بررسی سیستم تمیز کننده کمباین جهت نصب کنترل کننده فازی بر روی آن

امیر جلا یی صادقیان[۱]- محمد جاویدی[۲]

چکیده

قسمت اعظم تلفات در کمباین در سیستم تمیز کننده آن می باشد . و این بعلت تنظیم نبودن قسمت بوجاری و تمیز کننده است . بادبزن یکی از مهمترین قسمتهای واحد بوجاری است که جریان هوای بادبزن به عمل جداسازی کاه از دانه کمک کمک می کند . سرعت چرخش بادبزن در اکثر کمباین ها بسته به شرایط مختلف از ۲۵۰ تا ۱۵۰۰ دور در دقیقه می تواند تغییر کند . تغییر دبی هوای دمیده شده با استفاده از پولی های متغیر امکان پذیر است . هدف این تحقیق کاهش ضایعات دانه ای توسط تنظیم مناسب جریان هوای دمیده شده , متناسب با شرایط محصول ورودی به کمباین توسط یک کنترل کننده فازی است . ورودی های کنترل کننده فازی , میزان تلفات دانه از سیستم تمیز کننده و همچنین دور بادبزن می باشد . و تنها خروجی سیستم , دور مناسب باد بزن است . سنسورهای مورد نظر برای اندازه گیری ورودی های سیستم , سنسور ضربه ای و سنسور نوری است . و برای کنترل دور خروجی از شیر روغن کنترل هیدرولیک می توان استفاده کرد.

۱- گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی دانشگاه ارومیه
۲- گروه مهندسی ماشینهای کشاورزی دانشگاه ارومیه

واژه های کلیدی : کنترل مننده فازی - سنسور ضربه ای - سنسور نوری

مقدمه :

هدف از برداشت محصول ، ورود به موقع محصول ، جداسازی دانه از بقایای مواد با کمترین افت محصول وبالاترین کیفیت ممکن است . روشها و وسائلی که بدین منظور بکار میروند بستگی به نوع غله ، روش کاشت محصول و شرایط اقلیمی دارد . بطور کلی محصولات غله ای شامل : جو ، لوبیا ، سو یا ، گندم ، ذرت ، برنج ، سورگم ، جو دوسر هستند . با پیشرفته شدن کشاورزی در راستای پیشرفت تکنولوژی در سایر علوم ،برداشت غلات با ماشین صورت می گیرد . ماشین مخصوص برداشت غلات کمباین میباشد . کمباین ها انواع متفاوتی دارند که بطور کلی شامل :

۱.کمباین مخصوص زمینهای مسطح
۲.کمباین مخصوص اراضی شیبدار

این کمباین ها در ابتدا بصورت کششی بودند . و از دهه ۱۹۴۰ به بعد بطور خودرو ساخته شدند . در دوران اولیه پیدایش آنها ، انواع متفاوتی از این کمباین ها ساخته و بکار برده شد . تا اینکه بتدریج قدرت مناسب برای موتور این نوع کمباین ها تعیین شده و شیوه مناسب انتقال قدرت به صورتهای مختاف بدست آمد . کمباینهای امروزی دارای یک موتور قوی بوده که کلیه نیاز های کمباین در شرایط مختلف زمین و اوضاع جوی متفاوت را برآورده می کند و علاوه بر آن با استفاده از تجهیزات و دستگاه های مختلف که در آن تعبیه شده است راننده کمباین می تواند آن را براحتی راه اندازی کرده و تنظیمات مختلف را از جایگاه خود انجام دهد .

ساختار کمباین :

کمباینهای غلات شامل پنج عمل اصلی در برداشت هستند :

۱)درو غله و خوراندن آن به کمباین ۲)کوبیدن غله ۳)جداسازی دانه از کاه ۴)بوجاری ۵) حمل غله

به علت اینکه قسمت اعظم تلفات در کمباین مربوط به تنظیم نبودن قسمت بوجاری و تمیز کننده است ، بحث مورد مطالعه در این مقاله مربوط به این قسمت است . لذا از بحث در مورد سایر قسمت ها صرفنظر میشود . پس از جداسازی دانه ، محصول دانه و پوشال باید به قسمت تمیز کننده انتقال یابدتادراینقسمت ناخالصیهای همراه دانه از آن جدا شود . برای عمل بوجاری اغلب کمباین ها دارای سه قسمت هستند :

۱) بادبزن ۲)غربال درشت ۳)غربال ریز یا غربال دانه

که عمل جداسازی دانه از پوشال ممکن است بر این قسمت به سه روش صورت گیرد :

۱. روش ائرودینامیکی ۲)روش مکانیکی ۳)ترکیبی از روش ائرودینامیکی و روش مکانیکی
روش آئرودینامیکی بستگی به وجود تفاوت در سرعت تعلیق اجزای جدا شونده و در روش مکانیکی ، جداسازی دانه از پوشال بوسیله حرکت نوسانی غربال و در روش سوم نیز هر دو عامل مکانیکی و آئرودینامیکی باعث جداسازی دانه از کاه می گردد .

باد بزن یکی از مهمترین قسمتهای واحد بوجاری است .جریان هوای تولید شده توسط باد بزن کاه و پوشال را که همراه دانه است از آن جدا می سازد.در اکثر کمباینها سرعت بادبزن را می توان بسته به نوع محصول و شرایط برداشت از ۲۵۰ تا ۱۵۰۰ دور در دقیقه تنظیم کرد.مقدار دبی یا هوای دمیده شده توسط بادبزن به دو روش قابل کنترل است.یکی از طریق دریچه های کشوئی که در محل ورودی هوا به پروانه (بادبزن) نصب می باشد که هر چه دریچه بازتر باشد دبی هوای بیشتری در دور ثابت پروانه بر روی الک ها دمیده می شود. اما در روش دوم که تغییر دور پروانه است ، با تغییرات در دور پروانه میتوان دبی متفاوتی از هوای دمیده شده را ایجاد نمود. این کار با وجود پولی های متغییر امکان پذیر است . بادبزن هوا را به منافذ غربال دانه می دمد و سبب جدا شدن کلش از دانه میگردد. دانه از طریق سوراخهای غربال دانه بر روی مارپیچ مخصوص انتقال دانه تمیز می ریزد و به مخزن می رود و کاه همراه با هوای دمیده شده و حرکت نوسانی غربال به بیرون رانده می شود . قطعات کوبیده نشده (کزل ها) که دارای دانه هستند .

بعلت جرم زیاد به بیرون نرفته و با حرکت نوسانی غربال به انتهای غربال کلش رسیده و از آنجا به درون مخزن مخصوص کزل ریخته و بوسیله مارپیچ نقاله کزل برای کوبیده شدن مجدد به جلوی کوبنده انتقال داده می شوند .

مقداری از تلفات در قسمت تمیز کننده معلول تنظیم غلط در سایر قسمتهای کمباین می باشد . این عامل عبارتند از کوبیده شدن بیش از حد و مکرر محصول در قسمت کوبنده که سبب خرد شدن بیش از حد کاه و در نتیجه افزایش بار غربال کلش و دانه می گردد . دوم افزایش بار کمباین به سبب دروی محصول در سطحی پائین تر از ارتفاع لازم که سبب کاهش نسبت میزان دانه به *mog* (مجموع دانه و کاه) شده و این امر سبب تلفات بیشتر در این قسمت می شود .و سوم افزایش بار کمباین به سبب سرعت بیش از حد آن نسبت به شرایط محصول و زمین .

تنظیمات مخصوص قسمت بوجاری که در کاهش تلفات موثرند شامل دو تنظیم است :

۱. تنظیم اندازه منافذ غربالها
۲. تغییر سرعت جریان باد

در مورد اولین تنظیم ، اگر این منافذ بیش از اندازه باز یا بزرگ باشند سبب سقوط کلش و سایر نا خالصی ها بر روی غربال دانه می گردد و اکر منافذ خیلی کوچک باشد باعث می شود که دانه همراه با لایه کاه و کلش از کمباین خارج شود . در مورد دومین تنظیم ، اکر میزان هوای دمیده شده بر روی غربال کم باشد ، بعلت بیرون نرفتن کاه ، دانه در داخل کاه باقی مانده و فرصت پائین افتادن از روی غربال را پیدا نمی کند و همراه با کاه از قسمت عقب کمباین بیرون می ریزد ، یا اینکه همراه با کاه و کزل به قسمت برگشت کزل

رفته و همراه با کزل ها برای کوبش مجدد به کوبنده می رود . که این امر سبب شکستگی وضایعات دانه غلات می گردد . و اگر این سرعت زیاد باشد ، دانه بهمراه کاه با جریان هوا به بیرون پرتاب می شود .
هدف این تحقیق کاهش ضایعات دانه ای توسط تنظیم مناسب جریان هوای دمیده شده ، متناسب با شرایط محصول ورودی به کمباین توسط یک کنترل کننده فازی است .

طراحی یک کنترل کننده فازی :

نظریه فازی :

نظریه مجموعه های فازی در سال ۱۹۸۰ توسط پرفسور لطفی عسگر زاده دانشمند ایرانی تبار و استاد دانشگاه برکلی آمریکا عرضه شد . این نظریه از زمان ارائه تا کنون گسترش و تعمیق زیادی یافته و کاربردهای زیادی در زمینه های مختلف پیدا کرده است .نظریه مجموعه های فازی یک قالب جدید ریاضی برای صورتبندی و تجزیه و تحلیل این مفاهیم و ویژگیهاست . این نظریه ، یک تعمیم و گسترش طبیعی نظریه مجموعه های معمولی است که موافق با زبان و فهم طبیعی انسان است . هر مجموعه با یک ویژگی خوشتعریف معرفی می شود . اکر یک شی ء مفروض دارای آن ویژکی باشد ، عضو مجموعه متناظر است و اگر نباشد عضو آن نیست . مثلا اگر مجموعه مرجع x مجموعه اعداد حقیقی فرض شود و p " ویژگی بزرگتر از ده بودن" ،انگاه p یک ویژگی خوشتعریف است که یک مجموعه مثلا A با آن متناظر می شود . زیرا برای این عدد از اعداد حقیقی می توان با قاطعیت گفت که آیا آن عدد بزرگتر از ده است یا خیر ؟ و بنابراین عضو A است یا خیر ؟ حال فرض کنید بخواهیم در مورد دسته ای از اعداد حقیقی صحبت کنیم که بزرگ باشند ، در اینجا با یک ویژگی نا خوشتعریف و مبهم یعنی بزرگ بودن سروکار داریم . نظر افراد مختلف در مورد بزرگ بودن یک عدد متفاوت می باشد . بیشتر مفاهیم و ویژگیهائی که در زندگی روزمره و واقعی با آن سروکار داریم اینگونه اند . یعنی مفاهیمی منعطف و مجموعه هائی با کرانهای نادقیق. در این نظریه به هر عضو از مجموعه تعریف شده عددی بین $[0, 1]$ متناظر میشود . که این عدد میزان تعلق آن را به مجموعه فوق نشان می دهد و به آن تابع عضویت آن عضو گویند . بعنوان مثال وقتی عضوی دارای میزان تعلق یک باشد آن عضو کاملا متعلق به مجموعه تعریف شده است و اگر میزان تعلق آن ۰,۷ باشد با درجه عضویت ۰,۷ متعلق به آن مجموعه می باشد . چون اکثر سیستمهائی که با آن سر و کار داریم سیستمهای پیچیده و گنگی هستندو رابطه بین ورودیها و خروجیهای این سیستمها مشخص نیست و این رابطه ها بصورت سخت و پیچیده است و یک مدل دینامیکی ریاضی برای آن نمیتوان یافت با بکار بردن این نظریه می توان بهترین نتیجه گیری را در مورد کنترل این قبیل سیستمها بدست آورد .
وظیفه فازی کننده خواندن پارامتر کنترلی توسط سنسور و تبدیل آن به یکی از مقادیر متغیرهای زبانی موجوددر مقدم قاعده های پایگاه قواعد است . بدین منظور مقادیر سنسورها خوانده شده و پس از مقیاس شدن این مقادیر بر حسب متغیرهای زبانی استفاده شده تبدیل می شود . پایگاه معرفت مجموعهای از قاعده هاست که در آن قاعده ها از متغیرهای زبانی استفاده می شود . که تعداد مقادیری که هر متغیر زبانی اختیار می کند و تابع عضویت آن مقادیر در استدلال و قاعده های پایگاه اثر مستقیم می گذارد .

غیر فازی کننده :

پارامترهای کنترلی که در فرآیند اعمال می کنند بصورت اعداد و مقاذیر قطعی و غیر فازی هستند ولی مقادیر بدست آمده از موتور استنتاج ، مقادیر فازی هستند و نیاز دارند آن مقادیر یا مجموعه های فازی را به مقادیر غیر فازی تبدیل کنند .

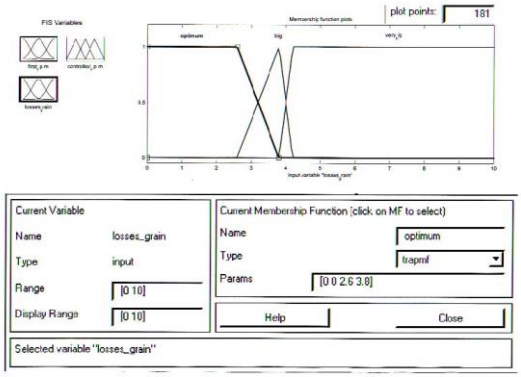
کنترل کننده منطق فازی برای سیستم مورد نظر :

طراحی یک کنترل کننده منطق فازی شامل تعریف مناسبی از پارامترهای سیستم است . پارامترهای سیستم متشکل از ورودیها و خروجیهای کنترل کننده سیستم ، تعداد متغیرهای زبانی تعریف شده برای هر ورودی و خروجی و ترتیب توابع عضویت برای هر مجموعه متغیر زبانی ، همچنین مکانیزم مرجع ، نقش های مربوطه و روشهای فازی سازی ورودی سیستم و دفازی سازی خروجیهای آن می باشد . مسئله اصلی در طراحی کنترل کننده فازی ، تغییرات دینامیکی پارامترهای کنترل است که با زمان متغیر است و یا بصورت غیر خطی در دنیای واقعی است . کنترل کننده ای که برای سیستم تمیز کننده کمباین طراحی شده شامل دو ورودی و یک خروجی است . ورودیهای سیستم میزان تلفات دانه سیستم تمیز کننده و دور باد بزن می باشد و خروجی آن دور مناسب باد بزن می باشد . برای ورودیها و خروجی سیستم فوق بایستی توابع عضویت مناسبی بکار برده شود . که نحوه توزیع این توابع در بخش مواد و روشها شرح داده خواهد شد .

مواد و روشها :

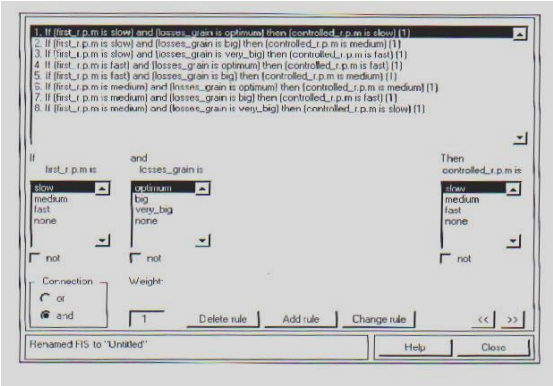
تلفات سیستم تمیز کننده ، دانه هائی هستند که همراه با پوشال و کاه از انتهای غربال کلش بیرون می ریزند که این ریزش در یک دبی عبوری مناسب مواد یا به سبب باد بردگی بعلت دور زیاد بادبزن یا بعلت بیرون افتادن از انتهای غربال بدلیل کم بودن حجم هوای دمیده شده به روی غربال اتفاق می افتد . در سیستم کنترل کننده مورد نظر دو ورودی یعنی تلفات دانه و دور بادبزن را داریم که این دو توسط دو سنسور که به ترتیب سنسور ضربه ای و سنسور اندازه گیری دور می باشد قابل اندازه گیری است . عمل سنسور ضربه ای بر پایه تفاوت صدای ضربه وارده توسط دانه غلات و صدای ضربه کاه که به سنسور برخورد می کند می باشد .که این سنسور می تواند هم به صورت آنالوگ و هم به صورت دیجیتال (شمارش تعداد دانه های برخورد کننده به صفحه)باشد . وسنسور اندازه گیری دور ، سنسوری از نوع نوری است . که می تواند تعداد دور را اندازه گیری کند . ولتاژهای خروجی از این دو سنسور پس از تبدیل شدن به رقمی مشخص به فازی ساز وارد می شود و در آنجا به متغیر های زبانی تبدیل می شود . سپس متغیرهای زبانی فوق وارد یک میکروکنترلر شده که این میکروکنترلر دارای قسمتی به نام پردازشگر می باشد . که این پردازشگر یک حافظه است که برنامه مخصوص کنترل سیستم را پس از نوشتن توسط کامپیوتر وارد این حافظه می کنند. در این مقاله برنامه نوشته شده برای سیستم فوق به زبان برنامه نویسی *MATLAB* می باشد . پس از وارد شدن متغیرهای زبانی فوق به پردازشگر که بعنوان ورودیهای سیستم هستند ، پردازشگر با توجه به برنامه و تجزیه و تحلیل ورودیها ، خروجی مناسب را انتخاب می کند . این خروجی که یک متغیر زبانی است توسط قسمت غیر فازی کننده به رقم تبدیل می شود و رقم فوق تبدیل به ولتاژ گشته و به یک *step motor* داده می شود . و این سیستم بسته به مقدار ولتاژ ورودی چند درجه ای چرخیده و یک شیر روغن کنترل هیدرولیک را به اندازه مورد نظر باز کرده و با باز شدن این شیر ، جک مربوط به پولی های متغیر کنترل دور باد بزن به مقدار لازم باز یا بسته می شود و بسته به مقدار باز یا بسته شدن ، پولی های متغیر فوق از هم دور یا به یکدیگر نزدیک شده و سبب تغییر دور بادبزن سیستم بوجاری می شوند .

در این مقاله کنترل دور باد بزن کمباین جاندیر ۹۵۵ مورد نظر می باشد . منحنی مقدار تلفات دانه و دور باد بزن برای کمباین فوق طبق مطالعات انجام شده بصورت منحنی زیر بدست آمده است .



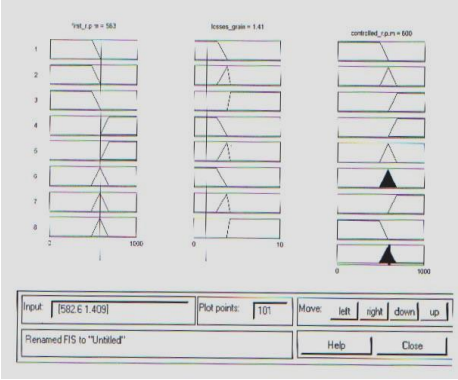
(شکل ۱)

با توجه به اطلاعات بدست آمده از منحنی فوق سه دامنه متفاوت از متغیرهای زبانی به نامهای " مطلوب " ، " بزرگ "و " خیلی بزرگ " برای تلفات دانه و سه دامنه " آرام " ، "متوسط " و " تند " برای دور بادبزن در مرحله اول بعنوان ورودیها در نظر گرفته شده است و سه دامنه " آرام " ، " متوسط " و " تند " برای خروجی که همان دور کنترل شده یا مناسب می باشد در نظر گرفته شده است . و نمودارهای توابع تعلق برای دو ورودی یعنی دور اولیه و تلفات دانه به ترتیب در شکلهای ۱و ۲ آورده شده است . و نمودار تابع تعلق برای خروجی که همان دور مناسب و کنترل شده است در شکل (۳) مشاهده می شود . این نمودارها در نرم افزار مطلب تهیه شده اند . در شکل (۱) نمودار توابع تعلق در قسمت آرام بصورت ذوزنقه ای و در دامنه بین صفر تا ۵۸۰ دورودر قسمت متوسط با تابع مثلثی در دامنه ۴۸۰تا ۶۸۰ دور و برای قسمت تند تابع ذوزنقه ای با دامنه ۵۸۰ تا ۱۰۰۰ دور در نظر گرفته شده است . در شکل (۲) نمودار تابع تعلق برای قسمت مطلوب بصورت ذوزنقه ای با دامنه بین صفر تا ۳/۸ درصد دانه تلف شده و برای قسمت بزرگ بصورت مثلثی و دامنه ۲/۶ تا ۴/۲ درصد تلفات دانه و برای قسمت خیلی بزرگ بصورت ذوزنقه ای و دامنه بین ۴/۲ تا ۱۰ می با شد . نمودار تابع تعلق برای خروجی مورد نظر که در شکل (۳) نشان داده شده مانند دو قسمت قبل مشخص شده است .

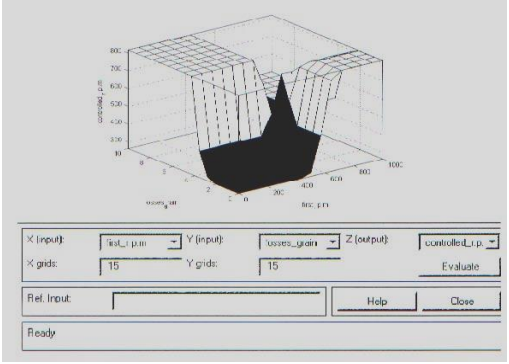


(شکل۴)

پس از مشخص شدن دامنه ها و توابع تعلق ورودی و خروجی بایستی قوانین مربوط به کنترل قسمت مورد نظر نوشته شودکه این قوانین بصورت شرطی یا *if– then* می باشد .این قوانین توسط اطلاعات یک فرد خبره می تواند نوشته شود . قوانین نوشته شده برای کنترل دور بادبزن کمباین ۹۵۵ در شکل (۴) نشان داده شده است . پس از نوشتن قوانین برنامه فوق قابل اجراست و با توجه به ورودیهای مختلف خروجی مناسب انتخاب می شود .که مثلا برای دور اولیه ۵۸۳ ، و مقدار افت دانه ۱/۴۱ درصد ،مقداردور خروجی ۶۰۰ *rpm* انتخاب شده است . (شکل ۵)



(شکل۵)



(شکل۶)

نرم افزار فوق نموداری را بر حسب ورودیها و خروجی برای برنامه کنترلی فوق ارائه می کند . (شکل ۶)

بحث و نتیجه گیری :

در عصر حاضر استفاده از وسائل الکترونیکی برای کنترل ماشینهای کشاورزی مورد توجه می باشد . کنترل کننده های فازی بعنوان کنترل کننده هائی که می توانند بدون داشتن یک رابطه یا مدل دینامیی دقیق از سیستم و استفاده کردن از آگاهیهای فرد خبره ، کنترل دقیقی بر روی اکثر سیستمها را بعمل آورد . استفاده از این کنترل کننده ها با هزینه کم و قابلیت طراحی راحت برای کنترل کمباینهای رایج در ایران بسیار مفید و مناسب می باشد و بعلاوه گامی موثر برای کاهش ریزش و ضایعات در کمباینهای تولید شده در داخل و رسیدن کشور به خودکفائی برای تولید غلات می باشد .