نهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران

دانشگاه علم و صنعت ایران
۳-۵ آذر ماه ۱۳۸۳

مدلسازی تجربی درراکتورهای PVC پتروشیمی بندرامام برای بهبودپارامترهای PSD و Bulk Density محصول PVC

محمدعلی محمدجعفری[1]*

صندوق پستی ۳۱۴ بندرماهشهر، پتروشیمی بندرامام، خدمات فنی شرکت بسپاران

MAMohammadJafari@basparan.bipc.org.ir

چکیده

دستیابی به یک منحنی توزیع اندازه ذرات (PSD) بشکل باریک (Narrow) و همچنین ارتقاء مشخصه Bulk Density برای این پلیمر، اهمیت فوق العاده ای برای مصرف کنندگان این محصو ل در صنایع پائین دست دارد.

ازاینرو بمنظور افزایش بهره وری و جلب رضایت مشتریان این محصول در صنایع پائین دست در این مقاله ابتدا با مطالعه نقش و عملکرد مواد تعلیق کننده و کمک تعلیق کننده سوسپانس در راکتورها و تأثیر آنها در تعیین پارامترهای PSD و Bulk Density محصول PVC ، تغییراتی در میزان مصرف این مواد و همچنین در نسبت میزان آب به مونومر وینیل کلراید در راکتورها برایRecipe گرید S-6558 داده شد. نتایج حاصل از تغییرات مذکور، باعث گردید که توزیع دانه بندی این گرید از محصول PVC ازحالت Wide به حالت Narrow بهبود یافته و نیز میزان مشخصه Bulk Density از میزان متوسط ۵۴۵ gr/ lit به مقدار متوسط ۵۷۰ gr/ lit ارتقاء داده شوند. نتایج حاصل شده باعث گردیدکه گرید S-6558 محصول PVC پتروشیمی بندرامام که یکی از گریدهای اصلی این واحد به شمار می رود، به شدت مورد استقبال مصرف کنندگان داخلی و خارجی این محصول قرارگیرد.

کلمات کلیدی: پلی وینیل کلراید، توزیع اندازه ذرات، دانسیته ظاهری، تعلیق کننده، تخلخل پذیری

مقدمه

صنعت پتروشیمی برای کشورهای نفت خیز و حتی برای کشورهای صنعتی دنیا سودآور ترین صنایع می باشد. به همین دلیل بعد از جنگ جهانی دوم و با توجه به نیازمندی های روز افزون زندگی ماشینی به محصولات پتروشیمی، این صنعت بعنوان صنعت مادر مطرح و رشد فزاینده ائی تا کنون داشته است.

یکی از مهمترین شاخه صنایع پتروشیمی، صنعت پلیمر بوده، که در این راستا می توان پلی وینیل کلرایدPVC را از مهم ترین و سود آورترین محصول پلیمری به حساب آورد.

با توجه به اینکه در حال حاضر کشورهای زیادی، بخصوص در منطقه آسیا و خاورمیانه اقدام به تولید انبوه این محصول نموده اند، لذا رقابت در این عرصه مستلزم داشتن کیفیت برتر برای این محصول می باشد.

واحد PVC پتروشیمی بندرامام تحت لیسانس شرکت huls آلمان در سال ۱۳۷۳ شروع به تولید نمود.

ظرفیت تولید این واحد طبق طراحی برابر ۱۷۵۰۰۰ تن محصول پی وی سی سوسپانسیونی در سال می باشد. همچنین این واحد توانائی تولید شش گرید مختلف PVC را دارا می باشد که سه تا از این گریدها جزء گریدهای سخت (Rigid) و سه تای دیگر جزء گریدهای نرم(Soft) می باشند.

همچنین با توجه به اینکه مشخصه های توزیع دانه بندی ذرات و نیز Bulk Density محصول پی وی سی سوسپانسیونی از جمله پارامترهای مهم این محصول برای مصرف کنندگان نهائی آن می باشد، در این پروژه سعی بر این است که توزیع دانه بندی ذرات پی وی سی با استفاده از تغییراتی در فرمولاسیون شارژ موادشیمیائی که بعنوان تعلیق کننده مصرف می شوند بهینه گردند. یا به عبارتی توزیع آنها از یک توزیع پهن (Wide) به یک توزیع باریک (Narrow) تغییر یابد.

بهینه نمودن مشخصه های توزیع دانه بندی و Bulk Density محصول PVC گرید S 6558- واحد PVC شرکت پتروشیمی بندرامام

بهینه نمودن مشخصه توزیع دانه بندی محصول

در واکنش سوسپانسیونی پلی وینیل کلراید، مواد تعلیق کننده و همچنین مواد کمک تعلیق کننده سوسپانس نقش مهمی در ساختار و فرمولوژی ذرات، تعیین اندازه ذرات و نیز در مقدار مشخصه Bulk Density دارند.

علاوه بر مواد شیمیایی که در کنترل اندازه ذرات PVC نقش حیاتی دارند، پارامترهای مهم دیگری نیز در راکتورهای PVC وجود دارند که تأثیر گذار هستند. از جمله این پارامترها دور همزن راکتور، شکل، نوع و زاویه های بافل های داخل راکتور نسبت آب به مونومر مصرفی در راکتورها و نیز میزان درصد تبدیل واکنش پلیمریزاسیون هستند.

طبق طراحی واحد PVC، دو نوع تعلیق کننده سوسپانس بنامهای HPC (Hydroxyl propyl cellulose) و HPMC (Hydroxyl propyl methyl cellulose) و نیز یک ماده کمک تعلیق کننده سوسپانس بنام Sorbitan monolaurate (با نام تجارتیSpan-20) در راکتورها مورد استفاده قرار می گیرند.

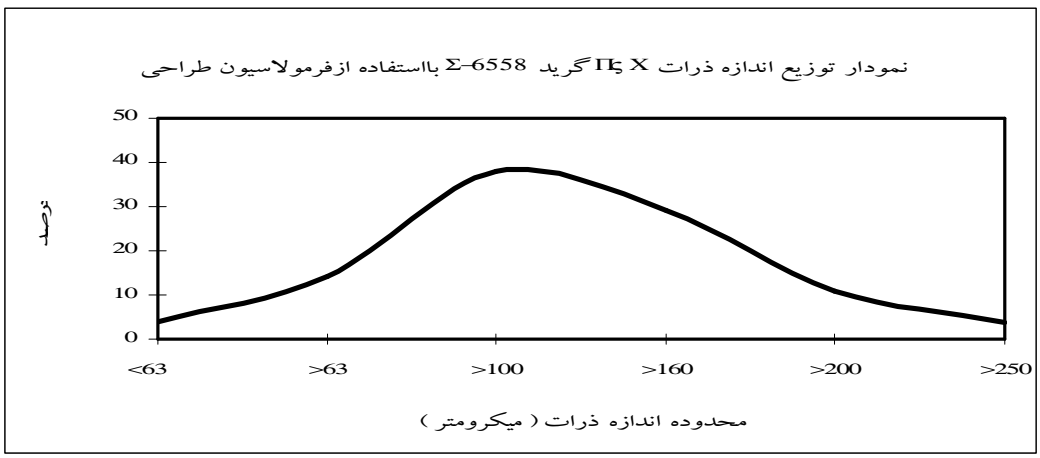
مواد HPMC و HPC مواد سلولزی هستند. ماده HPMC بعنوان ماده تعلیق کننده نوع اول بوده و نقش آن بوجود آوردن هسته اولیه ذره PVC می باشد. ولی ماده HPC بعنوان تعلیق کننده نوع دوم می باشد و نقش آن تبدیل هسته اولیه به ذرات اولیه PVC می باشد. ماده Span-20 نیز نقش ایجاد خلل و فرج در ذرات PVC می باشد. همچنین در تعیین اندازه ذره نیز نقش دارد.

طبق طراحی واحد، میزان مصرف مورد نیاز ماده HPMC که تعلیق کننده نوع اول می باشد برابر ۶۵۰ ppm و میزان مصرف ماده HPC یا تعلیق کننده نوع دوم برابر۳۹۰ ppm و همچنین مصرف ماده Span-20 کمک تعلیق کننده) حدود ۲۹۰ ppm می باشد. با استفاده از فرمولاسیون فوق الذکر و همچنین دور همزن راکتور ۳۶ rpm و نسبت مصرف آب به مونومر وینیل کلراید حدود ۲ / ۱، توزیع دانه بندی سوسپانسیون PVC حاصل شده در راکتورها بر اساس نتایج آزمایشگاهی بدست آمده بصورت ذیل می باشد:

جدول ۱- متوسط نتایج آزمایشگاهی توزیع اندازه ذرات PVC با استفاده از فرمولاسیون وشرایط طراحی

قطر ذرات (میکرون)	<۶۳	۶۳›	۱۰۰›	۱۶۰›	۲۰۰›	۲۵۰›
متوسط درصد ذرات(درصد)	۴	۱۴/۲	۳۸	۲۹	۱۱	۳/۸

نتایج آزمایشگاهی فوق الذکر نشان می دهند، که توزیع دانه بندی بدست آمده برای محصول PVC گرید S-6558 که با استفاده از فرمولاسیون و شرایط طراحی برای محصول PVC بدست آمده قابل قبول می باشد. ولی بررسیها نشان می دهد که امکان بهینه نمودن توزیع اندازه ذرات محصول با استفاده از تغییراتی در فرمولاسیون مواد تعلیق کننده و کمک تعلیق کننده امکانپذیرمی باشد. هرچقدر که منحنی توزیع اندازه ذرات باریکتر باشد، کیفیت محصول مطلوبتر و مشتریان محصول PVC نیز راضی تر خواهند بود. با کاهش میزان درصد ذرات PVC در محدوده های ۶۳› میکرون و ۲۵۰ ‹ میکرون و افزایش میزان درصد ذرات در محدوده ۱۰۰ میکرون، می توان منحنی توزیع اندازه ذرات را به سمت Narrow سوق داد.



شکل ۱- نمودار توزیع اندازه ذرات PVC با استفاده از فرمولاسیون طراحی برای مواد تعلیق کننده

همانگونه که درمنحنی توزیع اندازه ذرات مشاهده میشود منحنی مذکور چندان مطلوب نیست، زیرا این منحنی تاحدودی Wide می باشد. بمنظور بهینه نمودن توزیع دانه بندی محصول PVC وهدایت توزیع آن به سمت Narrow تغییراتی در فرمولاسیون مواد شیمیائی که بعنوان عامل تعلیق کننده و کمک تعلیق کننده در راکتورها مصرف می شوند ضروری بنظر می رسد. لازم به توضیح است که علاوه بر بهینه نمودن توزیع دانه بندی ذرات، هدف دیگر بهینه نمودن و یا به عبارتی افزایش میزان مشخصه Bulk Density می باشد. در گرید S-6558، محدوده طراحی مشخصه Bulk Density برابر Kg/m3 ۶۰۰ – ۵۴۰ می باشد. هرچقدر میزان مشخصه Bulk Density این گرید بیشتر باشد، مصرف کننده های این محصول راضی تر می باشند. تغییر در میزان مواد تعلیق کننده HPC وHPMC بیشتر بمنظور بهینه نمودن دانه بندی و تغییر در میزان مصرف Span-20 عمدتا بدلیل افزایش میزان مشخصه Bulk Density می باشد.

زیرا ماده Span-20 باعث ایجاد خلل و فرج در ذرات PVC می شود و بدیهی است افزایش خلل و فرج در ذرات PVC موجب کاهش مشخصه Bulk Densityمحصول می شود. از آنجائیکه مشخصه Plasticizer Acceptance (درصد میزان جذب روغنDOP)محصول PVC عمدتا" توسط ماده Span-20 و تا حدودی نیز توسط ماده HPC کنترل می شود، لذا می توان نتیجه گیری کرد که مشخصه هایی نظیر Bulk Density، دانه بندی وPlasticizer Acceptance را باید تواما با استفاده از مواد شیمیایی HPMC، HPC وSpan-20 کنترل نمود. در غیر اینصورت ممکن است یکی از این مشخصه ها مثل دانه بندی بهبود یابد ولی مشخصه های دیگر مثل Bulk Density و یا Plasticizer Acceptance حتی ممکن است در خارج از محدوده تعریف شده قرار گیرند. لازم به ذکر است که طبق طراحی مقدار مشخصه Plasticizer Acceptance برای گرید S-6558 بیشتر و یا برابر ۱۰ درصد باشد. نتایج بدست آمده از محصول PVC نشان می دهند که مقدار متوسط این پارامتر با استفاده از فرمولاسیون و شرایط طراحی در محدوده ۲۳ - ۲۱ درصد می باشد. همانگونه که ذکر گردید، میزان مصرف HPMC، HPC وSpan-20 طبق طراحی واحد به ترتیب ppm ۶۵۰ ، ppm ۲۹۰ و ppm ۳۹۰ می باشد. بمنظور بهینه نمودن مشخصه های توزیع دانه بندی وBulk Density این گرید از محصول PVC مطالعاتی در مورد نقش این مواد در واکنش انجام و همچنین با استفاده از تجربیات کسب شده در واحد PVC تغییراتی در Recipe شارژ راکتورها داده شد.

بررسیهای مطالعاتی و تجربی نشان دادند که نقش ماده HPMC که ماده تعلیق کننده نوع اول و یا در واقع فرآیند تولید هسته اولیه ذرات PVC را بعهده دارد، تا حدودی بیشتر و مؤثرتر از ماده HPC که ماده تعلیق کننده نوع دوم بوده و نقش آن تبدیل هسته اولیه PVC به ذره اولیه ای که متشکل از چندین هسته است می باشد. همچنین بر اساس مطالعات و بررسیها، مشخص گردید که ماده HPC نه تنها در تشکیل ذره و مهمتر از همه در اندازه ذرات PVC نقش دارد بلکه در شکل، ساختار و مرفولوژی ذرات PVC بویژه در ایجاد خلل و فرج (Prosity) نیز نقش مهمی ایفاء می کند. بعبارتی می توان اذعان کردکه نقش و تأثیر ماده HPC تا حدودی مشابه ماده Span-20 نیز می باشد. بنابراین با توجه به موارد فوق الذکر، آخرین نتایج تغییرات انجام شده در راکتورهای واحدPVC برای دستیابی به کیفیت مطلوبتر برای مشخصه های PSD و Bulk Density عبارت بودند از :

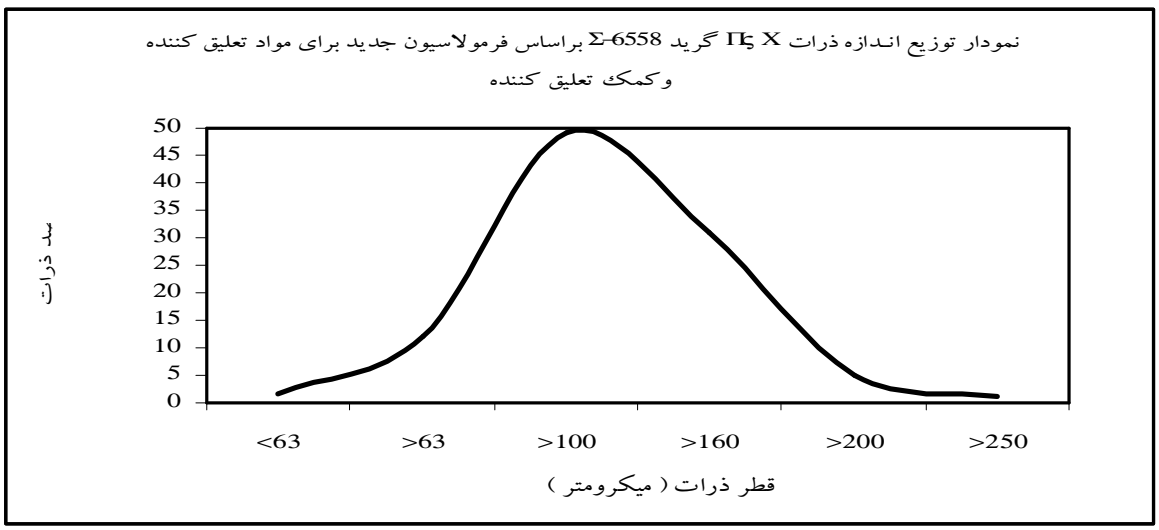
۱- افزایش میزان مصرف ماده‌HPMC ازppm ۶۵۰ ارائه شده توسط طراحی به ppm ۷۸۲

۲-کاهش مصرف مادهHPC از ppm ۳۹۰ طراحی به ppm ۲۸۰
۳-کاهش مصرف ماده Span-20 ازppm ۲۹۰ طراحی به صفر
تغییرات فوق بصورت آزمایشی و در چند مرحله در راکتورهای واحد PVC انجام گردید. نتایج آزمایشگاهی بدست آمده از سوسپانسPVC بعد از انجام تغییرات مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. نتایج حاصله نشان دادند که روند تغییرات داده شده در فرمولاسیون راکتورها مثبت بوده، بطوریکه هم نتایج اندازه ذرات و هم نتیجه مشخصه Bulk Density کاملا بهبود یافته است. توزیع اندازه ذرات PVC که مقدار متوسط گرفته شده از چندین بچ بوده است، بصورت جدول ذیل می باشد.

جدول ۲- متوسط نتایج آزمایشگاهی توزیع اندازه ذرات PVC بااستفاده از فرمولاسیون جدید

قطر ذرات(میکرون)	۶۳‹	۶۳›	۱۰۰›	۱۶۰›	۲۰۰›	۲۵۰›
متوسط درصد ذرات (درصد)	۱/۷	۱۲/۱	۴۹	۳۱	۵	۱/۲

نتایج بدست آمده برای توزیع دانه بندی محصول PVC که در جدول فوق مشاهده می شوند، نشان می دهند که نمودار آن بشکل Narrow می باشد. همانگونه که مشاهده می شود میزان و مقدار ذرات در محدوده های کمتر از ۶۳ میکرومتر و بزرگتر از ۲۵۰ میکرومترکمتر ولی در عوض میزان ذرات در محدوده های دیگر بویژه درمحدوده بیشتر از صد میکرومتر افزایش یافته است. شکل ذیل مربوط به نمودار توزیع اندازه ذرات PVC را بعد از انجام تغییرات در فرمولاسیون مواد تعلیق کننده نشان می دهد.



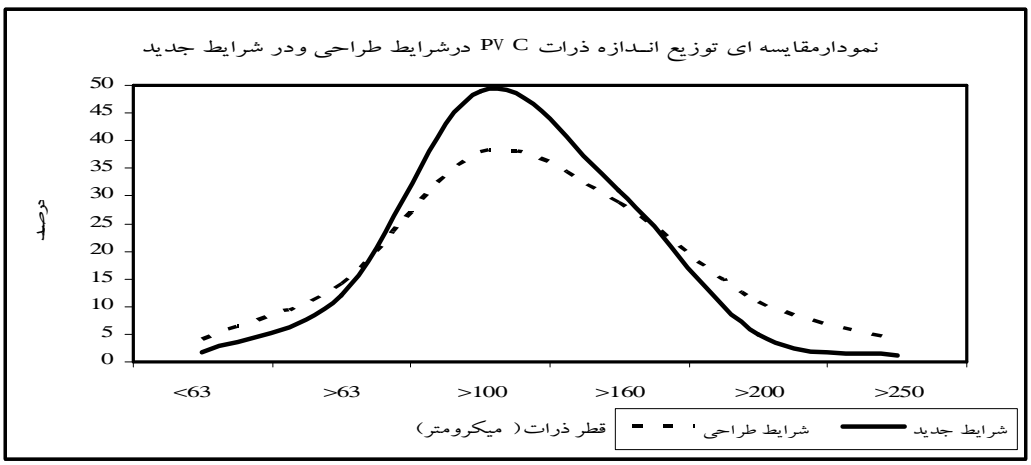
شکل ۲- نمودار توزیع اندازه ذرات PVC بعد ازاعمال تغییرات درفرمولاسیون موادتعلیق کننده وکمک تعلیق کننده درراکتورها

بمنظور مقایسه وضعیت توزیع دانه بندی ذرات در قبل و بعد از تغییرات در فرمولاسیون شارژ مواد تعلیق کننده و کمک تعلیق کننده جدول و نمودار مقایسه ای هر دو حالت بصورت ذیل می باشد.

جدول ۳ - جدول مقایسه ای نتایج آزمایشگاهی توزیع اندازه ذرات PVCباشرایط طراحی وشرایط جدید

قطر ذرات(میکرون)	۶۳‹	۶۳›	۱۰۰›	۱۶۰›	۲۰۰›	۲۵۰›
متوسط درصد ذراتقبل از تغییرات(درصد)	۴	۱۴/۲	۳۸	۲۹	۱۱	۳/۸
متوسط درصد ذراتبعد از تغییرات (درصد)	۱/۷	۱۲/۱	۴۹	۳۱	۵	۱/۲

مقایسه نتایج فوق الذکر نشان می دهند که تغییرات محسوسی در توزیع اندازه ذرات در قبل و بعد از تغییر در فرمولاسیون مشاهده می شود. بنحویکه میزان درصد ذرات در دو محدوده اندازه صفر تا ۶۳ میکرون (فیلتر) و نیز اندازه ذرات بزرگتر از ۲۵۰ میکرون نسبت به قبل کاهش یافته است. اما میزان اندازه ذرات در محدوده بین ۱۰۰ تا ۱۶۰ میکرون (۱۰۰ ‹ میکرون) تا حدودی افزایش یافته است. چنین توزیع اندازه ذراتی برای محصول PVCگرید S-6558 استاندارد و مطلوب می باشد. معمولا مصرف کننده های پائین دست این محصول از اینچنین توزیعی برای ذرات رضایت کامل دارند. بهمین دلیل محصولی با این کیفیت قابل رقابت در بازارهای بین المللی می باشد. نمودار مقایسه ای برای توزیع اندازه ذرات PVCگرید S-6558 در دو حالت طراحی و همچنین شرایط بهینه شده جدید که با استفاده از تغییرات داده شده در فرمولاسیون شارژ مواد تعلیق کننده و کمک تعلیق کننده بدست آمده در ذیل آورده شده است.



شکل ۳- نمودار مقایسه ای توزیع اندازه ذرات محصول PVC گریدS-6558 برای قبل وبعد ازاعمال تغییرات

مقایسه هر دو منحنی فوق الذکر نشان می دهند که تغییرات انجام شده در فرمولاسیون مواد شیمیایی در راکتورها، برای بهبود توزیع اندازه ذرات PVC نتایج مثبتی را در پی داشته است. بدین ترتیب منحنی توزیع اندازه ذرات، طبق پیش بینی ها باریکتر شده است.

ارتقاء و یا بهینه نمودن مشخصه Bulk Density محصول PVC

نتایج آزمایشگاهی بدست آمده برای مشخصه های Bulk Density نیز نشان می دهند که محدوده این مشخصه نیز نسبت به شرایط قبل ازتغییرات (نسبت به شرایط طراحی)تغییر چشمگیری داشته است.

محدوده این پارامتر قبل از تغییرات بین ۵۴۸ - ۵۴۰ Kg/m3 (محدوده مجاز این مشخصه طبق طراحی برابر ۶۰۰Kg/m3 - ۵۴۰ می باشد) بوده است، که باتوجه به اینکه درمحصولات PVCسخت مثل گرید S-6558 بالا بودن مشخصه Bulk Density باعث ارتقاء کیفیت این محصول می شود، لذا هراندازه که میزان این پارامتر به سمت بالای محدوده داده شده درطراحی نزدیکتر باشد، کیفیت محصول PVC تولید شده مطلوبتر بوده و مصرف کنندگان این محصول نیز راضی تر خواهند بود.

نتایج آزمایشگاهی بدست آمده از مشخصه Bulk Density محصول PVCگرید S-6558 بعد از انجام تغییرات در فرمولاسیون شارژ مواد تعلیق کننده نشان می دهند که محدوه این مشخصه افزایش قابل ملاحظه ای نسبت به شرایط طراحی داشته است.

محدوده متوسط بدست آمده برای این پارامتر که از نتایج چندین بچ تولید شده با شرایط و فرمولاسیون جدید حاصل شده است برابر ۵۷۵Kg/m3 -۵۵۵ می باشد.

شایان توجه است که تغییرات انجام شده در فرمولاسیون راکتورها باعث تغییر چندانی در میزان مشخصه Plasticizer Acceptance نگردیده است. مقدار این مشخصه قبل از تغییر در محدوده ۲۳ - ۲۱ درصد و بعد از آن در محدوده ۲۰ - ۱۹ درصد شده است.

همانگونه که ذکر گردیده بود تغییر در مقدار این مشخصه مورد نظر نمی باشد. زیرا چنین محدوده ای قابل قبول و مطلوب مشتریان و مصرف کنندگان نهایی محصول PVC گرید سخت S-6558 می باشد.

بنابراین بعنوان یک نتیجه گیری کلی می توان مثبت بودن نتایج کیفی محصول PVCکه ناشی از تغییرات انجام شده در فرمولاسیون راکتورها بوده است را پذیرفت.

بهمین دلیل است که درحال حاضر بیش از ۵۰ درصد محصول PVC گرید S-6558 به کشورهای آسیائی نظیر چین، مصر و....و همچنین کشورهای اروپائی نظیر فرانسه، اسپانیا و... صادر می شوند و این مصرف کننده ها از کیفیت این محصول رضایت کامل دارند، بطوریکه تاکنون حتی یک بار هم از کیفیت محصول PVC شکایت نداشته اند.

مدل ریاضی برای بهبود دانه بندی و همچنین ارتقاء مشخصه Bulk Density محصول PVCگرید S-6558

متغیرهائی نظیر میزان مصرف ماده HPMC، میزان مصرف ماده HPC، میزان مصرف ماده Span-20 و نیز نسبت میزان مصرف آب به مونومر در راکتورها از جمله پارامترهائی هستند که در PSD ذرات و نیز تعیین میزان مشخصه Bulk Density محصول PVC نقش مهمی دارند. لازم به ذکر است که میزان دور همزن راکتور نیز مؤثر است ولی بدلایل فرآیندی بعنوان یک متغیر تعریف نشده است.

درجدول 2-۴ داده های جمع آوری شده ناشی از تغییرات داده شده در راکتورها برای دستیابی به مشخصه های PSD و Bulk Density مطلوبتر آورده شده است.

A - میزان مصرف ماده HPMC: طبق طراحی میزان مصرف این ماده در راکتورها برابر ۶۵۰ pm که به ۷۸۲ ppm تغییر داده شد. ضریب این متغیر، پارامتر b1 می باشد.

B - میزان مصرف ماده HPC: طبق طراحی میزان مصرف این ماده در راکتورها برابر ۳۹۰ ppm بوده است که به ۲۸۰ ppm تغییر داده شد. ضریب این متغیر، پارامتر b2 می باشد.

C - میزان مصرف ماده Span-20: طبق طراحی میزان مصرف این ماده در راکتورها برابر ۲۹۰ ppm بوده است که به ۰ ppm تغییر داده شد. ضریب این متغیر، پارامتر b3 می باشد.

D - نسبت میزان مصرف آب به مونومر: در طراحی این نسبت برابر ۱،۲ بوده که به ۱،۱ تغییر داده شده است. ضریب این متغیر، پارامتر b4 می باشد.

جدول ۴ - داده های جمع آوری شده ازتغییرات انجام شده درراکتورها برای بهبود دانه بندی ذرات و همچنین افزایش مشخصه Bulk Density محصول PVC

(Y) Bulk Densit Kg/m3	(A) میزان مصرف ماده HPMC (ppm)	(B) میزان مصرف ماده HPC (ppm)	(C) میزان مصرف ماده Span-20 (ppm)	(D) نسبت میزان مصرف آب به مونومر VC	دور همزن راکتور (دور در دقیقه)
540	b1(650)	b2(390)	b3(290)	b4(1.2)	36
542	b1(650)	b2(370)	b3(290)	b4(1.2)	36
545	b1(650)	b2(370)	b3(220)	b4(1.2)	36
547	b1(681)	b2(355)	b3(220)	b4(1.2)	36
550	b1(681)	b2(330)	b3(220)	b4(1.15)	36
554	b1(725)	b2(330)	b3(110)	b4(1.15)	36
557	b1(725)	b2(303)	b3(110)	b4(1.13)	36
560	b1(750)	b2(303)	b3(110)	b4(1.1)	36
562	b1(750)	b2(303)	b3(74)	b4(1.1)	36
565	b1(750)	b2(280)	b3(74)	b4(1.1)	36
568	b1(750)	b2(280)	b3(0)	b4(1.1)	36
570	b1(782)	b2(280)	b3(0)	b4(1.1)	36

با استفاده از نرم افزار Matlab و با استفاده از داده های تجربی بدست آمده که در جدول 2-۴ بـه آنهـا اشـاره شده است مقدار ضرائب b1 ،b2،b3 وb4 محاسبه گردید و در نتیجه معادله ذیل برای محاسبه میزان مشخصه Bulk Density محصولPVC با استفاده از تغییر متغیرهای A ، B ، C و D حاصل گردید.

$$Y=b_o (A) + b_1(A)+b_2(B) + b_3(C) + b_4(D)$$

براساس محاسبات، مقدار ضریب b0 برابر صفر و دیگر ضرائب عبارتند از :

$b_1= 0.3832$ $b_2= -0.2101$

$b_3= 0.02524$ $b_4 = 303.0312$

بنابراین رابطه ریاضی حاصل شده برای محاسبه میزان مشخصه Bulk Densityمحـصول PVC بـشکل ذیـل خواهد بود:

$$Y= 0 + 0.3832 (A) – 0.2101(B) +0.0252 (C) +303.0312 (D)$$

همانگونه که ذکرگردیده بود پارامترA بعنوان متغیر میزان مصرف ماده HPMC درراکتـور، پـارامترB بعنـوان متغیر میزان مصرف ماده HPC در راکتور، C بعنوان متغیر میزان مصرف ماده Span-20 در راکتور و D متغیر نسبت میزان مصرف آب به مونومر وینیل کلراید در راکتور می باشد.

شایان توجه است که افزایش میزان مشخصه Bulk Density محصول PVC با استفاده ازتغییر پارامترهـای A ، B ، C و D فقط تا حد Kg/m3 ۵۷۵ قابل استفاده خواهد بود، زیرا در صورت افزایش این مشخصه به بالاتر از حدمذکور، توزیع دانه بندی محصول PVC از حالت ایده آل و یا اسـتاندارد خـارج شـده و درنتیجـه باعـث نامرغوب شدن محصول خواهد شد.

نتیجه گیری

نتیجه ای که دراین مقاله حاصل گردید، بهینـه نمـودن توزیـع انـدازه ذرات محـصول PVCگریـد S-6558 و همچنین ارتقاء میزان مشخصه Bulk Density این محصول بوده است.

تحقیقات انجام شده در این مقاله نشان دادند که با افزایش میزان ماده تعلیق کننده نوع اول بنـام HPMC از ppm ۶۵۰ به ppm ۷۸۲ و نیز کاهش میزان ماده تعلیق کننده نوع دوم بنـام HPC از ppm ۳۹۰ بـه ppm ۲۸۰ و همچنین کاهش ماده کمک تعلیق کننده Span-20 از ppm ۲۹۰ به مقدار صفر، و نیز تغییـر نـسبت میزان مصرف آب به مونومر وینیل کلراید از ۱/۲ به ۱/۱، دردستورالعمل شارژ راکتورها باعث گردید که توزیـع دانه بندی محصول PVCگرید S-6558 از حالت Wide (پهـن) بـه حالـت Narrow (باریـک) تغییـر یابـد و همچنین میزان مشخصه Bulk Density این محصول ،از Kg/m3 ۵۴۰ به Kg/m3 ۵۷۰ افزایش یابد.

لذا نتایج حاصل شده باعث گردیدند، که محصول PVC به مقدار زیاد مورد اسـتقبال مـصرف کننـدگان ایـن محصول واقع شود، بطوریکه این پلیمر در حال حاضر یکی از محـصولات قابـل رقابـت در بازارهـای جهـانی و بویژه کشورهای اروپائی گردیده است.