

طرح دقیق‌تر بدون پایلوت پلنت *

ترجمه: فروغ واعظی

جلو می‌راند. رینالد در توضیح مطلب می‌گوید « ما آنچه را که سابقاً استفاده می‌شد یک "مدل جعبه سیاه"⁶ می‌دانیم و به بیان دیگر یک شیوه مهندسی شیمی که عملکرد را مطابق با آب ورودی و الزاماً نه آنچه که در خود راکتور اتفاق می‌افتد شبیه‌سازی می‌نماید. به عنوان مثال در مورد منعقد کننده به شما می‌گوید برای دستیابی به کیفیت مورد نظر از آب خروجی چقدر باید وارد کرد اما در مورد روش کار و این که کجا باید این منعقد کننده وارد شود اطلاعاتی نمی‌دهد.

در شیوه کار متعارف، این قبیل بررسی‌ها به شکل یک پایلوت پلنت تثبیت شده است. اما همان‌طور که رینالد اشاره می‌کند تلاش‌هایی که در مقیاس کوچک صورت می‌گیرند هرگز کامل نیستند. او می‌گوید " شما مدام مجبور هستید برای کسب اطمینان از این که مخاطرات مربوط به تغییرات کیفیت آب خام را ملحوظ نموده‌اید مدت‌های مدیدی از این قبیل تغییرات در محاسبات و عمل استفاده نمایید تا تمامی نوساناتی که می‌تواند در یک تصفیه‌خانه حقیقی رخ دهد برای شما قابل مقایسه باشد. این کار وقت‌گیر و پرهزینه است."

به دلایل فوق‌الذکر، لیانس از هشت سال پیش و با تشریک مساعی چندین دانشگاه INSA در تولوز فرانسه طی تلاشی که ۲ میلیون یورو هزینه برده است اقدام به توسعه مقیاس مجازی نمود. کار برای ساده‌ترین سیستمی که قابل مدل شدن بود یعنی واحدهای تماس با کلر که مرحله نهایی تصفیه آب هستند آغاز شد. سپس لیانس با در نظر گرفتن محاسبات مربوط به راهبندهای بهینه شده و مسائل هیدرولیکی آنها کار را برای مدل‌سازی واحدهای تماس با ازن پیشرفت داد. درست در این هنگام بود که لیانس توانست قدم به دنیای واقعی گذارد و برقرار سازی مجدد سیستم ازن زنی را برای مورسنگ⁷

یک ابزار کامپیوتری جدید¹ توسط لیونس فاکس چشم‌انداز نوینی از طراحی تصفیه‌خانه‌های آب را که بدون نیازه انجام تحقیق در سطح پایلوت می‌باشد به وجود آورده است و به نظر می‌رسد همین طریقه برای طراحی تأسیسات تصفیه فاضلاب نیز قابلیت تعمیم داشته باشد.

در سپتامبر سال ۲۰۰۰ میلادی لیونس فاکس تشریح کاملی از واحد تصفیه در مقیاس مجازی² را اعلام کرد که این توصیف را در میدان طراحی تأسیسات تصفیه آب می‌توان به عنوان تحقق پیشروی در هر مقیاس مورد نیاز قلمداد نمود. مورد مزبور کاربری مدل سازی با یک کامپیوتر در نوع خود برجسته می‌باشد که شبیه‌سازی سیکل کامل آب در یک تصفیه‌خانه را امکان‌پذیر ساخته و در نهایت ضرورت برپایی واحدهای پایلوت را در انجام طراحی منتفی می‌سازد.

پاتریشیا رینالد³ مدیر بخش تحقیق در سیری، بزرگترین پژوهشگاه (لیونس) که بررسی حاضر در آنجا صورت گرفته است با اطمینان کامل اعلام می‌دارد که با استفاده از قابلیت‌های این مدل جدید روش کار در طراحی و ارتقای تصفیه‌خانه دستخوش تغییرات اساسی خواهد شد.

مقیاس مجازی⁴ طرحی توسعه یافته از دینامیک سیالات محاسباتی (CFD)⁵ است که دارای سابقه کاربری ۳۰ ساله برای محاسبه و طرح‌ریزی متغیرهایی نظیر فشار و سرعت در صنایع هوانوردی و هسته‌ای می‌باشد. مقیاس مجازی از کدهای CFD هیدرولیکی موجود استفاده می‌برد اما یک قدم اساسی نیز آنها را به

¹ Lyonnaise des Ezux

² Virtual Plant

³ Patricia Renaud

⁴ Virtual Plant

⁵ Computational Fluid Dynamics

⁶ Black Box Model

⁷ Morsang

* استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط - دانشگاه علوم پزشکی تهران

(تأسیسات اصلی تصفیه آب پاریس) آن هم بدون نیاز به برپایی پایلوت پلنت امکان‌پذیر نماید. برای این برنامه بهینه‌سازی حذف کریپتوسپوریدیوم به عنوان نیروی محرکه کار در نظر گرفته شد و از مدل جدید برای بهینه‌سازی انتقال گاز و زمان تماس استفاده گردید.

مزیت مقیاس مجازی در این است که سریع می‌باشد و می‌توان فعال‌تر عمل نمود. کم خرج‌تر و بسیار دقیق‌تر است چون ما را قادر به نگاه کردن به درون راکتور می‌سازد. می‌توانیم راهبندها و موقعیت دقیق دیفیوزرها را با شبیه‌سازی مشخص نموده و سرعت‌های نسبی گازها و مایعات را برای بهتر نمودن انتقال گاز تعیین نماییم. همچنین به گفته رینالد راهی باقی نمانده است که از مدل جعبه سیاه بتوان استفاده نمود. صرفاً با استفاده از یک کامپیوتر و با انجام شبیه‌سازی می‌توان ابعاد دقیق واحد تصفیه را به سهولت و دقت به دست آورد و طرح‌ها و شرایط مختلف نظیر سرعت و میزان جریان آب خام را آزموده و بررسی نمود.

به ادعای رینالد این طریقه امکان ارزیابی بهتری از مخاطرات را برای مسئولین تصفیه آب فراهم می‌سازد و بهینه‌سازی هزینه‌ها را تحت یک مقدار واقعی‌تر میسر می‌کند. این مطلب برای موفقیت در رقابت‌های بین‌المللی که در آنها قیمت‌های پیشنهاد شده در مزایده فقط چند درصد با هم اختلاف دارد حائز اهمیت است و موجب کسب برتری در رقابت می‌شود.

مدل تصفیه‌خانه واقعی تاکنون در بیش از ۳۰ تصفیه‌خانه دنیا در اروپا از جمله فرانسه و انگلیس و در آسیا، در مالزی به صورت خاص به کار گرفته شده است. این مدل همچنین توسط یونایتد واتر^۱ که بخشی از گروه لیانس فاکس محسوب می‌شود جهت اجرای ارتقای ۷ میلیون دلاری تأسیسات تصفیه آب هاورس^۲ در نیوجرسی آمریکا استفاده شده است.

استفاده از این مدل توسط هاورس به لحاظ الزام در مراعات قانون جدید تقویت تصفیه آب‌های سطحی^۳ که توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا وضع شده است و طبق آن حدود کمتری از کدورت برای لحظه

خروج آب از تصفیه‌خانه مقرر می‌باشد صورت گرفته است.

یونایتد واتر جهت رعایت این مقررات برقراری مجدد زلال‌سازی تصفیه‌خانه را با استفاده از مدل واقعی آغاز نمود تا با انجام شبیه‌سازی، واحد شناورسازی با هوای محلول را مقدم بر فیلترها طراحی و بهبود عملکرد حذف ذرات نامحلول را امکان‌پذیر نماید. با عمل شبیه‌سازی طرح درونی تأسیسات مشخص گردید و نه فقط مسائل هیدرولیکی بلکه همچنین طریقه‌های مختلف واردسازی هوا و منعقد کننده‌ها بهینه‌سازی شد و به این ترتیب بارگذاری ذرات نامحلول روی فیلترها به حداقل ممکن تقلیل یافت.

بنا به گفته رینالد: " صحبت پیرامون میلیون‌ها دلار سرمایه‌گذاری است، لذا علاقه‌مندیم سرمایه‌گذاری چنین مبالغه‌نگفتی را استادانه و بدون خطر بروز مشکل در دست گرفته و از حذف میزان مورد نظر از کدورت خاطر جمع باشیم".

مدل ویرچول پلنت همچنین برای شهر امان در اردن به کار گرفته شده و نتایج ارزنده‌ای را به ارمغان آورده است. در ابتدا قرار بود که بنا به توصیه مشاورین شورای شهر مخازن ته‌نشین‌سازی تصفیه‌خانه با تحمل یک هزینه گزاف مورد بازسازی قرار گیرد. اما هنگامی که لیانس قرارداد کار را به دست گرفت و مدل خود را به کار انداخت با نظر کردن به مراحل انعقاد، ته‌نشین‌سازی و لخته‌سازی دریافت که نتایج مشاورین ذکر شده را نمی‌تواند پذیرا باشد، زیرا طبق مدل ویرچول بازسازی فیلترها کفایت می‌نمود. به گفته رینالد " این نتیجه‌گیری موجب کاهش ۵۰٪ از هزینه منظور شده و لغو ضرورت توقف کار تصفیه‌خانه گردید. برای منطقه‌ای که آب در آنجا کمیاب است توقف کار تصفیه‌خانه آب می‌توانست بسیار زیان‌آور تمام شود".

رینالد در ادامه اعلام می‌دارد که از لحاظ لیانس کاربرد مهمتر مدل برای دوباره برقراری واحد‌های موجود تصفیه‌خانه‌ها می‌باشد اما دگرمونت به عنوان گروه همکار علاقه‌مند است که مقیاس مجازی را در طراحی مؤثر تصفیه‌خانه‌های جدید مورد استفاده قرار دهد.

مقیاس مجازی همچنین یک ابزار تحقیقاتی نیز محسوب می‌شود و از آن می‌توان برای طراحی و

شبیه‌سازی فرایندهای نو یا ترکیبات جدید از فرایندهای موجود یا آرایش‌های متفاوت در فرایندها استفاده نمود. آخرین کاربرد که هنوز در مرحله تحقیق قرار دارد برای پرتوتابی فرابنفش است و استفاده از این مدل می‌تواند جهت حصول اطمینان از مستقر شدن لامپ‌ها در راکتوری که از نظر هیدرولیکی دارای وضعیت بهینه شده است صورت گیرد. در این زمینه رینالد می‌گوید " به کمک مقیاس مجازی چنین وسایلی را به آسانی می‌توان مورد شبیه‌سازی قرار داد و موقعیت‌های بهتر برای نوآوری‌ها را به دست آورد".

به اعتقاد رینالد در کوتاه مدت امکان کنار گذاشتن تمامی پایلوت پلنت‌ها به وسیله مقیاس مجازی وجود ندارد زیرا ارباب رجوع هنوز اطمینانی را که از انجام تلاش در یک فضای حقیقی حاصل می‌شود بیشتر می‌پسندند. اما قابل پیش بینی است که در نهایت واحدهای پایلوت کنار گذاشته شوند. تا رسیدن به آن زمان می‌توان از مقیاس مجازی جهت طراحی پایلوت پلنت‌های بهینه کمک گرفت.

مقیاس مجازی همچنین می‌تواند به عنوان ابزاری برای برقراری ارتباط با صاحب کار در نظر گرفته شود: " برای

شخصی که دانش چندانی از عملیات تصفیه آب ندارد به صورت یک وسیله سهل‌الوصول در می‌آید که سیکل تصفیه آب را تشریح نموده و تأثیر تغییر در انتخاب روش تصفیه را نمایش می‌دهد".

لیانس از هم اکنون به کارگیری مقیاس مجازی را در پلنت تصفیه‌خانه‌های فاضلاب آینده به ویژه برای کلاریفایرها که هر کسی به آسانی حریف طراحی آنها نمی‌شود چشم انتظار می‌باشد. چنین به نظر می‌رسد که طرح مزبور با داشتن اطلاع از اندازه مورد نظر نهایی واقعاً به عنوان یک طرح موفق و عاری از خطا معرفی شود.

سپاسگزاری

نویسنده بر خود لازم می‌داند که از استاد عالی مقام خود جناب آقای دکتر علی‌رضا مصداقی‌نیا، ریاست محترم دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران که هدایت و تصحیح این مقاله را عهده دار شدند سپاسگزاری نماید.

* Water 21, Magazine of the International Water Association, Feb. 2001. Reported by Lis Stedman.

¹ United Water

² Haworth

³ Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule