازی، یک معادله‌ی انتقال کلی می‌تواند به صورت زیر نوشته شود:

$$\frac{\partial(\alpha\rho\phi)}{\partial t} + \nabla \cdot (\alpha\rho\vec{V}\phi) = \nabla \cdot \bar{\tau} + S_\phi \quad (5-5)$$

که در آن ϕ متغیر یک مخلوط (برای مدل مخلوط) یا یک فاز، α کسر حجمی فاز (برای معادله مخلوط واحد است)، ρ دانسیته مخلوط، \vec{V} سرعت مخلوط یا فاز (بسته به معادلات)، $\bar{\tau}$ ترم نفوذ و S_ϕ ترم چشمه است. به عنوان یک طرح کاملاً ضمنی و استفاده از تقریب پسرو اویلر برای ترم زمان، معادله انتقال کلی (معادله‌ی 5-5) به صورت زیر منفصل می‌شود:

$$\frac{3(\alpha_p\rho_p\phi_p)^{n+1} - 4(\alpha_p\rho_p\phi_p)^n + (\alpha_p\rho_p\phi_p)^{n-1}}{2\Delta t} = \sum [A_{nb}(\phi_{nb} - \phi_p)]^{n+1} + S_U^{n+1} - S_p^{n+1}\phi_p^{n+1} \quad (6-5)$$

معادله‌ی (6-5) را می‌توان به شکل ساده‌تر نیز نوشت:

$$A_p\phi_p = \sum A_{nb}\phi_{nb} + S_\phi \quad (7-5)$$

که در آن

$$A_p = \sum A_{nb}^{n+1} + S_p^{n+1} + \frac{1.5(\alpha_p\rho_p\phi_p)^{n+1}}{\Delta t}$$

$$S_\phi = S_u^{n+1} + \frac{2(\alpha_p\rho_p\phi_p)^n - 0.5(\alpha_p\rho_p\phi_p)^{n-1}}{\Delta t}$$

این طرح بر مبنای طرح اویلر مرتبه‌ی اول موجود در فلوئنت به راحتی قابل اجراست و بدون هیچ قید و شرطی پایدار است، هر چند ضریب منفی در ترم زمان t_{n-1} ممکن است در صورت بزرگ بودن گام زمانی، نوساناتی را در حل ایجاد کند که این مشکل را می‌توان با وارد کردن طرح مرتبه دوم حل کرد. از آنجا که حل‌های نوسانی بیشتر در جریان‌های مایع تراکم‌پذیر دیده می‌شوند، در نسخه‌ی کنونی نرم‌افزار، طرح زمانی مرتبه دوم فقط برای جریان‌های مایع تراکم‌پذیر به کار برده شده است و برای جریان‌های مایع تک‌فازی و چندفازی تراکم‌پذیر، طرح زمانی مرتبه دوم، طرح پیش‌فرض است.

۵-۴- پایداری و همگرایی

فرآیند حل سیستم‌های چندفازی به طور ذاتی مشکل است و ممکن است شما با برخی مسائل در خصوص پایداری و همگرایی مواجه باشید. اگر مسأله وابسته به زمان حل می‌شود و از میدان‌های مجزا برای شرایط اولیه استفاده می‌گردد، پیشنهاد می‌شود که چندین تکرار با گام زمانی کوچک، حداقل با مرتبه کوچک‌تر از زمان مشخصه‌ی جریان انجام گیرد. می‌توان بعد از انجام چندین گام زمانی، اندازه‌ی گام زمانی را افزایش داد. برای حل‌های پایا توصیه می‌شود با ضریب زیر تخفیف^۱ کوچک برای کسر حجمی شروع کرد. همچنین توصیه می‌شود که از یک جز کسر حجمی معادل صفر شروع نکنید. گزینه‌ی دیگر شروع با محاسبات مدل چند فازی مخلوط و سپس تغییر به مدل چند فازی اویلری است.

^۱ Under-relaxation factor