

شبیه‌سازی CFD جریان دو فازی مایع - مایع در جداکننده صفحه‌ای و بررسی اثر فاصله صفحات بر میزان جدایش

مریم سلیمی^۱، حامد نظیری^{۲*} و فرهاد صابونچی^۳
مدیر R&D شرکت آذر انرژی تبریز info@azarenergy.com^{۲*}

چکیده

در این کار رفتار هیدرودینامیکی جریان دو فازی مایع - مایع در جداکننده صفحه‌ای به کمک دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) مورد بررسی قرار گرفته است. بررسی‌های صورت گرفته شامل تاثیر فواصل مختلف بین صفحات جداکننده در میزان جدایش دو فاز و انتخاب مقدار بهینه بوده و سپس این مقدار بهینه با مقدار به دست آمده از روابط تئوری حاکم مقایسه شده است. نتیجه حاصل از شبیه‌سازی با مقدار تئوری تطابق قابل قبولی دارد. شبیه‌سازی با در نظر گرفتن جریان دو فازی مایع - مایع و اعمال برهم‌کنش‌های بین فازی با رویکرد اولرین - اولرین انجام شده است. مش‌بندی سیستم به صورت ساختار یافته انجام شده و شبیه‌سازی‌ها به صورت ناپایا و سه بعدی صورت گرفته است. معادلات حاکم به روش حجم محدود برای تمام دامنه محاسباتی سیستم حل شده است. جریان مورد بررسی آرام می‌باشد و برای گسسته‌سازی ترم‌های مکانی و زمانی از روش طرح اختلاف بالا دست مرتبه دو استفاده شده است.

کلمات کلیدی: شبیه‌سازی CFD، جریان دو فازی، جداکننده صفحه‌ای مایع - مایع، کسر حجمی فاز پراکنده

۱- مقدمه

اکثر جریان‌هایی که در طبیعت یا در فرایندهای شیمیایی وجود دارند از نوع چند فازی هستند. جریان‌های چند فازی به چند دسته کلی گاز- مایع، مایع - مایع، گاز- جامد، مایع - جامد دسته‌بندی می‌شوند. در این میان فرایندهای جداسازی سیالات دو فازی مایع - مایع از اهمیت خاصی در صنایع نفت و پتروشیمی برخوردار هستند و بر اساس نوع سیال و شرایط عملیاتی از روش‌های مختلف جداسازی استفاده می‌گردد. بنابراین تحقیقات متعددی در زمینه بررسی نحوه جداسازی و بهینه‌سازی آن‌ها صورت گرفته است. بوزینی [۱] جداسازی دو سیال غیرقابل امتزاج در جریان لوله را توسط دینامیک سیالات محاسباتی شبیه‌سازی و خوردگی و

فرسایش را در سیستم مورد نظر بررسی کرده است. الیاری و همکاران [۲] جدایش دو فاز نفت و آب در زانویی ۱۸۰ درجه را شبیه‌سازی کرده‌اند. نتایج آنها نشان داده است که افزایش نسبت شعاع زانویی به شعاع لوله باعث اثر منفی در جدایش دو مایع می‌شود. رومتل و همکاران [۳] طراحی، بازدهی و جداسازی جریان دو فاز مایع - مایع را بررسی کرده و در مطالعات خود جداکننده صفحه‌ای^۱ را مورد بررسی قرار داده‌اند. در کار دیگری توسط جیمز و همکاران [۴] مدلی برای فیلم جدایش دو فاز توسط جداکننده صفحه‌ای ارائه شده و شبیه‌سازی عددی حرکت و ته‌نشینی قطرات انجام شده است. در کار دیگری الیاری و همکاران [۵] جریان لایه‌ای دو فاز در لوله افقی را شبیه‌سازی کرده و نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی را با نتایج تجربی مقایسه کرده‌اند و توسط دینامیک سیالات محاسباتی به پیش‌بینی جریان و جدایش فازها پرداخته‌اند. گومز و همکاران [۶] نیز یک جداکننده ثقلی را در حالت دینامیکی مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها اندازه قطرات و ضخامت محدوده پراکندگی فاز پراکنده را محاسبه و نتایج خود را با نتایج تجربی مقایسه کرده‌اند.

یکی از انواع جداکننده‌های رایج در صنعت نفت، جداکننده‌های صفحه‌ای هستند. این نوع جداکننده‌ها ترکیبی از صفحات شیب‌دار موازی با فواصل یکسان هستند. از این نوع صفحات زمانی استفاده می‌شود که نیاز به افزایش بازده جداکننده‌های ثقلی مایع - مایع وجود داشته باشد. این صفحات شرایطی را مهیا می‌سازند که ذرات معلق فاز پراکنده با قرارگیری در روی صفحات به یکدیگر متصل شوند و تشکیل قطراتی بزرگتر را بدهند و راحت‌تر بتوانند به واسطه نیروی ثقل از فاز پیوسته جدا شوند. شیب‌دار بودن صفحات باعث حرکت فازها به سمت مرز بینشان می‌شود. معمولاً رژیم جریان بین صفحات آرام است تا جداسازی به خوبی اتفاق بیفتد. میزان شیب و فاصله بین صفحات با توجه به کاربرد آنها، مشخص و ثابت است. معمولاً زاویه صفحات ۴۵ تا ۶۰ درجه و فاصله آنها از یکدیگر ۱۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر می‌تواند متغیر باشد. سالم و همکاران [۷] جدایش ذرات جامد در مایع را توسط جداکننده صفحه‌ای مورد بررسی قرار داده‌اند. آنها از شبیه‌سازی CFD استفاده کرده و نتایج به دست آمده را با داده‌های تجربی مقایسه نموده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که استفاده از توزیع‌کننده نازلی می‌تواند بازده هیدرولیکی را بهبود بخشد. کوله‌ماینن و همکاران [۸] دو فاز غیر قابل امتزاج را توسط جداکننده صفحه‌ای در ابعاد میکرو مورد آزمایش قرار داده‌اند. نتایج نشان‌دهنده این بود که دو صفحه موازی در صورت انتخاب ابعاد و فاصله مناسب بین صفحات، به تنهایی برای جداسازی کافی است.

در این تحقیق جهت رسیدن به بینش کافی در خصوص مکانیزم‌های مختلف داخل جداکننده‌های صفحه‌ای، از شبیه‌سازی هیدرودینامیک توسط روش دینامیک سیالات محاسباتی برای جداسازی آب و نفت استفاده شده و فاصله بهینه بین صفحات به دست خواهد آمد. بنابراین ابتدا به تعریف هندسه مساله پرداخته و

¹ Plate pack

معادلات حاکم بر فیزیک مساله بطور مختصر معرفی شده و شرایط مرزی موجود ذکر می گردد و در نهایت نتایج شبیه سازی ارائه و با نتایج تئوری مقایسه خواهد شد.

۲- تعریف مساله و روش حل آن

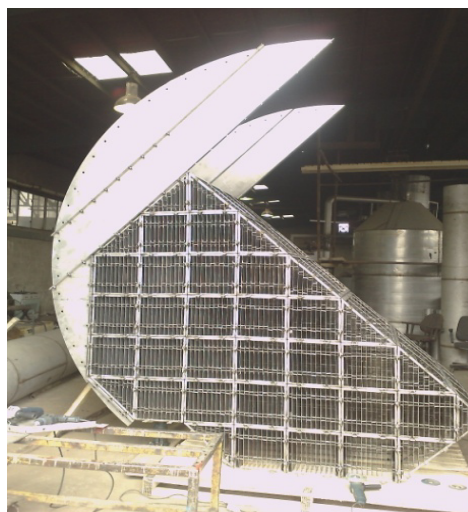
هندسره مورد بررسی در این تحقیق، جداکننده صفحه ای به طول ۱/۵ متر، ساخته شده توسط شرکت آذرانرژی می باشد (شکل ۱) که در مخزن استوانه ای به قطر ۳/۵ متر قرار گرفته است. در این بستر، جریان نفت و آب به صورت همسو توسط یک توزیع کننده وارد شده و به طور یکنواخت و آرام در طول مخزن جریان می یابد. صفحات به صورت مورب با زاویه ۴۵ درجه نسبت به سطح افق قرار گرفته اند. شرایط عملیاتی و خصوصیات نفت و آب مورد استفاده در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: شرایط عملیاتی و خصوصیات مواد

سیال ورودی	دبی ورودی (m ³ /hr)	دانسیتیه (Kg/m ³)	ویسکوزیتیه (kg/m.s)
نفت	۴۱۳/۵	۷۹۹/۹	۰/۰۰۳۶۵۷
آب	۳	۹۵۵/۲	۰/۰۰۰۳۰۶

شبیه سازی سیستم قبل از ساخت آن صورت گرفته و هدف از آن تایید طراحی های انجام شده توسط این شرکت در راستای محاسبه فاصله بهینه صفحات بوده است. مبنای طراحی های انجام شده نیز روابط حاکم بر ریزش^۲ قطرات فاز پراکنده درون فاز پیوسته می باشد.

² Settling



شکل ۱: جداکننده مایع - مایع ساخته شده توسط شرکت آذر انرژی

۲-۱- قوانین حاکم بر ریزش قطرات در محاسبات تئوری

قوانین حاکم بر ریزش قطرات فاز پراکنده درون فاز پیوسته بر اساس مقدار عدد رینولدز به این صورت می‌باشد:

اگر $Re < 2$ باشد، قانون استوکس^۳ حاکم است،

$$V_s = (C_1) \left(\frac{d^2 \Delta S}{\mu} \right) \quad (1)$$

اگر $2 \leq Re \leq 500$ باشد، قانون میانی^۴ حاکم است،

$$V_s = (C_2) \left(\frac{(d)^{1.143} (\Delta S)^{0.714}}{(\mu)^{0.429} (S_c)^{0.286}} \right) \quad (2)$$

و اگر $Re > 500$ باشد، قانون نیوتن^۵ حاکم است:

$$V_s = (C_3) \left(\frac{d \Delta S}{S_c} \right)^{0.5} \quad (3)$$

³ Stokes' law

⁴ Intermediate law

⁵ Newton's law

عدد رینولدز نیز از رابطه ۴ به دست می آید:

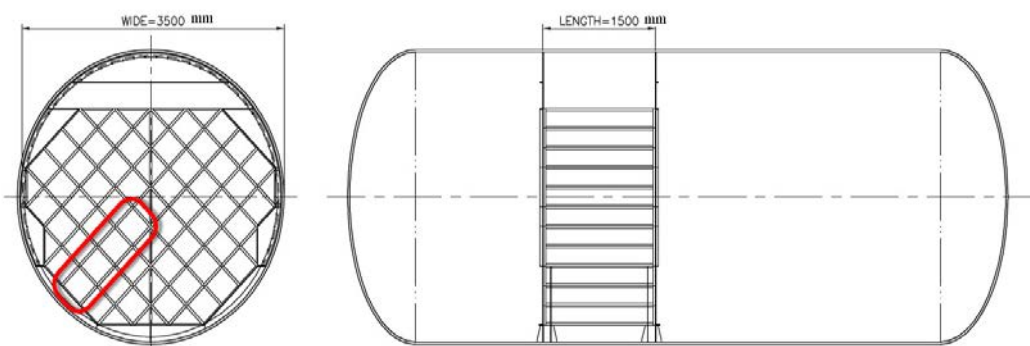
$$Re = (C_4) \left(\frac{d V_s S_c}{\mu} \right) \quad (4)$$

که در این روابط V_s سرعت تهنشینی قطرات فاز پراکنده (mm/s)، ΔS اختلاف وزن مخصوص دو فاز پیوسته و پراکنده، d قطر ذرات فاز پراکنده (mm) و S_c و μ به ترتیب وزن مخصوص و ویسکوزیته (mPa.s) فاز پیوسته و ضرایب (C_1) تا (C_4) نیز به ترتیب ۵۴۴، ۱۰۸، ۱۷۲، ۰/۹۹۹ می باشند. از آنجایی که برای محاسبه عدد رینولدز مقدار V_s لازم است، جهت تعیین معادله برای محاسبه V_s ، بایستی محاسبات به صورت سعی و خطا انجام پذیرد. بنابراین ابتدا با فرض محدوده عدد رینولدز، سرعت تهنشینی قطره از معادله مربوطه محاسبه می شود و در صورت عدم تطابق عدد رینولدز به دست آمده با محدوده فرضی، از سایر روابط استفاده می گردد.

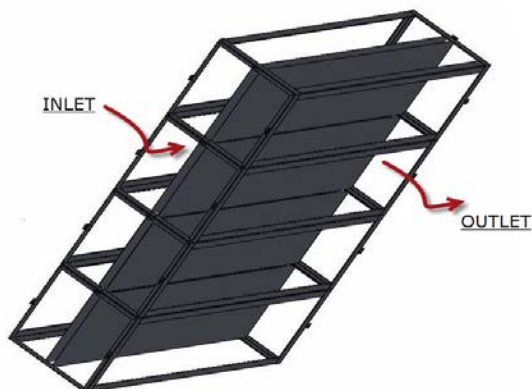
مبنای محاسبات جداکننده صفحه‌ای بازه زمانی عبور سیال از بین صفحات می باشد. به طوری که باید در این مدت زمان، قطرات فرصت لازم برای قرار گرفتن روی صفحات و اتصال به یکدیگر را داشته باشند. بنابراین با به دست آوردن سرعت ریزش قطرات با قطر مشخص و مدت زمان گذر سیال از مجرای عبوری، فاصله مورد نیاز بین صفحات به دست خواهد آمد.

۲-۲- تعریف مساله و معالات حاکم در شبیه سازی CFD

در شکل ۲ شمای کلی در دو مقطع طولی و عرضی نشان داده شده است. به دلیل بزرگ بودن هندسه و حجم محاسباتی، شبیه سازی کل سیستم امکان پذیر نمی باشد. جهت کاهش زمان محاسباتی، حل مساله در هندسه سه بعدی با در نظر گرفتن یکی از مجراهای عبور سیال با طول و عرض ۱/۳۲ و ۱/۵ متر و ضخامت های ۰/۲۵، ۰/۳۰، ۰/۳۵، ۰/۴۰ متر انجام شده است. شکل ۳ حجم محاسباتی انتخاب شده را نشان می دهد.



شکل ۲: شمای کلی در دو مقطع طولی و عرضی



شکل ۳: حجم محاسباتی انتخاب شده

دیدگاه مورد استفاده در این مقاله اولرین^۶ - اولرین می باشد. معادلات حاکم در مدلسازی شامل معادلات پیوستگی و مومنتوم می باشد که برای فاز k به ترتیب به شکل زیر تعریف می گردند:

$$\frac{\partial(\varepsilon_k \rho_k)}{\partial t} + \nabla \cdot (\varepsilon_k \rho_k u_k) = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial(\varepsilon_k \rho_k u_k)}{\partial t} + \nabla \cdot (\varepsilon_k \rho_k u_k^2) = -\varepsilon_k \nabla p_k + \nabla \cdot (\varepsilon_k \mu \nabla u_k) + \varepsilon_k \rho_k g + F_{kr} (u_k - u_r) \quad (6)$$

⁶ Eulerian

جهت مدل‌سازی بایستی نیروهای بین‌فازی محاسبه شده و در معادلات کل بقاء مومنتوم وارد شوند. در شبیه‌سازی انجام شده فرض شده است که سیال آب و نفت به کاررفته باهم انتقال جرم ندارند. همچنین از آنجا که قطر ذرات بسیار کوچک بوده، ذرات به شکل کروی فرض شده‌اند و به این دلیل از نیروی برآ نیز صرف‌نظر شده است. بطور کلی مهمترین نیرو در این شبیه‌سازی، نیروی دراگ می‌باشد. برای جریان سیال-سیال، فاز دوم به صورت قطره فرض می‌شود. این معیاری است که می‌بایست در انتخاب فازها به عنوان فاز اصلی یا فاز فرعی دقت شود. برای نمونه جایی که مقدار نامساوی از فازها وجود داشته باشد، فازی که غالب است به عنوان فاز اول در نظر گرفته می‌شود. ضریب تبادل برای این نوع از فازها (مایع - مایع، جریان‌های حبابی، مایع - گاز) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$K_{pq} = \frac{\alpha_p \alpha_q \rho_p f}{\tau_p} \quad (7)$$

$$\tau_p = \frac{\rho_p d_p^2}{18\mu_q} \quad (8)$$

که در آن f ، به عنوان تابع درگ و τ_p ، به عنوان زمان آسایش ذره^۷ تعریف می‌شود. d_p ، قطر ذرات فاز پراکنده (آب) می‌باشد. در مورد تابعیت f به ضریب درگ C_d ، در شبیه‌سازی انجام شده، مدل شیلر- نیومن^۸ مناسب‌ترین مدل می‌باشد.

جهت تسریع محاسبات، کسر حجمی فاز پراکنده (آب) از طریق نسبت سرعت‌های ظاهری محاسبه و به عنوان حدس اولیه در محاسبات قرار داده شده است.

برای حل، در روش گسسته‌سازی از طرح اختلاف بالادست مرتبه دوم و برای حل همزمان سرعت و فشار، از روش سیمپل استفاده شده است. میزان معیار همگرایی 10^{-8} برای معادله پیوستگی و جریان از نوع آرام می‌باشد. معادلات حاکم به روش حجم محدود برای تمام دامنه محاسباتی و به صورت ناپایا با گام زمانی 0.001 ثانیه حل گردیده است. مشخصات سیستم مورد استفاده برای انجام محاسبات و شبیه‌سازی بصورت Intel(R) Core(TM) i5-3.8GHz, RAM:12GB می‌باشد.

⁷ Particle Relaxation time

⁸ Schiller and Naumann

۳- بررسی شرایط مرزی

شرط مرزی ورودی استفاده شده در این تحقیق، سرعت ورودی می‌باشد. یکی دیگر از شرط‌های مرزی که در این مطالعه نیز از آن استفاده شده است، شرط مرزی فشار خروجی است. این شرط مرزی در جایی استفاده می‌شود که جزئیات دقیق توزیع جریان معلوم نبوده اما مقادیر مرزی فشار معلوم باشد. در اینجا از شرط مرزی دیواره نیز استفاده می‌شود. این شرط مرزی برای محدود کردن نواحی سیال با جامد به کار می‌رود.

۴- بررسی استقلال جواب از مش

به منظور بررسی استقلال جواب از مش، ۳ نوع مش مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. مش‌ها از نوع ساختار یافته می‌باشند که در کنار دیواره ریزتر از سایر نقاط در نظر گرفته شده‌اند. معیار مورد بررسی در هر یک از مش‌بندی‌های ارائه شده میزان افت فشار در مجرای عبوری جریان می‌باشد. مشخصات مش‌بندی‌ها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲: مشخصات مش‌بندی‌های مورد استفاده و افت فشار

نوع مش	Cell	افت فشار (mbar/m)
مش نوع ۱	۷۰۲۸۰	۰/۱۴۵
مش نوع ۲	۱۸۷۵۰۰	۰/۱۷۵
مش نوع ۳	۷۵۰۰۰۰	۰/۱۷۶

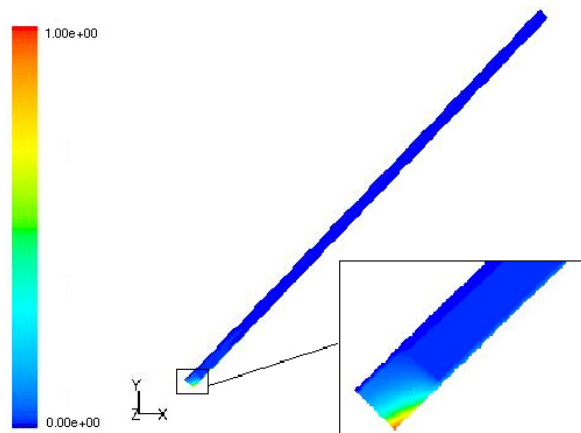
همانطور که نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد افت فشار درون سیستم در مش نوع ۲ نسبت به مش نوع ۳ دارای تغییرات بسیار کمی می‌باشد و مش نوع ۱ بیشترین اختلاف را با دو نوع مش دیگر دارد. بنابراین مش نوع ۲ به عنوان مش بهینه برای انجام محاسبات انتخاب گردیده است.

۵- تجزیه و تحلیل نتایج

در این مقاله به منظور ارزیابی نتایج شبیه‌سازی CFD، از شرایط هندسی جداکننده ساخته شده توسط شرکت آذرانرژی استفاده گردیده است. نتایج، شامل بررسی میزان جدایش دو فاز آب و نفت با فواصل مختلف صفحات و انتخاب فاصله بهینه می‌باشد.

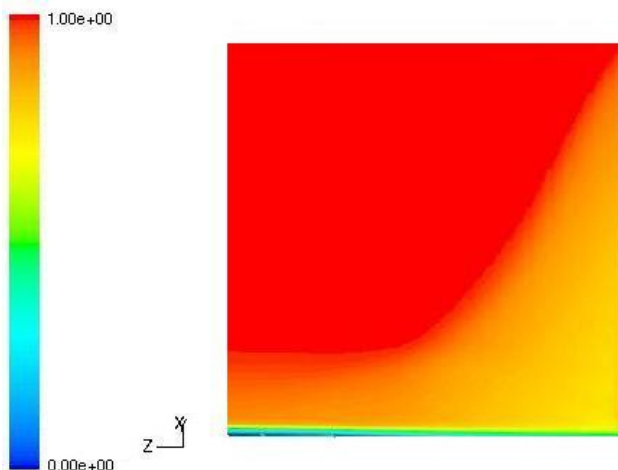
۵-۱- نحوه تغییرات کسر حجمی فاز پراکنده

تغییرات کسر حجمی فاز آب در مقطع عرضی یک مجرا نیز در شکل ۴ نشان داده شده است. مشاهده می‌گردد که تغییرات فقط محدود به نقاط انتهایی مجرا می‌شود و بیشترین تجمع در گوشه پایینی آن صورت می‌گیرد.



شکل ۴: تغییرات کسر حجمی فاز آب در مقطع عرضی

شکل ۵ نیز تغییرات کسر حجمی فاز نفت در طول مسیر حرکت سیال را در صفحه زیرین نشان می‌دهد. عکس رویداد فوق در اینجا برای فاز پیوسته (نفت) اتفاق افتاده و با درصد خلوص بسیار بالا در بالای آب قرار گرفته است. مشاهده می‌گردد که کسر حجمی فاز نفت به جز محدوده بسیار کوچک پایین در بقیه نقاط به یک بسیار نزدیک شده است.



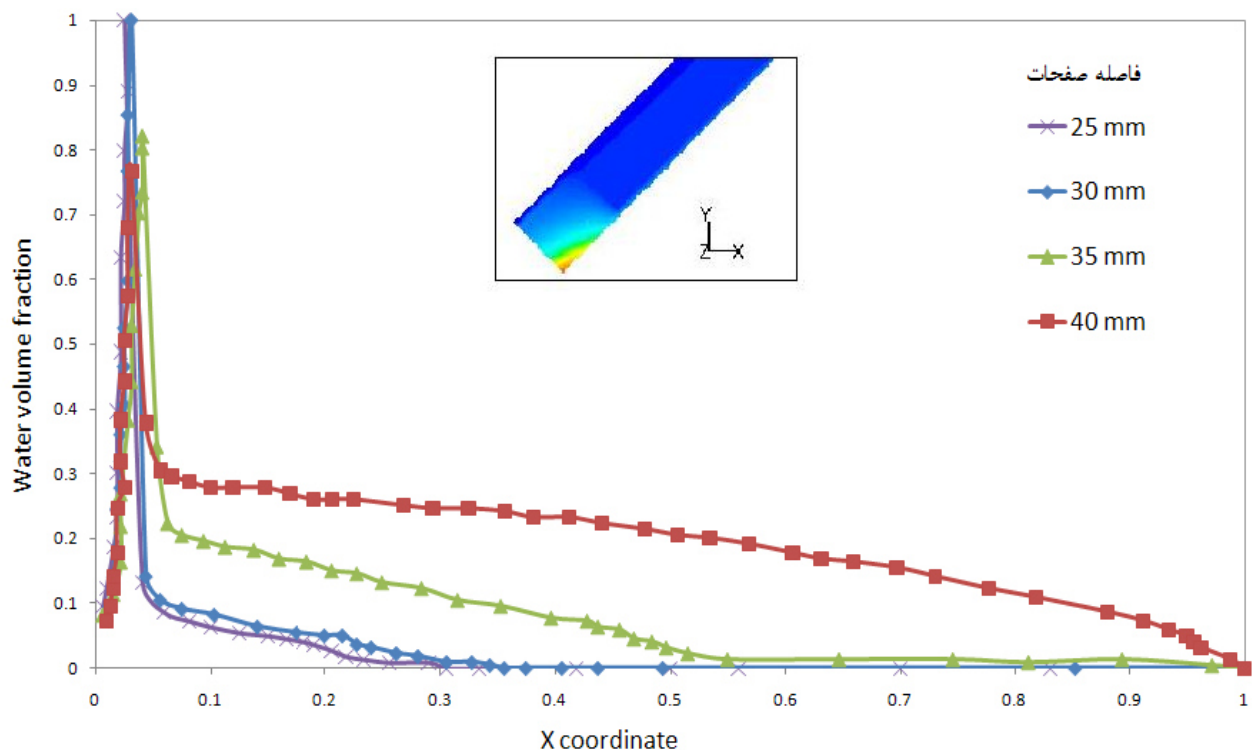
شکل ۵: تغییرات کسر حجمی فاز نفت در طول مسیر حرکت سیال

۵-۲- بررسی اثر فاصله صفحات در میزان جدایش فازها

شکل ۶ توزیع کسر حجمی فاز آب را در مقطع خروجی جریان با فواصل مختلف بین صفحات نشان می‌دهد. همان‌طور که در این نمودار مشاهده می‌شود در همه فواصل، کسر حجمی آب ابتدا روند افزایشی داشته و سپس به سمت صفر میل می‌کند. این رفتار به دلیل تجمع فاز آب در گوشه پایین صفحات و ماکزیمم شدن کسر حجمی آن است. به عبارتی در نقطه صفر محور X که معادل با گوشه پایین سمت چپ مسیر سیال است، جریان دو فازی می‌باشد و کمی جلوتر در راستای محور X ، معادل با گوشه پایین سمت راست، کسر حجمی به یک نزدیک شده و جدایش کامل در این قسمت اتفاق افتاده است. نزدیک شدن به انتهای محور X معادل با نقاطی بالاتر در مسیر جریان است که طبیعتاً در صورت عملکرد مناسب جداکننده، این نقاط بایستی تک فازی شده باشند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهند که با افزایش فاصله صفحات، میزان جداسازی کمتر اتفاق می‌افتد و گاهی فاز آب به طور کاملاً پراکنده در کل مقطع خروجی حضور دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کاهش فاصله صفحات باعث افزایش میزان جداسازی فازها خواهد شد. ولی از طرفی نمودارها بیانگر این است که مقدار بهینه‌ای را می‌توان برای شرایط عملیاتی موجود یافت. با انتخاب فاصله ۲۵ و ۳۰ میلی‌متر مشاهده می‌شود که تغییر آنچنانی در نمودار کسر حجمی اتفاق نیفتاده است. بنابراین چون ساخت صفحات با فواصل زیاد، از لحاظ

اقتصادی، به سبب کاهش مواد مورد نیاز، مقرون به صرفه است، می توان گفت که فاصله ۳۰ میلی متر به عنوان مقدار بهینه انتخاب می شود.

بر اساس محاسبات انجام شده بر مبنای روابط ۱ تا ۴ و با طی کردن روند ذکر شده در بخش ۱-۲، فاصله مورد نیاز بین صفحات ۳۰ میلی متر به دست آمده است. بنابراین نتیجه به دست آمده از شبیه سازی دینامیک سیالات محاسباتی با نتیجه به دست آمده از محاسبات تئوری تطابق دارد.



شکل ۶: تغییرات کسر حجمی فاز آب در راستای محور X برای صفحات با فواصل مختلف

۶- نتیجه گیری

در این تحقیق شبیه سازی دینامیک سیالات محاسباتی جریان دو فازی مایع - مایع در جداکننده صفحه ای به منظور بدست آوردن فاصله بهینه بین صفحات، از طریق حل معادلات حاکم که شامل معادلات پیوستگی و مومنتوم می باشند، با در نظر گرفتن جریان دو فازی مایع - مایع و اعمال برهم کنش های بین فازی با رویکرد اولرین - اولرین انجام شده است. با توجه به نتایج حاصل از داده های شبیه سازی تطابق قابل قبولی بین این داده ها و مقادیر بدست آمده از روابط تئوری حاکم، وجود دارد. علاوه بر این نتایج نشان دهنده این است که

با کاهش فاصله بین صفحات، میزان جداسازی آب از نفت افزایش می‌یابد ولی با کاهش بیشتر فاصله، تغییر چندانی در کسر حجمی فاز پراکنده ایجاد نمی‌شود و بنا به ملاحظات اقتصادی انتخاب فاصله بهینه صورت می‌پذیرد.

۷- تشکر و قدردانی

با سپاس از شرکت طراحی و مهندسی صنایع انرژی (EIED) که با اتکا به توانمندی‌های داخلی در ساخت و تولید تجهیزات مربوط به صنایع نفت و گاز و پتروشیمی، طراحی و ساخت جداکننده‌های صفحه‌ای مخازن شرکت نفت و گاز اروندان را به شرکت آذر انرژی تبریز واگذار کردند.

۸- علائم و واحدها

فشار، pa	P
زمان، s	t
دانسیته، kg/m^3	ρ
تخلخل	ε
ویسکوزیته، kg/(m.s)	M
تبادل مومنتوم بین فازی	F_{kr}

مراجع

- [1] B. Bozzini, M.E. Ricotti, M. Boniardi and C. Mele, "Evaluation of erosion-corrosion in multi phase flow via CFD and experimental analysis" *Wear*, Vol. 255, 237-245 (2003).
- [2] M.A. Al-Yaari and B.F. Abu-Sharkh, "CFD Prediction of Oil-Water Phase Separation in 180° Bend" *Asian Transactions on Engineering*, Vol. 01, Issue 5, (2011).
- [3] W. Rommel, E. Blass and A. Meon', "Plate separators for dispersed liquid-liquid systems: multiphase flow, droplet coalescence, separation performance and design" *Computers & Chemical Engineering*, Vol. 47, 555-564 (1992).
- [4] P.W. James, B.J. Azzopardi, Y. Wang and J.P. Hughes, "A model for liquid film flow and separation in a wave-plate mist eliminator" *Chemical Engineering Research and Design*, Vol. 83, 469-477 (2005).
- [5] M.A. Al-Yaari and B.F. Abu-Sharkh, "CFD Prediction of Stratified Oil-Water Flow in a Horizontal Pipe" *Asian Transactions on Engineering*, Vol. 01, Issue 5, (2011).
- [6] E.F. Gomes, M.M.L. Guimaraes and L.M. Ribeiro, "Numerical modeling of a gravity settler in dynamic conditions" *Advances in Engineering Software*, Vol. 38, 810-817 (2007).



- [7] A.I. Salem, G. Okoth and J. Thoming, “An approach to improve the separation of solid-liquid suspensions in inclined plate settlers: CFD simulation and experimental validation” *Water Research*, Vol. 45, 3541-3549 (2011).
- [8] E. Kolehmainen and I. Turunen, “Micro-scale liquid-liquid separation in a plate-type coalescer” *Chemical Engineering and Processing*, Vol. 46, 834-839 (2007).

CFD Simulation of Two Phase Flow in Plate Pack Liquid-Liquid Coalescer and the Effect of Plates Spacing on Separation Performance

Maryam Salimi¹, Hamed Naziri² and Farhad Saboonchi³

²info@azarenergy.com

Abstract

In this study hydrodynamics of liquid-liquid two phase flow through plate pack coalescer have been investigated by CFD simulation. Separation performance dependency to plates distance and its optimum value for specific operating condition has been investigated. Furthermore the optimum value has been compared with calculation based on theoretical laws and the results show a good conformity. Unsteady state, two phase 3D simulations have been performed based on Eulerian-Eulerian approach. Structured meshes have been used in the simulation. Governing equations are solved by finite volume method for all computational domains. The flow pattern is laminar and second-order UPWIND differencing method has been used for discretization of convection terms.

Key Words: CFD simulation, Two phase flow, Liquid-liquid plate pack coalescer, Dispersed phase, Volume fraction.