بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی علوم آب

شماره پایان نامه : ۹۲۲۰۵۱٤

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش آبیاری و زهکشی

عنوان :

شبیه سازی عددی سه بعدی جریان در هیدروسیکلون و بررسی اثر پارامترهای هندسی بر عملکرد هیدروسیکلون

اساتید راهنما:

دکتر هادی معاضد

دکتر عبد علی ناصری

استادمشاور:

دکتر صابر یکانی مطلق

نگارنده :

مهدی غفاری

۹۰۲۰۵۰۸

بهمن ماه ۱۳۹۲

چکیده

نام خانوادگی : غفاری	**نام:** مهدی	**شماره دانشجویی :۹۰۲۰۵۰۸**

عنوان پایان نامه : شبیه سازی عددی سه بعدی جریان در هیدروسیکلون و بررسی اثر پارامترهای هندسی بر عملکرد هیدروسیکلون

استاد/ اساتیدراهنما: دکتر هادی معاضد- دکتر عبد علی ناصری

استاد/ اساتید مشاور: دکتر صابر یکانی مطلق

درجه تحصیلی:کارشناسی ارشد	**رشته:**مهندسی آب	**گرایش:** آبیاری و زهکشی
دانشگاه : شهید چمران اهواز	**دانشکده:** مهندسی علوم آب	**گروه :** آبیاری و زهکشی

تاریخ فارغ التحصیلی : ۹۲/۱۱/۲۸ **تعداد صفحه: ۱۲۲**

کلید واژه ها : هیدروسیکلون، ابعاد هندسی، هد تلفات، شبیه سازی عددی

برای طراحی سیستم‌های آبیاری قطره ای لازم است افت بار ناشی از جریان آب در بخش فیلتراسیون تعیین گردد. داشتن دیدگاهی صحیح از چگونگی رفتار و اجزا مختلف صافی های هیدروسیکلون امکان طراحی دقیق را فراهم می سازد لذا شناخت صحیح از هیدرولیک جریان در این صافی ها منجر به طراحی دقیق ابعاد هیدروسیکلون با توجه به مشخصات جریان و به حداقل رساندن افت بار هیدرولیکی در آنها می گردد. به این منظور در تحقیق حاضر هیدروسیکلون های ۲۰ و ۱۲ و ۸ اینچی انتخاب گردید و شبیه سازی عددی بر روی این هیدروسیکلون ها انجام گرفت. نتایج شبیه سازی عددی با مدل فیزیکی و نتایج تجربی اخذ شده از آزمایش هیدروسیکلون های ۲۰ و ۱۲ و ۸ اینچی مورد مقایسه و اعتبارسنجی قرار گرفت. سپس به دلیل اندازه کوچکتر و حساسیت بالاتر به تغییرات اقدام به انتخاب هیدروسیکلون ۸ اینچ شد و به بررسی اثر تغییر ابعاد هندسی این هیدروسیکلون نظیر قطر داخلی لوله ورودی و خروجی، قطر راس قسمت مخروطی، طول بخش استوانه ای فیلتر، طول قسمت مخروطی بدنه فیلتر و طول قسمت داخلی لوله خروجی بر میزان هد تلفات در هیدروسیکلون و علت ایجاد آن پرداخته شد. پس از انجام بررسی ها نتایج نشان داد با افزایش دبی در یک هیدروسیکلون با ابعاد و هندسه ثابت، افت انرژی افزایش پیدا می کند. در دبی ثابت با افزایش ارتفاع سیلندر فوقانی و قطر داخلی لوله ی ورودی تلفات کاهش می یابد. همچنین در دبی ثابت با افزایش ارتفاع مخروط ناقص تحتانی، افزایش قطر راس قسمت مخروطی و کاهش طول بخش داخلی لوله خروجی هد تلفات کاهش جزئی می یابد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل۱ ۱

مقدمه و هدف ۱

۱-۱. مقدمه ۲

۱-۲. اهداف پژوهشی ۵

۱-۳. فرضیات ۵

۱-۴. ساختار پایان نامه ۶

فصل۲ ۷

کلیات و بررسی پژوهش های پیشین ۷

۲-۱. اصول و مبانی نظری ۸

۲-۲. صافی های هیدروسیکلونی ۹

۲-۲-۱. تعریف هیدروسیکلون ۹

۲-۲-۲. مزایای نسبی هیدروسیکلون ها ۹

۲-۲-۳. معایب عمده ی هیدروسیکلون ها ۹

۲-۲-۴. بازدهی جدایش ۱۰

۲-۲-۵. جریان سیال و حرکت ذره در یک هیدروسیکلون ۱۱

۲-۲-۶. توزیع سرعت ها و فشارها ۱۵

۲-۲-۷. حرکت ذره در یک هیدروسیکلون ۱۶

۲-۳. انواع هیدروسیکلون های موجود ۱۹

۲-۳-۱. هیدروسیکلون معمولی با زاویه ی کم قسمت مخروطی ۱۹

۲-۳-۲. سیکلون با زاویه ی بزرگ قسمت مخروطی ۲۰

۲-۳-۳. سیکلون های با کف مسطح ۲۱

۲-۳-۴. سیکلون استوانه ای با تخلیه ی محیطی جامدات ۲۱

۲-۳-۵. سیکلون های مخصوص جدایش مایع از مایع ۲۲

۲-۳-۶. سیکلون مایع برای جداسازی گاز ۲۴

۲-٤. موادی که هیدروسیکلون ها از آن ساخته می شوند ۲۴
۲-۵. ویژگی های عملیاتی هیدروسیکلون ها ۲۵
۲-۵-۱. افت فشار و دبی ۲۶
۲-٦. دینامیک سیالات محاسباتی ۲۶
۲-۶-۱. اجزای اصلی یک برنامه CFD ۲۹
۲-۶-۲. شرط کارا بودن یک الگوریتم CFD ۳۰
۲-۷. روشهای حل معادلات حاکم بر جریان سیال ۳۱
۲-۷-۱. روش تفاضل محدود ۳۱
۲-۷-۲. روش المان محدود ۳۱
۲-۷-۳. روش حجم محدود ۳۲
۲-۸. روشهای محاسبه ترم جابجایی در معادلات حاکم ۳۶
۲-۸-۱. گسسته سازی معادلات مومنتم ۳۶
۲-۹. درون یابی فشار ۴۱
۲-۹-۱. وابستگی سرعت و فشار ۴۱
۲-۱۰. مدلهای آشفتگی ۴۴
۲-۱۰-۲. انتخاب مدل آشفتگی ۴۷
۲-۱۰-۳. روش میانگین رینولدز و روش LES ۴۷
۲-۱۰-۴. متوسط گیری رینولدز ۴۸
۲-۱۰-۵. روش بوسینسک و مدل های انتقال تنش رینولدز ۴۹
۲-۱۰-۶. مدل k-ε استاندارد ۵۰
۲-۱۰-۷. مدل RNG k-ε ۵۰
۲-۱۰-۸. مدل realizabie k-ε ۵۱
۲-۱۰-۹. مدل k-ω استاندارد ۵۲
۲-۱۰-۱۰. مدل انتقال تنش برشی یا k-ω(SST) ۵۲
۲-۱۰-۱۱. هزینه محاسباتی ۵۳
۲-۱۱. توابع دیواره و مدل نزدیک دیواره ۵۳
۲-۱۲. تاریخچه هیدروسیکلون ها ۵۶
۲-۱۳. پیشینه ی تحقیق در مورد مدلسازی عددی هیدرولیک جریان های تک فاز و دوفاز در هیدروسیکلون ها ۵۶

فصل۳ ۶۷

مواد و روش ها ۶۷

۳-۱. مشخصات طرح ۶۸

۳-۱-۱. هندسه و پارامترهای فیزیکی مسئله ۶۹

۳-۲. معرفی و کاربرد مدل فلوئنت ۷۲

۳-۲-۱. مهمترین قابلیت های مدل فلوئنت ۷۲

۳-۲-۲. مراحل کاری در فلوئنت ۷۳

۳-۳. مراحل کاری در تحقیق حاضر ۷۵

۳-۳-۱. تعریف محدوده هندسی ۷۵

۳-۳-۲. ایجاد شبکه ۷۵

۳-۳-۳. تعریف دو بعدی یا سه بعدی بدون فضای جریان ۷۶

۳-۳-۴. تعیین نوع جریان ۷۷

۳-۳-۵. تعیین رژیم جریان ۷۷

۳-۳-۶. تعیین تک فازی یا چند فازی بودن جریان ۷۸

۳-۳-۷. تراکم پذیر یا تراکم ناپذیر بودن جریان ۷۸

۳-۳-۸. تحلیل یا عدم تحلیل انرژی حرارتی ۷۸

۳-۳-۹. تعیین نوع مواد ۷۸

۳-۳-۱۰. تعیین معادلات جریان ۷۸

۳-۳-۱۱. شرایط مرزی ۷۹

۳-۳-۱۲. گسسته سازی ۸۱

۳-۳-۱۳. اجرای برنامه ۸۱

۳-۳-۱۴. استخراج نتایج ۸۲

۳-۳-۱۵. کالیبراسیون مدل عددی ۸۲

فصل۴ ۸۴

نتایج و بحث ۸۴

٤-۱. آنالیز حساسیت ۸۵

٤-۲. مقایسه نتایج مدل های عددی با مدل فیزیکی و انتخاب بهترین مدل ۸۶

٤-۳. استخراج نتایج ۸۹

۴-۳-۱. اعتبارسنجی نتایج و مقایسه نتایج شبیه سازی عددی و تجربی ۸۹

۴-۳-۲. اثر اندازه ارتفاع سیلندر فوقانی هیدروسیکلون بر هد تلفات و مشخصه های هیدروسیکلون (Lc) ۹۲
۴-۳-۳. اثر قطر لوله ورودی بر هد تلفات و مشخصه های هیدروسیکلون(Di) ۹۶
۴-۳-۴. اثر طول بخش داخلی لوله خروجی بر هد تلفات و مشخصه های هیدروسیکلون (Lv) ۱۰۰
۴-۳-۵. اثر اندازه ارتفاع مخروط ناقص تحتانی هیدروسیکلون بر هد تلفات و مشخصه های هیدروسیکلون (Lo) ۱۰۴
۴-۳-۶. اثر اندازه قطر لوله ورودی مخزن تخلیه شن هیدروسیکلون بر هد تلفات و مشخصه های هیدروسیکلون (Da) ۱۰۸

فصل۵ **۱۱۳**

نتیجه گیری و پیشنهادات **۱۱۳**
۵-۱. نتیجه گیری ۱۱۴
۵-۲. پیشنهادات ۱۱۶

منابع ۱۱۸

فهرست شکل‌ها

شکل۲-۱. ناکامل بودن جدایش در یک هیدروسیکلون..... ۱۱

شکل۲-۲. نمودار شماتیک یک هیدروسیکلون استوانه ای – مخروطی رایج..... ۱۲

شکل۲-۳. چشم انداز یک هیدروسیکلون که جریان گردابی را در داخل آن به طور شماتیک نشان می دهد..... ۱۳

شکل۲-٤. نمودار ساده ی جریان های محوری و شعاعی در یک هیدروسیکلون..... ۱۵

شکل۲-۵. نمونه شماتیک یک هیدروسیکلون با طرح های معمولی با زاویه کم قسمت مخروطی. ۲۰

شکل۲-٦. نمایش جریان های چرخشی در سیکلون با کف مسطح..... ۲۱

شکل۲-۷. سیکلون استوانه ای (اولین مرحله) در یک آرایش دو مرحله ای..... ۲۲

شکل۲-۸. هیدروسیکلون مربوط به جدایش مایع – مایع ، در فاز پخش شده سبک..... ۲۳

شکل۲-۹. هیدروسیکلون برای گاز زدایی نفت خام..... ۲٤

شکل۲-۱۰. : حجم کنترل سیال در حالت دو بعدی..... ۳٤

شکل۲-۱۱. المان حجمی..... ۳٦

شکل۲-۱۲. حجم کنترل در فضای یک بعدی..... ۳۷

شکل۲-۱۳. پارامتر مربوط به روش بالادست مرتبه دوم..... ۳۸

شکل۲-۱٤. تغییرات متغییر ϕ بین $x=0$ تا $x=L$..... ۳۹

شکل۲-۱۵. محاسبات مربوط به توزیع فشار..... ٤۰

شکل۲-۱٦. نوسانات سرعت در یک جریان آشفته..... ٤٦

شکل۲-۱۷. تقسیم بندی ناحیه نزدیک دیواره..... ۵۵

شکل۲-۱۸. : مقایسه روش توابع دیواره و روش دو لایه ای..... ۵۵

شکل۳-۱. نمایش شماتیکی از هیدروسیکلون مورد استفاده در تحقیق..... ۷۱

شکل۳-۲. مدل آزمایشگاهی مورد استفاده در این تحقیق..... ۷۲

شکل۳-۳. محدوده هندسی ترسیم شده در نرم افزار گمبیت..... ۷۵

شکل۳-٤. مدل شبکه بندی شده در محیط نرم افزار گمبیت..... ۷٦

شکل۳-۵. محدوده هندسی باز خوانی شده توسط نرم افزار فلوئنت..... ۷۷

شکل۳-٦. شرط مرزی به کار برده شده در مدل عددی..... ۸۰

شکل٤-١. روند تغییرات خطای نسبی در مرحله آنالیز حساسیت برای هیدروسیکلونهای ٢٠ ، ١٢، ٨ اینچ ٨٦
شکل٤-٢. متوسط خطای نسبی برای هیدروسیکلون ٨ اینچ.....٨٨
شکل٤-٣. متوسط خطای نسبی برای هیدروسیکلون ١٢ اینچ ٨٨
شکل٤-٤. متوسط خطای نسبی برای هیدروسیکلون ٢٠ اینچ ٨٩
شکل٤-٥. مقایسه نتایج شبیه سازی عددی با مدل فیزیکی برای هیدروسیکلون ٢٠ اینچ ٨٩
شکل٤-٦. مقایسه نتایج شبیه سازی عددی با مدل فیزیکی برای هیدروسیکلون ١٢ اینچ ٩٠
شکل٤-٧. مقایسه نتایج شبیه سازی عددی با مدل فیزیکی برای هیدروسیکلون ٨ اینچ.....٩١
شکل٤-٨. مقایسه نتایج شبیه سازی عددی در تحقیق حاضر برای هیدروسیکلون٢٠ و ١٢ و ٨ اینچ ٩١
شکل٤-٩. کانتور فشار در X/Dc=0 برای a- ارتفاع سیلندر فوقانی Lc=0.160 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- ارتفاع سیلندر فوقانی Lc=0.160 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت، c- ارتفاع سیلندر فوقانیLc=0.300 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، d- ارتفاع سیلندر فوقانی Lc=0.300 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت.....٩٣
شکل٤-١٠. نمودار تغییرات هد تلفات(m) بر حسب دبی حجمی (m^3/h) به ازای تغییر اندازه ارتفاع سیلندر فوقانی.....٩٤
شکل٤-١١. کانتور فشار به همراه بردار های سرعت در Z/Dc=0 برای a- ارتفاع سیلندر فوقانی Lc=0.160 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- ارتفاع سیلندر فوقانی Lc=0.160 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت، c- ارتفاع سیلندر فوقانیLc=0.300 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، d- ارتفاع سیلندر فوقانی Lc=0.300 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت.....٩٥
شکل٤-١٢. کانتور فشار در X/Dc=0 برای a- قطر داخلی لوله ی ورودی Di=0.053 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- قطر داخلی لوله ی ورودیDi=0.09275 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت.....٩٧
شکل٤-١٣. نمودار تغییرات هد تلفات(m) بر حسب دبی حجمی (m^3/h) به ازای تغییر قطر داخلی لوله ی ورودی.....٩٨
شکل٤-١٤. کانتور فشار به همراه بردار های سرعت در Z/Dc=0 برای a- قطر لوله ورودی Di=0.053 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- قطر لوله ورودی Di=0.053 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت، c- قطر لوله ورودی Di=0.09275 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، d- قطر لوله ورودی Di=0.09275 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت.....٩٩

شکل٤-١٥. کانتور فشار در X/Dc=0 برای a- طول بخش داخلی لوله خروجی Lv=0.155 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- طول بخش داخلی لوله خروجی Lv=0.230 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت..... ١٠١
شکل٤-١٦. نمودار تغییرات هد تلفات(m) بر حسب دبی حجمی (m^3/h) به ازای تغییر طول بخش داخلی لوله خروجی..... ١٠٢
شکل٤-١٧. کانتور فشار به همراه بردار های سرعت در Z/Dc=0 برای a- طول قسمت لوله خروجی Lv=0.155 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- طول قسمت لوله خروجی Lv=0.155 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت، c- طول قسمت لوله خروجی Lv=0.230 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، d- طول قسمت لوله خروجی Lv=0.230 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت..... ١٠٣
شکل٤-١٨. کانتور فشار در X/Dc=0 برای a- اندازه ارتفاع مخروط ناقص تحتانی Lo=0.370 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- اندازه ارتفاع مخروط ناقص تحتانی Lv=0.585 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت..... ١٠٥
شکل٤-١٩. نمودار تغییرات هد تلفات(m) بر حسب دبی حجمی (m^3/h) به ازای تغییر اندازه ارتفاع مخروط ناقص تحتانی..... ١٠٦
شکل٤-٢٠. کانتور فشار به همراه بردار های سرعت در Z/Dc=0 برای a- ارتفاع مخروط ناقص Lo=0.370 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- ارتفاع مخروط ناقص L0=0.370متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت، c- ارتفاع مخروط ناقص Lo=0.585 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، d- ارتفاع مخروط ناقص Lo=0.585 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت..... ١٠٧
شکل٤-٢١. کانتور فشار در X/Dc=0 برای a- قطر راس قسمت مخروطی Da=0.051 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- قطر راس قسمت مخروطی Da=0.104 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت..... ١٠٩
شکل٤-٢٢. نمودار تغییرات هد تلفات(m) بر حسب دبی حجمی (m^3/h) به ازای تغییر قطر راس قسمت مخروطی..... ١١٠
شکل٤-٢٣. کانتور فشار به همراه بردار های سرعت در Z/Dc=0 برای a- قطر راس مخروط Da=0.051 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، b- قطر راس مخروط Da=0.051متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت، c- قطر راس مخروط Da=0.104 متر در دبی ٤٠ متر مکعب بر ساعت، d- قطر راس مخروط Da=0.104 متر در دبی ٢٠ متر مکعب بر ساعت..... ١١١

فهرست جداول

جدول ۱. مقادیر سرعت ورودی به مدل عددی برای هیدروسیکلون ۲۰ اینچ ۸۱

جدول ۲. مقادیر سرعت ورودی به مدل عددی برای هیدروسیکلون ۱۲ اینچ ۸۲

جدول ۳. مقادیر سرعت ورودی به مدل عددی برای هیدروسیکلون ۸ اینچ ۸۲

جدول ٤. مدل های عددی و نحوه گسسته سازی این مدل ها ۸٤

جدول ۵. تعداد المان های مختلف شبکه در مرحله آنالیز حساسیت ۸۷

فصل۱

مقدمه و هدف

۱-۱. مقدمه

بخش فیلتراسیون آبیاری قطره ای برای تصفیه فیزیکی و شیمیایی و برای جلوگیری از گرفتگی قطره چکان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. زمانی که آب از انهار خاکی یا بتنی و یا استخرهای آب برداشت می شود برای ذرات کوچکتر و همچنین جلبک ها استفاده از صافی‌های شنی مرسوم می باشد. زمانی که پمپاژ از چاه های نیمه عمیق و عمیق صورت می‌گیرد، به دلیل ماسه دهی چاه و ذرات بزرگتر که به تاسیسات بعدی ایستگاه فیلتراسیون آسیب می رساند از صافی های هیدروسیکلونی استفاده می شود. هیدروسیکلون ها معمولاً اولین مرحله تصفیه فیزیکی آب در آبیاری قطره ای بوده و به دلیل ایجاد سیستم جریان گردابی برای گیرش ذراتی با چگالی بیشتر از آب کارایی دارند. در واحد کنترل مرکزی فیلتراسیون آبیاری قطره ای علاوه بر تصفیه شیمیایی باید تجهیزات مربوط به جداکننده گریز از مرکز (صافی های سیکلونی) در نظر گرفته شود. جداکننده گریز از مرکز در قسمت رانش پمپ نصب شده و جریان ورودی آب به داخل آن حالت گردابی بخود گرفته تا ذرات شن از آب جدا شوند. شن مجزا شده از آب در قسمت پائین دستگاه تجمع پیدا کرده و به آسانی می توان آن را خارج نمود.

یکی از مشکلات در واحد کنترل مرکزی فیلتراسیون آبیاری قطره ای وجود افت های جریان می‌باشد. به همین منظور در تحقیق حاضر میزان افت بار ناشی از جریان با دبی های مشخص در صافی سیکلونی مورد بررسی قرار خواهد گرفت. معمولاً صافی‌های سیکلونی برای دبی کم تا متوسط طراحی می شوند و برای دبی‌های زیاد از تاسیسات رسوبگیر استفاده می شود (کلر و بیلیسنر، ۱۹۹۰).

هزینه ثابت اولیه برای سیستم ها آبیاری قطره ای زیاد می باشد لذا لازم است طول عمر این سیستم ها افزایش پیدا کند. طول عمر بهره برداری سیستم های قطره ای مستقیماً تحت تاثیر گرفتگی قطره چکانهای نصب شده بر روی لاترال ها می باشد. قطره چکانها گذر گاههای خیلی باریکی هستند که جهت افت انرژی فشاری آب به کار برده می شوند. به همین دلیل ریسک گرفتگی قطره چکانها می تواند عملکرد سیستم را کاملا مختل نماید وگرفتگی تعداد کمی از قطره

چکـانهـا بر روی لاترال ها موجب عدم یکنواختی توزیع آب می گردد. عدم توزیع یکنواختی آب می تواند موجب بوجود آمدن مسـائلی از قبیل کاهش عملکرد و کیفیت محصـول شـود. بنابراین فیلتراسیون یک امر ضروری برای جلو گیری از گرفتگی قطره چکانها می باشد (یاردم و همکاران، ۲۰۱۰).

علـت عمـده گرفتگی قطره چکـان ها، جامدات معلق که مرکب از جامدات معدنی و آلی می باشـد، هسـتند. مسـائل ناشی از گرفتگی قطره چکا نها را می توان به وسیله فیلتراسیون مناسب و عملیات افزودن مواد شیمیایی پیشگیری کرد (آدین و آلون، ۱۹۸٦).

فیلترهای مختلفی در سـیسـتم آبیاری قطره ای استفاده می شود از آن جمله می توان فیلترهای شنی برای ذرات بزرگ که منشا آلی دارند و فیلترهای دیسکی و توری برای ذرات مواد معلق غیر آلی را نام برد (بنامی، ۱۹۹۳؛ دمیر، ۱۹۹٤).

بخش نهایی سـیسـتم فیلتراسیون آبیاری قطره ای شامل فیلترهای دیسکی و توری می باشد، به همین منظور زمان لازم برای گرفتگی فیلترهای دیسـکی ویا توری به شرطی که جدا سازی ذرات بزرگتر بوسـیله فیلترهای هیدروسـیکلون انجام شـده باشـد، افزایش می یابد. هیدروسیکلونها می توانند ۹۸٪ ذرات ماسه که به ابعاد ۷۵ µm می باشد را جداسازی کند (کلر و بیلیسنر، ۱۹۹۰).

هیدروسـیکلون ها بطور گسـترده ای به عنوان تجهیزات جدا سـازی در بسیاری از شاخه های صـنعت نظیر صـنایع معدنی، صـنایع شـیمیایی و صـنایع تصـفیه آب استفاده می شوند (مارتینز و همکاران، ۲۰۰۸). مقاله‌های بسـیاری در مورد کارکرد فیلترهای هیدروسیکلونی در صنایع مختلف ارائه شده است (آنتونس، ۱۹۹٤؛ آسوماه و همکاران،۱۹۹۷؛ کریپیچ و همکاران، ۲۰۰٦؛ ناگسواروا و همکاران، ۲۰۰٤). ولی مطالعاتی که مربوط به تجهیزات تصفیه آب در زمینه میکرو انجام شده به آن اشاره خواهد شد (سوکل و همکاران، ۲۰۰٤؛ سریوستا و همکاران، ۲۰۰۹).

در سـال‌های اخیر مطالعاتی در ارتباط با سیکلون در علوم مختلف صورت پذیرفته است اما در ارتباط با صافی سیکلونی در آبیاری قطره‌ای تحقیقات زیادی انجام نگرفته است، لذا هدف از انجام این تحقیق بررسـی افت جریان در مقادیر حاصـل از آزمایش‌های عملی و خروجی های مدل

شـبیه‌سـاز و مقایسـه آنها جهت اعتبارسـنجی مدل می‌باشـد. همچنین در ادامه به بررسی اثر تغییر پارامترهای هندسی بر میزان هد تلفات (افت بار) در هیدروسیکلون پرداخته می شود.

برای طراحی سـیسـتم‌های آبیاری قطره ای لازم اسـت افت بار ناشـی از جریان آب در بخش فیلتراسـیون تعیین گردد. داشـتن دیدگاهی صـحیح از چگونگی رفتار و اجزا مختلف صـافی های هیدروسـیکلون امکان طراحی دقیق را فراهم می سازد لذا شناخت صحیح از هیدرولیک جریان در این صافی ها منجر به طراحی دقیق ابعاد هیدروسیکلون با توجه به مشخصات جریان و به حداقل رسـاندن افت بار هیدرولیکی در آنها می گردد در این تحقیق به بررسـی عددی هیدرولیک جریان در صـافی های هیدروسـیکلونی پرداخته می شود و همچنین تاثیر تغییر دبی و پارامترهای هندسی هیدروسـیکلون در حالت های مختلف با توجه به نتایج شـبیه سـازی مورد بررسـی قرار خواهد گرفت.

با توجه به اینکه راهنمای طراحی های موجود بر اساس تعداد اندکی از تحقیق ها شکل گرفته اند و مطالعات و تحقیق هم اغلب با استفاده از مدل های فیزیکی، روابط تجربی و یا تحلیل تئوریکی یک بعدی بدست آمده است، دارای محدودیت هایی می باشند از جمله :

۱) داده های ناکافی برای تعیین مشخصات هیدرولیکی در جریان گردابی داخل هیدروسیکلون.

۲)عدم اطمینان از تعمیم نتایج مدل آزمایشـگاهی به خصـوص در زمینه افت بار هیدرولیکی و فشار مورد نیاز سیستم .

۳) مدل های فیزیکی نیازمند طراحی های بخصـوص می باشـد که تماما وقت گیر و هزینه بر هستند.

٤) مدل های ساده شده یک بعدی ممکن است در مواردی غیر قابل استفاده باشد.

لذا امروزه با کاربرد دینامیک سـیالات محاسباتی و قدرت کامپیوترها این ابزار برای تحقیقات هیدرولیکی به عنوان یک روش مجزا یا مکمل تحقیقات آزمایشـگاهی مورد استفاده قرارمی گیرد. مدل CFD نسـبت به مطالعات فیزیکی دارای مزایای بیشـتری است. مهمتر از همه اینکه مقرون به صـرفه و بی اثر از ابعاد هندسـی است و می تواند به عنوان یک ابزار طراحی برای تعدیل طراحی

صـافی های هیدروسیکلون مورد استفاده قرار گیرد. همچنین قابلیت مدل CFD در مشخص کردن جزئیات ساختار تلاطمی جریان از قبیل توزیع سرعت، جریان های گردابه ای و جریان های ثانویه می تواند مفید واقع شـود، که این جزئیات در مطالعات و تحقیقات گذشـته غیر قابل دسـترسـی بودند.

۱-۲. اهداف پژوهشی

به طور خلاصه اهداف پژوهشی در این تحقیق عبارتند از :

۱- شـبیه سـازی عددی افت جریان در صـافی های سیکلونی با کمک ابزار دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) و مقایسه با نتایج تجربی ارائه شده از مدل فیزیکی و نتایج بدست آمده از مدل تجربی و ریاضی یاردم و همکاران.

۲- بررسی اثر اندازه قطر لوله ورودی بر افت فشار و ساختار جریان داخل هیدروسیکلون در دبی های مختلف.

۳- بررسی اثر اندازه بخشی از لوله خروجی که داخل هیدروسیکلون قرار دارد بر افت فشار و ساختار جریان داخل هیدروسیکلون در دبی های مختلف.

٤- بررسی اثر اندازه ارتفاع سیلندر فوقانی هیدروسیکلون بر افت فشار و ساختار جریان داخل هیدروسیکلون در دبی های مختلف.

٥- بررسـی اثر اندازه ارتفاع مخروط ناقص تحتانی هیدروسـیکلون بر افت فشـار و سـاختار جریان داخل هیدروسیکلون در دبی های مختلف.

٦- بررسی اثر اندازه قطر لوله ورودی مخزن تخلیه شن هیدروسیکلون بر افت فشار و ساختار جریان داخل هیدروسیکلون در دبی های مختلف.

۷- ارائه توصیه هائی در خصوص شرایط بهره برداری مطلوب از هیدروسیکلون ها با توجه به نتایج حاصل از شبیه سازی حالات مختلف.

۱-۳. فرضیات

۱- جریان سیال (آب) درون هیدروسیکلون تراکم ناپذیر فرض می شود.

۲- هیدرولیک جریان در صافی سیکلونی سه بعدی می باشد.

۳- جریان درون هیدروسیکلون آشفته می باشد و برای مدل‌سازی حالت تک فازی جریان از مدل سازی آشفتگی، مدل‌های دو معادله ای مانند $k-\epsilon$ استفاده می شود.

٤- جریان آشفته از نوع stationary است در نتیجه به صورت پایا حل خواهد شد.

۵- جریان سیال هم دما است و در این حالت معادله ی انرژی حل نخواهد شد.

۱-٤. ساختار پایان نامه

پایان نامه مورد مطالعه در ۵ فصل ارائه گردید:

فصل اول مقدمه و هدف که در آن به بررسی ضرورت انجام مطالعه، کار انجام شده در تحقیق حاضر، اهداف مورد نظر و فرضیه های آزمایش پرداخته شد.

فصل دوم کلیات و بررسی پژوهش های پیشین، به بیان تئوری های مساله ومطالعات صورت گرفته ی مرتبط با موضوع تحقیق پرداخته و گردآوری شده است.

فصل سوم مواد و روش ها، در این فصل مشخصات طرح، معرفی حلگر عددی،مطالعه هندسه و تنظیمات عددی به کار رفته بیان شد.

فصل چهارم نتایج و بحث، آنالیز حساسیت مدل، اعتبار سنجی نتایج، نمودارهای هد تلفات و کانتورهای رنگی سرعت و فشار و تحلیل حالت های مختلف انجام شده در این فصل آورده شد.

فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات، در این فصل نتایج کلی به دست آمده از کار حاضر ارائه و بر اساس آن ها مواردی پیشنهاد گردید.

فصل۲

کلیات و بررسی پژوهش های پیشین

۲-۱. اصول و مبانی نظری

در مهندسی آب و مهندسی شیمی و صنعت نفت گرایشی به هیدروسیکلون ها به وجود آمده است که به چندین عامل بستگی دارد :

اطلاعات مفیدی در مورد سودمند بود هیدروسیکلونها در کاربردهای خارج از کانه آرایی در مهندسی شیمی و تصفیه آب و دیگر شاخه های مهندسی کسب شده است. کاربردهای قدیمی هیدروسیکلون ها در کانه آرایی به همراه واژه شناسی تخصصی، مسائل خاص آن صنعت و نوع مقالاتی که اطلاعات مربوط به هیدروسیکلون ها را چاپ می کنند، تشخیص هیدروسیکلون ها را برای مهندسین شیمی ، بعنوان یک وسیله عمومی ، که برای صنعت شیمیایی نیز مفید می باشد، مشکل نموده است. علاوه بر این، هنوز در رشته ی مهندسی آب، برخی مراکز علمی نه تنها مطالب بسیار کمی درباره هیدروسیکلون ها ارائه نموده، بلکه به اصول طراحی و ویژگی های کارایی هیدروسیکلون ها هم اشاره ای نمی نمایند.

احیاء مقوله ی هیدروسیکلون ضرورت جدیدی است که در صنعت نفت و صنعت آب به وجود آمده است. صنعت نفت برای جدا کردن گاز، ماسه یا آب از نفت یا ترجیحاً تمام این مواد از هم دیگر در مرحله ی جداسازی، به یک دستگاه کوچک، قابل اطمینان و ساده احتیاج دارد و همچنین در صنعت آب برای تصفیه آب در ایستگاههای پمپاژ آبیاری قطره ای هیدروسیکلون مورد استفاده قرار می گیرد، به نظر می رسد هیدروسیکلون ها قدرت انجام این کار را داشته باشند گفتنی است که علاقه به هیدروسیکلون ها در این زمینه رو به افزایش است.

توسعه ی روزافزون هیدروسیکلون و افزایش درک عمومی از آنها موجب شده است که امروزه این دستگاهها بیشتر از آنچه که چندین دهه قبل انجام می دادند کارایی داشته باشند .

در واقع می توان چنین اظهار داشت که علی رغم روند رو به رشد استفاده از هیدروسیکلون ها در جهان برای علوم مختلف، هنوز در کشورمان بهای لازم به مسائل مربوط به تصفیه آب بخصوص در صافی های سیکلونی داده نشده، و نیاز به بررسی بیشتر مسائل مربوط به این صافی ها احساس می گردد. لذا بررسی مسائل مربوط به صافی های سیکلونی و ارائه روابط دقیق تر و

همین طور بررسی پارامترهای موثر در این زمینه اهمیت ویژه ای می یابد.

۲-۲. صافی‌های هیدروسیکلونی

۲-۲-۱. تعریف هیدروسیکلون

هیدروسیکلون یک جدا کننده ی ثابت بر مبنای جدایش گریز از مرکز در گردابی که در بدنه ی مخروطی– استوانه ای سیکلون تولید شده، استوار است. جریان (دبی) که معمولاً به طور مماسی وارد سیکلون شده ته ریز و اکثر جامدات را حمل می کند یا حداقل بخش دانه درشت تر که هنوز در مقداری مایع معلق می باشند را در ته ریز جمع می کند و قسمت سر ریز که اکثر مایع و بعضی از جامدات دانه ریز را داراست، تقسیم بندی می شود. جدایش به اندازه ی ذره وابسته است و اندازه ی ویژه ی جدایش به حد جدایش مورد استناد قرار می گیرد.

۲-۲-۲. مزایای نسبی هیدروسیکلون ها

الف) در کاربرد بسیار متنوع می باشند به این دلیل که آنها برای صاف کردن مایعات، طبقه بندی جامدات، شستشوی جامدات، جدا کردن دو مایع غیر قابل امتزاج، گاززدایی مایعات یا جداسازی جامدات با توجه به چگالی و شکل آنها ، به کار برده می شوند.

ب) ساده هستند، خرید، نصب و کارکردن و اجرای عملیات با آنها کم هزینه بوده و به نگهداری و حفظ ساختارهای کمی احتیاج دارند.

ج) در مقایسه با دیگر جدا کننده ها کوچک هستند، بنابراین فضای کمتری اشغال می کنند و زمان توقف کمی دارند که از نظر سرعت کنترل آنها را نسبت به کلاسیفایرهای ته نشینی ، برتر می کند.

۲-۲-۳. معایب عمده ی هیدروسیکلون ها

الف) این دستگاهها بعد از نصب و انجام عملیات تا حدودی به دلیل وابستگی زیاد به کارایی جدایش شان، به دبی آنها به نسبت های برگردان[1] کم انعطاف پذیر نیستند. به دلیل حساسیت

[1] *Turn down*