بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه آموزشی مهندسی ماشینهای کشاورزی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

عنوان

بهینه سازی نقاله نیوماتیک محصولات دانه ای

استاد راهنما

دکتر شمس اله عبداله پور

استاد مشاور

دکتر رضا عبدی

پژوهشگر

حامد بیابانی

شهریور ماه ۱۳۹۳

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. سلام و دورد بر محمّد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است؛ و نفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تا روز رستاخیز...

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجّل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم .

اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب " من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر اللّه عزّ و جلّ" :ازپدر و مادر عزیزم، این دو معلم بزرگوارم که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند؛از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر شمس اله عبداله پور که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ ننمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛از استاد صبور و با تقوا ، جناب آقای دکتر رضا عبدی، مدیریت محترم کرسی گروه، که زحمت مشاوره این رساله را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید؛ و از استاد فرزانه و دلسوز؛ جناب آقای دکتر ... که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم .

تشکر از خانم مهندس فاخری که در ساخت این مجموعه کمک شایانی به بنده کرده و سپاس از دوست عزیزم مهندس یوسف فاتحی که در تمامی مراحل آزمایشات بنده را تنها نگذاشته و یاریم نمود.

حامد بیابانی

تقدیم به

مقدسترین واژه ها در لغت نامه دلم، مادر مهربانم که زندگیم را مدیون مهر و عطوفت آن می دانم.

پدر، مهربانی مشفق، بردبار و حامی... امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما

همسرم که نشانه لطف الهی در زندگی من است

برادر و خواهرم همراهان همیشگی و پشتوانه های زندگیم

نام خانوادگی دانشجو : بیابانی نام : حامد

عنوان پایان نامه : بهینه سازی نقاله نیوماتیک محصولات دانه ای

استاد راهنما : دکتر شمس اله عبداله پور استاد مشاور : دکتر رضا عبدی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: مهندسی ماشین های کشاورزی گرایش: مکانیک ماشین های کشاورزی

دانشگاه محل تحصیل : دانشگاه تبریز دانشکده : کشاورزی

تاریخ فراغت از تحصیل :

واژه های کلیدی : نقاله نیوماتیک، دمنده، سیکلون، نازل مکشی، تغذیه کننده

چکیده : دربین روش های گوناگون انتقال محصولات، انتقال نیوماتیک روشی است که می تواند تاثیر مستقیمی بر کاهش هزینه های مالی، زمانی و کاهش دشواری های انتقال داشته باشد. این روش خصوصا در تغییر موقعیت مواد توده ای خشک (آسان جاری شونده) بیش از بقیه روش ها مورد توجه محققین و سازندگان بوده است. انتقال محصولات کشاورزی دانه ای با توجه به حجم زیاد محصول نیاز به انرژی کارگری بالا و هزینه زیادی دارد. در کارخانجات صنایع غذایی، خطوط تولید محصولات مختلف و حتی در داخل یک ماشین مرکب نظیر کمباین به فرم های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. از کاربردهای دیگر انتقال و جابجایی مواد و محصولات کشاورزی می توان به بارگیری در اسکله ها اشاره کرد. کاربردهای اختصاصی نیز می توان برای این موضوع در نظر گرفت، که از آن جمله می توان به بارگیری و انتقال کاه به کاهدان، پس از برداشت اشاره نمود. هدف این پژوهش، بهینه سازی نقاله نیوماتیک ساخته شده توسط سروش فتحی بود که بتواند توان خود را از تراکتور دریافت کرده و توانایی انتقال محصولات دانه ای در فاز رقیق و نسبت جرمی ۸ را دارا باشد، که انتقالی سریع تر و ساده تر در پی خواهد داشت. محاسبات مربوط به دستگاه انتقال نیوماتیک مجددا انجام گردید. بر اساس نتایج حاصل شده قطر لوله و فن دستگاه تغییر داده شد و یک دستگاه تغذیه کننده به سیستم اضافه گردید. قسمت هایی از دستگاه نیز بهینه سازی شد. برای ارزیابی عملکرد و کارآیی سامانه آزمایش هایی در قالب طرح کاملا تصادفی انجام پذیرفت. بدین منظور دو نوع لوله با قطر های ۲/۵ و ٤/٥ اینچ انتخاب و در دور های ۱۲۰۰، ۱۵۰۰ و ۱۸۰۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. در طی آزمایشات عملکرد سامانه با محصولات نخود، گندم و جو هر کدام در سه تکرار با ترکیب تیماری فوق مورد سنجش قرار گرفت. بر روی داده های حاصله تجزیه واریانس انجام گردید. نتایج جدول تجزیه واریانس وجود اختلاف معنی دار بین اثرات اصلی و اثرات متقابل در سطح یک درصد را نشان داد. بدلیل وجود اختلاف معنی دار در بین تیمار ها اقدام به مقایسه میانگین ها شد، در نتیجه بهترین تیمار برای انتقال مقدار مشخصی از محصولات مورد آزمایش در واحد زمان، تیمار قطر لوله ٤/٥ و دور فن ۱۸۰۰ حاصل شد.

فهرست مطالب

مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ هدف ٤

بررسی منابع ۵

۲-۱ انتقال نیوماتیک ٦

۲-۲ انعطاف پذیری سیستم ٦

۲-۳ نیوماتیک در صنعت ۷

۲-٤ اطلاعات طراحی ۷

۲-۵ عملکرد نقاله نیوماتیک ۷

۲-٦ مقایسه نقاله مکانیکی و نیوماتیکی ۸

۲-۷ روش طراحی ۹

۲-۸ انواع سیستم های انتقال نیوماتیک ۱۰

۲-۸-۱ طبقه بندی سیستم های انتقال نیوماتیک ۱۰

۲-۸-۱-۱ سیستم انتقال مدار باز ۱۰

۲-۸-۲ سیستم های انتقال نیوماتیکی از منظرعملکرد ۱۰

۲-۸-۲-۱ سیستم فشار مثبت ۱۰

۲-۸-۲-۱-۱ مشخصات نمونه سیستم فشار مثبت ۱۱

۲-۸-۲-۲ سیستم فشار منفی ۱۲

۲-۸-۲-۲-۱ مشخصات نمونه سیستم فشار منفی ۱۳

۲-۸-۲-۳ سیستم مرکب (فشار مثبت – فشار منفی) ۱٤

۲-۹ حالت های سیستم انتقال نیوماتیک براساس میانگین تراکم محصول در خطوط انتقال..... ۱٤
۲-۱۰ انتقال فاز رقیق..... ۱۵
۲-۱۰-۱ شرایط سیستم فاز رقیق..... ۱۵
۲-۱۱ سیستم فاز غلیظ..... ۱٦
۲-۱۲ دبی وزنی و حجمی ذرات جامد و هوا..... ۱۷
۲-۱۳ سرعت جریان در لوله ها..... ۱۸
۲-۱۳-۱ سرعت های مختلف در انتقال نیوماتیک..... ۱۸
۲-۱٤ محاسبه قطر لوله های انتقال..... ۲۱
۲-۱۵ اجزای مختلف یک سیستم انتقال نیوماتیکی..... ۲۲
۲-۱٦ تغذیه کننده..... ۲۳
۲-۱٦-۱ دریچه های دوار..... ۲۳
۲-۱٦-۱-۱ انواع روتور..... ۲٤
۲-۱٦-۱-۲ انواع پاکت روتور..... ۲۵
۲-۱٦-۲ میزان تغذیه مواد..... ۲٦
۲-۱۷ محرک هوا..... ۲۷
۲-۱۸ انتخاب نوع بادزن..... ۲۸
۲-۱۹ بادزن سانتریفیوژ یا ونتیلاتور..... ۳۰
۲-۲۰ قوانین بادزن..... ۳۱
۲-۲۰-۱ توان مورد نیاز..... ۳۲
۲-۲۱ لوله های انتقال..... ۳۳
۲-۲۲ نازل مکشی..... ۳٤

۲-۲۳ قسمت جدا کننده..... ۳۶
۲-۲۳-۱ ابعاد نمونه..... ۳۷
۲-۲٤ روابط مربوط به هوا..... ۳۹
۲-۲٤-۱ چگالی هوا..... ۳۹
۲-۲۵ افت فشار..... ٤۰
۲-۲۵-۱ افت فشار سیکلون..... ٤۰
۲-۲۵-۲ افت فشار در خط لوله..... ٤۲
۲-۲۵-۲-۱ افت فشار در لوله های مستقیم..... ٤۳
۲-۲۵-۲-۲ خم ها..... ٤٤
۲-۲۵-۳ افت فشار کل سیستم..... ٤۷
۲-۲۵-۳-۱ افت فشار در لوله های افقی..... ٤۷
۲-۲۵-۳-۲ افت فشار در لوله های عمودی..... ٤۹
مواد و روش..... ۵۷
۳-۱ مقدمه..... ۵۸
۳-۲ انتخاب سیستم..... ۵۸
۳-۳ فاز جریان و نسبت جرمی..... ۵۸
۳-٤ دبی جرمی جامد و هوا..... ۵۹
۳-۵ محاسبه ابعاد هاپر..... ۵۹
۳-٦ انتخاب دمنده..... ۵۹
۳-۷ لوله های انتقال..... ۵۹
۳-۷-۱ روش محاسبه سرعت هوا در لوله ها..... ۵۹

۳-۷-۲ محاسبه قطر لوله ها ٦٠
۳-۸ شاسی ٦٠
۳-۹ تغذیه کننده ٦٢
۳-۱۰ افت فشار در لوله ها ٦٣
۳-۱۰-۱ افت فشار در لوله های افقی ٦٣
۳-۱۰-۲ افت فشار در لوله های عمودی ٦٣
۳-۱۱ افت فشار سیکلون ٦٣
۳-۱۲ نازل مکشی ٦٤
۳-۱۳ مونتاژ ٦٤
۳-۱٤ ارزیابی دستگاه نقاله نیوماتیک ٦٦
نتایج و بحث ٦٧
٤-۱ مشخصات فیزیکی نخود ٦٨
٤-۲ ظرفیت سیستم ٦٨
٤-۳ نسبت جرمی ٦٨
٤-٤ جریان جرمی جامد و هوا ٦٩
٤-٥ لوله های انتقال ٦٩
٤-٥-۱ سرعت هوا در لوله ٦٩
٤-٥-۲ قطر لوله ۷۰
٤-٦ تغذیه کننده ۷۱
٤-۷ محرکه هوا ۷۱
٤-۸ محاسبه ابعاد هاپر ۷۲

٤-٩ افت فشار در سیکلون..... ۷۲
٤-١٠ افت فشار در لوله ها..... ۷۳
٤-١٠-١ افت فشار در لوله های افقی..... ۷۳
٤-١٠-٢ افت فشار در لوله های عمودی..... ۷٤
٤-١١ نازل مکشی..... ۷۵
٤-١٢ محل انجام و تیمار های آزمایش..... ۷۵
٤-١٣ تحلیل داده ها..... ۷۵
٤-١٣-١ تحلیل آزمایش های نخود..... ۷٦
٤-١٣-٢ تحلیل آزمایش های جو..... ۷۷
٤-١٣-٣ تحلیل آزمایش های گندم..... ۷۸
نتیجه گیری کلی..... ۸۲
پیشنهادات..... ۸۳
منابع..... ۸٤

فهرست شکل ها

شکل ۲-۱. سیستم فشار مثبت..... ۱۱
شکل ۲-۲. سیستم فشار منفی ۱۲
شکل ۳-۲. استفاده از نازل در سیستم های خلا..... ۱۳
شکل ۲-٤. سطح مقطع لوله در حالت دو فازه ۲۱
شکل ۲-۵. تغذیه کننده دوار ۲٤
شکل ۲-٦. روتور انتها باز و انتها بسته..... ۲۵
شکل ۲-۸. مشخصات میزان تغذیه برای یک شیر دوار ۲۷

شکل ۲-۹. انواع بادزن گریز از مرکز ۲۸
شکل ۲-۱۰. تصویر شماتیک ونتیلاتور ۳۰
شکل ۲-۱۱. تناسب بین جریان فشار و توان با سرعت در بادزن ها ۳۲
شکل ۲-۱۲. طرحی از نازل مکشی ۳۵
شکل ۲-۱۳. مدل هایی از نازل های مکشی در موقع مکش ۳۵
شکل ۲-۱٤. عملکرد دستگاه جدا کننده یا سیکلون ۳۷
شکل ۲-۱۵. ابعاد دستگاه جداکننده یا سیکلون ۳۸
شکل ۲-۱٦. راندمان دو سیکلون، یکی با راندمان بالا و دیگری با راندمان پایین و توان عملیاتی زیاد ۳۹
شکل ۲-۱۷. نمای سیکلون از بالا ٤۲
شکل ۲-۱۸. نمودار نسبت b/R ٤۲
شکل ۲-۱۹. افت فشار در لوله به قطر ۱۰۰ میلیمتر با افزایش نرخ جریان جرمی هوا ٤٤
شکل ۲-۲۰. مقدار K در خم های ۹۰ درجه ٤۵
شکل ۲-۲۱. مقدار K در خم های مختلف ٤۵
شکل ۲-۲۲. مقدار K در خم های تیز ٤۵
شکل ۲-۲۳. مقدار K در خم ها و سطح مقطع های مختلف ٤٦
شکل ۲-۲٤. نمای شماتیک فقاله نیوماتیکی دانه کلزا ۵۲
شکل ۲-۲۵. سیستم تغذیه ضربه ای پشت سر هم ۵۳
شکل ۲-۲٦. مشخصات تغذیه کننده اصلاح شده ۵۵
شکل ۲-۲۷. دستگاه نقاله نیوماتیک ساخته شده برای محصولات دانه ای ۵٦
شکل ۳-۱. صفحه نگه دارنده تغذیه کننده و الکتروموتور ٦۱
شکل ۳-۲. لوله انتقال زیرین صفحه نگه دارنده ٦۱
شکل ۳-۳. تغذیه کننده به همراه الکتروموتور ٦۲
شکل ۳-٤. نحوه قرار گیری لوله مکش از دمنده به سیکلون ٦٤
شکل ۳-۵. تمیز کاری با سنگ فرز ٦۵
شکل ٤-۱. دمنده سانتریفیوژ یا ونتیلاتور ۵ اینچ ۷۱
شکل ٤-۲. نمودار عملکرد نقاله نیوماتیکی بهینه سازی شده برای نخود ۷٦
شکل ٤-۳. نمودار عملکرد نقاله نیوماتیکی بهینه سازی شده برای جو ۷۸
شکل ٤-٤. نمودار عملکرد نقاله نیوماتیکی بهینه سازی شده برای گندم ۷۹
شکل ٤-۵. نمایی از دستگاه انتقال نیوماتیک ساخته شده ۸۱

فهرست جدول ها

جدول ۲-۱. تعیین نوع جریان براساس نسبت جریان جرمی ۱۵
جدول ۲-۲. سرعت بحرانی نخود، جو، گندم و لوبیا ۱۹
جدول ۲-۳. ضرایب افزایش سرعت هوا برای انتقال مواد مختلف موجود در ذرات جامد ۲۰
جدول ۲-٤. انواع بادزن، معایب و مزایا ۲۹
جدول ۲-۵. انواع مدل بادزن ونتیلاتور ۳۰
جدول ۲-٦. ابعاد مدل های بادزن ونتیلاتور ۳۱
جدول ٤-۱. خصوصیات فیزیکی دانه نخود ٦۸
جدول ٤-۲. جدول تجزیه واریانس نخود ۷٦
جدول ٤-۳. جدول تجزیه واریانس جو ۷۷
جدول ٤-٤. جدول تجزیه واریانس گندم ۷۹

مقدمه

۱-۱ مقدمه

دربین روش های گوناگون انتقال و جابجایی بسیاری از محصولات، انتقال نیوماتیک روشی است که می تواند تاثیر مستقیمی بر کاهش هزینه های مالی، زمانی و کاهش دشواری های انتقال داشته باشد. این روش خصوصا در تغییر موقعیت مواد توده ای خشک (آسان جاری شونده) بیش از بقیه روش ها مورد توجه محققین و سازندگان بوده است. انتقال محصولات کشاورزی دانه ای با توجه به حجم زیاد محصول نیازمند هزینه کارگری و انرژی زیادی است. در داخل کارخانجات صنایع غذایی، خطوط تولید محصولات مختلف و حتی در داخل یک ماشین مرکب نظیر کمباین، انتقال نیوماتیک به فرم های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. از کاربردهای دیگر انتقال و جابجایی مواد و محصولات کشاورزی می توان به بارگیری در اسکله ها اشاره کرد. کاربردهای اختصاصی نیز می توان برای این موضوع در نظر گرفت، که از آن جمله می توان به بارگیری و انتقال کاه به کاهدان، پس از برداشت اشاره نمود. از این روش می توان برای انتقال مواد خطرناک و شیمیایی که به صورت گرانولی می باشند استفاده نمود. محل بارگیری و تخلیه نیز می تواند چند ده متری از هم فاصله داشته باشد که آن هم لازمه مصرف توان بیشتر است. دستگاه انتقال نیوماتیکی فضای کمتری را به خود اختصاص داده و با استفاده از لوله های قابل انعطاف می توان مسیر انتقال را متناسب با شرایط کار انتخاب کرد. همچنین استفاده از این روش باعث صرفه جویی در وقت و هزینه کارگری شده و سهولت آن را در پی دارد.

از مزایای انتقال نیومانیکی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- انواع محصولات را می توان بدون ایجاد گرد و غبار انتقال داد.

- انعطاف پذیری از نظر مسیر انتقال ، بدین معنا که می توان محصول رابه صورتهای مختلف افقی و عمودی و مایل انتقال داد.
- امکان هدایت محصول به چند نقطه مختلف و امکان برداشت آن از چند نقطه متفاوت.
- هزینه تعمیر و نگهداری پایین
- از یک خط لوله انتقال می توان برای انتقال انواع محصولات استفاده کرد.
- سهولت در کنترل و اتوماتیک کردن خط انتقال .
- ایمنی بودن خط انتقال ، بدین معنی که از این خط لوله ها می توان برای انتقال انواع محصولات بدون خطر آتش سوزی یا سایر خطرات استفاده کرد.

معایب سیستم های انتقال نیوماتیک

- مصرف توان بالا.
- استهلاک و سایش تجهیزات.
- طراحی نادرست سیستم انتقال باعث پایین آمدن کیفیت محصول می گردد.
- با توجه به پیچیدگی طبیعت جریان هوا نیاز به مهارت بالا برای طراحی ، استفاده و نگهداری سیستم می باشد.

در حال حاظر کشاورزان برای جابه جایی محصولات خود روش خاصی پیش رو ندارند، به همین دلیل برای جابه جایی محصولات خود از کارگر استفاده می کنند که سختی ها و هزینه های خود را به همراه دارد که رهنمون ساختن کشاورزان به روشی مناسب تکلیفی است بر دانشگاه که مطالعه حاضر در ادامه ی تحقیق قبلی و بدین منظور می باشد.

۱-۲ هدف

هدف تحقیق حاضر بهینه سازی یک نقاله نیوماتیک می باشد به نحویکه که توان خود را از تراکتور دریافت کرده و توانایی انتقال محصولات دانه ای مختلف به صورت سریع تر و ساده تر را داشته باشد. در این پروژه نیز ارتقا دستگاه ساخته شده قبلی که برای ۵۰۰ کیلوگرم ساخته شده بود لیکن ۲۰۰ کیلوگرم در ساعت تحویل داشت، به ۷۵۰ الی ۱۰۰۰ کیلوگرم در ساعت هدف گذاری شده است.

بررسی منابع

۲-۱ انتقال نیوماتیک

سیستم انتقال نیوماتیک در واقع یک سیستم ساده و در عین حال مناسب برای انتقال مواد پودری و گرانولی در کارخانه ها، مزارع و... با استفاده از سیال هوا یا هر سیال گازی دیگر میباشد. اجزا مورد نیاز برای یک سیستم انتقال نیوماتیک شامل: یک منبع گاز فشرده (معمولا هوا)، دستگاه تغذیه کننده، لوله های انتقال و یک گیرنده برای جدا کردن مواد انتقالی و گاز حامل می باشد. در این روش می توان از فشار بالا، پایین و یا منفی برای انتقال مواد استفاده کرد. همچنین برای انتقال مواد جاذب رطوبت و یا گاز های منفجر شونده می توان از این روش استفاده نمود. نقاله نیوماتیکی یک دستگاه چند منظوره است که می تواند برای پر کردن و تخلیه مخازن در کامیون ها و یا در ماشین های تمیز کننده دانه، کارنده ها و یا جاهایی که به طور عادی تمیز کردن آن ها مشکل است، بکار برده شود. با این حال این نقاله توان بالایی نیاز دارد و سطح صدای بیشتری نسبت به سایر نقاله ها ایجاد می کند (دیوید میلز ۲۰۰٤).

۲-۲ انعطاف پذیری سیستم

با استفاده از سیستم انتقال نیوماتیک و با انتخاب و تنظیم تجهیزات مناسب، می توان مواد را از مخزن یا سیلو در یک محل به محل دیگری در فاصله دور انتقال نمود. همچنین با استفاده از این دستگاه می توان مواد را از یک نقطه به چند سیلو و یا از چند سیلو و مخزن به یک نقطه منتقل نمود. لوله های انتقال را می توان به صورت افقی و عمودی (هم به سمت بالا و هم به سمت پایین) اجرا کرد و در هر قسمت می توان خم دلخواه را ایجاد نمود، و در هر زمانی می توان رژیم جریان را کنترل کرد. با توجه به بسته بودن سیستم، مواد بسیار خطرناک را می توان با این روش با ایمنی کامل منتقل کرد (دیوید میلز ۲۰۰٤).

۲-۳ نیوماتیک در صنعت

روش نیوماتیک در اکثر صنایع شامل: کشاورزی، استخراج معدن، شیمیایی، دارویی، تولید رنگ، تصفیه فلزات و... برای حمل مواد فله ای مورد استفاده قرار می گیرد. در کشاورزی برای انتقال تناژ بالایی از محصولات برداشت شده مانند برنج و غلات و محصولات فرآوری شده مانند خوراک دام که به صورت گلوله ای و توده ای هستند، کود ها، محصولات غذایی مانند چای، قهوه، قند از این سیستم استفاده می شود. در یک دستگاه انتقال نیوماتیک معمولی، یک خط انتقال می تواند مواد را تا چند صد متر و مواد گرد و خاکی مانند خاکستر بادی و سیمان بیش از یک کیلومتر انتقال بدهد (دیوید میلز ۲۰۰٤).

۲-٤ اطلاعات طراحی

طراحی سیستم انتقال نیوماتیکی ممکن است مبتنی بر تجربه یا نتایج آزمون قبلی باشد. در این زمینه بسیاری از شرکت ها اطلاعات خود را به دلیل تجاری بودن در اختیار دیگران قرار نمی دهند. در طراحی باید دقت داشت که با حداقل توان بیشترین کارایی را بدست آورد و راندمان بالایی داشت (دیوید میلز ۲۰۰٤).

۲-۵ عملکرد نقاله نیوماتیک

عملکرد نقاله نیوماتیک به چند ویژگی مواد جامد انتقالی حساس می باشد

۱. چگالی مواد فله ای
۲. چگالی واقعی
۳. ضریب اصطکاک

٤. اندازه ذرات

٥. زبری ذرات و شکل آن

٦. رطوبت

٧. ویژگی ها مانند اشتعال پذیری وشکنندگی

ظرفیت سیستم های انتقال نیوماتیک علاوه بر ویژگی های مواد جامد به چندین فاکتور دیگر شامل: قطر خط انتقال، طول خط انتقالی و انرژی مورد نیاز برای انتقال هوا بستگی دارد.

٢-٦ مقایسه نقاله مکانیکی و نیوماتیکی

نقاله نیوماتیکی در مقایسه با نوار نقاله مکانیکی (تسمه نقاله، نقاله اسکرو، نوار نقاله ارتعاشی، نوار نقاله کششی و دیگر روش ها) باید با دقت بیشتری طراحی و ساخته شود. انتقال نیوماتیکی توان بیشتری در واحد وزن انتقالی را می طلبد، اما هزینه انتقال در شرایطی که مسیر انتقال پیچیده است یا زمانی که جو نامطلوب است و یا زمانی که امنیت اپراتوردر خطر می باشد می تواند کمتر باشد. تحلیل نهایی طراحی و بهره برداری از نقاله نیوماتیکی مستلزم توجه مهندسان با تجربه می باشد. طراحی اولیه را می توان بر اساس اطلاعات اولیه و داده های موجود در این زمینه و با استفاده از قواعد کلی که در این باره مطرح است استفاده کرد. سیستم های نیوماتیکی نسبتا مقرون به صرفه برای نصب و راه اندازی می باشند. سیستم های نیوماتیک کاملا محصور بوده و در صورت لزوم می توانند بدون تماس قطعات متحرک با مواد منتقل شده به کار گرفته شود. آنها از نظر تغییر مسیر و گسترش انعطاف پذیر می باشند. یک سیستم نیوماتیک می تواند محصول را در هر مسیر و با یک خط لوله منتقل کند.