کاربرد مبانی زیبایی شناسی وارگونومی در طراحی ماشین آلات کشاورزی

صادق عباسی[1]

چکیده

هدف این گفتار، بررسی چگونگی ارائه طرح زیبا و ارگونومیک برای ماشین‌آلات کشاورزی و معرفی تخصص طراحی صنعتی و ارتباط آن با طراحی ماشین‌آلات کشاورزی میباشد. چه تعداد از تولید کنندگان ماشین‌آلات کشاورزی در ایران، با این مسئله آشنائی دارند؟ امروزه در صنایع کشاورزی کشورهای پیشرو، گروههای تخصصی طراحی صنعتی که وظیفه ارائه طرحهای فرمی زیبا و ارگونومیک را بر عهده دارند، در رده‌های بالای چارت سازمانی جای می‌گیرند. با جهانی شدن تجارت وبالطبع، رقابت شدید در عرصه‌های مختلف تولید، کیفیت ظاهری محصول، اولین عامل در جذب مشتری و افزایش فروش آن، هستند. پژوهش حاضر، تحقیقی در زمینه مشخص کردن فاکتورهای مهم در این زمینه، و معرفی چارچوب ایجاد ساختارهای زیبائی مدار، در ماشین‌آلات کشاورزی، است. یکی از عوامل مهمی که تا کنون در ایران بدان توجهی نشده است، مبحث طراحی زیبا برای ماشین‌آلات کشاورزی است. با وجود اینکه کارکرد صحیح ماشین‌آلات کشاورزی، عامل تعیین کننده طراحی و ساخت آنها میباشد، طراحی زیبا نیز کم اهمیت‌تر از آن نمیباشد. در ادامه مقاله، مختصری از یک پایان‌نامه کارشناسی ارشد در زمینه طراحی دستگاه خرمن‌کوب، ارائه شده است در طراحی این محصول، سعی شده است تجربه استیتیکی مناسبی بر روی آن پیاده شود.

مقدمه- طراحی صنعتی چیست؟ طراحی صنعتی، عبارت است از طراحی منطبق با نیازهای جسمی وروانی استفاده کنندگان محصولات صنعتی. پس از انقلاب صنعتی، تعدادی از روشنفکران این دوران، متوجه گسستی تمام عیار، در تعامل محصولات تولیدی و مصرف کنندگان، شدند. صنعتگران ماهر قبل از انقلاب صنعتی، با ایجاد ارتباط ذهنی وعاطفی عمیق با محصولات دست ساز خود، باعث تلطیف و خوش آیندی این محصولات در نزد مصرف کنندگان، می شدند. اما، با ابداع روشهای تولید انبوه، محصولات صرفاً کارکردی و به دور از هرگونه لطافت فرمی، جای محصولات دست ساز را گرفتند. این مسئله باعث شد بسیاری از اندیشمندان این دوران دچار تنفری شدید از صنعت ماشینی شوند که باعث از بین رفتن زیبایی وطراوت درقاموس محصولات صنعتی گشته بود. از طرفی هیچکس نمی توانست منکر قدرت وتوانایی تولید ماشینی شود. در این گیرودار، عده ای ازهنرمندان صنعتگر، دریافتندکه میتوان با کاربرد معیارهای زیبائی شناختی در پیکره محصولات صنعتی و با استفاده از روشهای تولید ماشینی، علاوه بر ایجاد عملکرد مناسب، روح لطیف انسانی را در ساختار محصولات صنعتی، دمید. در پی این امر، تعداد بی شماری از هنرمندان و معماران، توان خود را در زمینه طراحی محصولات صنعتی زیبا، به کار گرفتند. بدین ترتیب رشته تخصصی طراحی صنعتی*(Industrial Design)* در گستره صنعت ماشینی، قوام گرفت. متخصصین طراحی صنعتی در دو زمینه هنر و صنعت آموزش می بینند و متخصص میشوند. آنان با کاربرد معیارهای زیبا شناختی در پیکره محصولات صنعتی، باعث ایجاد جذابیت برای استفاده کننده شده وبا استفاده از اصول مهندسی عوامل انسانی[۲] (یا ارگونومی[۳])، تطابق لازم بین محصول و استفاده کننده را فراهم میآورند و محصولات را به گونه ای طراحی کنند که منطبق با نیازهای جسمی و روانی استفاده کننده باشند. از آنجائی که رعایت این اصول، باعث تلطیف محصولات صنعتی گشته وکاهش شدید خستگی وصدمات ناشی از کار با محصولات صنعتی،در پی دارد، لذا در زمینه ماشین آلات کشاورزی، نیاز به رعایت این اصول، بیشتر احساس میشود. در این مقاله، برای پرداختن به اصل موضوع، دو مبحث ذیل مورد بحث مختصر قرار میگیرند: ۱-کاربرد مبانی زیبائی شناسی در طراحی ماشین آلات کشاورزی ۲- کاربرد مبانی مهندسی عوامل انسانی در طراحی ماشین آلات کشاورزی.

مواد و روشها- در این تحقیق از ترکیبی از روشهای تحقیق توصیفی، تاریخی، عملی و همبستگی استفاده شده است.

[2] - Human Factor Engineering
[3] - Ergonomic

بحث- زیبائی چیست؟ به چه چیزی زیبا گفته می‌شود. در باب تعریف زیبائی، فلاسفه و هنرمندان، هر کدام ازدیدگاه خود تعاریفی را ارئه نموده اند. آنچه که مسلم است اینکه، فرآیند درک زیبائی توسط ذهن تحت تاثیر دو عامل میباشد الف- ماهیت ظاهری شی، دارای عناصری است که در یک ترکیب خاص، در کنار هم قرار گرفته و خوشایندی ذهنی در بیننده ایجاد میکنند. ب- ساختار ذهنی و روانی افراد تحت تاثیر آموزه های فرهنگی، اجتماعی محیط زندگی خود، ترکیبات خاصی از عناصر بصری را خوشایند تشخیص میدهد. برآیند خوشایندی ناشی از این دو حالت را بطور کلی زیبائی مینامند. یعنی اینکه قسمتی از فرآیند درک زیبائی، مربوط به زمینه فرهنگی و تربیتی ذهن بیننده و قسمتی نیز مربوط به ماهیت ذاتی شئ میباشد. با توجه به تعریف ارائه شده از زیبائی، خلق یک ساختار فرمی زیبا، باید در پی دو بررسی، صورت گیرد: ۱- بررسی ویژگی های عناصر بصری و نحوه به کارگیری آنها در ساختار فرم یک محصول صنعتی ۲- بررسی بستر روانی و اجتماعی جامعه استفاده کننده از محصول صنعتی. عناصر بصری به طور خلاصه عبارتند از نقطه، خط، سطح، فرم، رنگ- از ترکیب آگاهانه این عناصر، یک ساختار زیبا، ایجاد میشود. در ترکیب این عوامل، روشهای مختلف ترکیب بندی[1] به کار برده میشود. در ایجاد یک ترکیب بندی مناسب، از اصطلاحاتی مانند تعادل، تقارن، تناسب، توازن، تضاد، وحدت، ... استفاده میشود. طراح صنعتی، بخاطر تسلط و آشنائی با ویژگیهای منحصر به فرد هر کدام از عناصر بصری، و با توجه به تعریف و نوع نیاز در یک محصول صنعتی، از یک یا ترکیبی از اصطلاحات ذکر شده، جهت خلق یک ساختار فرمی زیبا و متناسب بانیازهای روانی جامعه استفاده کننده محصول، استفاده مینماید. زیبائی، یکی از قابل دسترسی ترین ویژگی طرح جدید میباشد و در مقایسه با ویژگی های دیگر، هزینه بسیار کمتری را میطلبد و بازدهی فوق العاده ای را در حین استفاده ، برای مشتریان فراهم میسازد. آنچه مسلم است اینکه، کار کشاورزی دارای مشقات و زحمات فراوانی میباشد. تاثیر سختی ناشی از این فعالیت، به دو صورت آسیبهای جسمی و روانی، نمود پیدا میکند. با طراحی فرمی زیبا بسیاری از آسیبهای روانی مذکور، حذف میگردند.

کاربرد مبانی علم مهندسی عوامل انسانی در طراحی ماشین آلات کشاورزی- ارگونومی یا مهندسی عوامل انسانی، از دو جزء *Ergo* به معنای کار و *Nomos* به معنای قانون تشکیل شده است. یعنی قانون کار ـ امروزه تعاریفی برای آن ارائه می‌شود که یکی از تعاریف جامع آن بدین قرار است. مهندسی فاکتورهای انسانی، علمی است که به تطبیق محصولات صنعتی با نیازهای جسمی استفاده کنندگان می‌پردازد. کانون توجه مهندسی عوامل انسانی، انسان و برهمکنش او با کالاها، تجهیزات، امکانات، راه‌کارها و محیطهای مورد استفاده در کار وزندگی روزمره است. در این علم برخلاف علوم مهندسی که جنبه‌های فنی مورد تاکید میباشند. انسان مورد توجه و تاکید قرار میگیرد. *هدفهای مهندسی عوامل انسانی*: این علم دو هدف مهم دارد: *هدف اول* ، افزایش

[1] - Composition

کارآیی و بازده انجام کار و فعالیتهای دیگر است. افزایش سهولت کاربرد، کاهش خطا و افزایش بهره‌وری در این مقوله می‌گنجد. *هدف دوم* تقویت بعضی ارزشهای انسانی مطلوب، از جمله افزایش ایمنی، کاهش خستگی و تنش، افزایش راحتی ، افزایش مقبولیت نزد کاربر، افزایش میزان رضایت شغلی و بهبود کیفیت زندگی است. *رهیافت عوامل انسانی*: رهیافت عوامل انسانی کاربرد نظام مند اطلاعات مربوط به قابلیتها، محدودیتها، مشخصه‌ها، رفتار و انگیزشهای انسان در طراحی اشیاء و راه‌کارهای مورد استفاده مردم و محیطهای به کارگیری این اشیاء و راه کارهاست. این کار شامل انجام پژوهشهای علمی برای کشف اطلاعات مربوط به انسان و پاسخ او به اشیاء، محیطها و غیره است. این اطلاعات به منزله مبنائی برای توصیف های طراحی و پیشگوئی آثار احتمالی طرحهای مختلف، به کار می‌آید. رهیافت عوامل انسانی شامل ارزیابی اشیاء طراحی شده نیز می‌باشد تا بدین وسیله بتوان اطمینان کسب کرد که اشیاء موردنظر هدفهای طرح را تأمین می‌کنند. کمباینها، تراکتورها. خرمنکوبها، دستگاههای سمپاشی، به دلیل عدم رعایت عوامل انسانی در طرح آنها، تأثیرات مخربی بر جسم و روح کشاورزان وارد می‌کنند. گرد و خاک، سرو صدای زیاد، عدم ایمنی، از مشکلات بارز این ماشین‌آلات می‌باشند. متأسفانه صنایع داخلی، هنوز بطور کامل به این اصول واقف نیستند. بطور کلی در ساختار ماشین آلات کشاورزی، باید موارد ذیل مورد توجه قرار گیرند تا بتوان محصول واجد ارزشهای ارگونومیک تولید و روانه بازار نمود: ۱- ابعاد و اندازه بدن استفاده کنندگان - این ابعاد به دو دسته ابعاد ایستا و ابعاد پویا تقسیم‌بندی می‌گردند[1]. ابعاد ایستا آن دسته از اندازه‌هائی هستند که وقتی بدن در حالت ثابت (ایستا) است در نظر گرفته می‌شوند و ابعاد پویا به ابعادی از بدن گفته می‌شوند که مشغول فعالیت هستند. ۲- طراحی براساس گستره قابل تنظیم- بعضی از تجهیزات را به گونه‌ای می‌توان طراحی کرد که بتوان آنها را متناسب با افرادی که از آنها استفاده می‌کنند تنظیم نمود. ۳- شرایط دور از دسترس ـ در بسیار ی از وضعیتها، اجزاء یک ماشین نباید در دسترس استفاده کننده باشند به عنوان مثال پره‌های برش یک خرمنکوب باید به گونه‌ای در نظر گرفته شوند که امکان دسترسی کارگران درحین خرمنکوبی وجود نداشته باشد. ۴- حل مشکلات سرو صدا ـ بسیاری از دستگاههای کشاورزی مانند کمباین، تراکتور، خرمنکوب،... در حین کار سرو صدای زیادی ایجاد میکنند که وقتی چنین مشکلی وجود دارد یا احتمال وجود آن میرود هیچ چیز از اطلاعات خوب و قابل اطمینان برای بازکردن مشکل و حل آن با روش نظام‌مند بهتر نیست. معمولاً سرو صدا به چند طریق حل میگردد: الف) کنترل سرو صدا در منبع ـ سرو صدا در نتیجه ارتعاش تولید می‌شود و با کاهش میزان ارتعاش یا حساسیت سطح قطعات مرتعش می‌توان آن را کاهش داد. مجزا ساختن قطعات مرتعش ماشین با استفاده از مواد کشسان مانند لاستیک باعث کاهش صدا در منبع میگردد. ب) کنترل مسیر حرکت سرو صدا ـ سرو صدا با

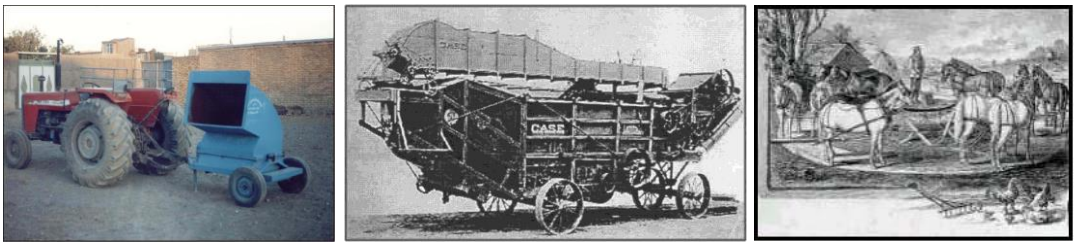
[1] ـ کتاب آرگونومي (عوامل انساني در مهندسي) ـ مارك اس ـ ساندرز ـ ارنست ج. مك كورميك ـ ترجمه ـ مهندسي محمدرضا افضلي ـ ويرايش هفتم ـ نشر علوم دانشگاهي

بسامد بالا در مقایسه با سرو صدای بسامد پائین، جهت دارتر هستند وآسانتر می‌توان آن را محصور کرد یا با استفاده ازمانع منحرف ساخت. با استفاده از پوششها و مواد جاذب صوت می‌توان، سرو صدا را کاهش داد. ج) کنترل سرو صدا از طریق شنونده ـ این اقدام اصولاً مستلزم استفاده از وسایل محافظت از شنوائی است، اما در درجه دوم ممکن است شامل آزمون شنوائی سنجی کارگرانی که در معرض سرو صدا قرار دارند و تغییر شغل یا کاهش زمان کار کسانی که نشانه‌های ناشنوائی از خود بروز میدهند نیز بشود. ۵ ـ کنترل خطاهای انسانی - خطای انسان تصمیم یا رفتار نامناسب یا نامطلوب انسان است که کارآیی، ایمنی یا عملکرد سیستم را کاهش می‌دهد یا بطور بالقوه می‌تواند کاهش دهد. دو نکته باید ذکر گردد. اول اینکه خطا به اثر نامطلوب بر مردم بینجامد تا آن را خطا حساب بیاوریم، خطائی که پیش از آسیب رساندن تصحیح شود به هر حال خطاست. خطاها همیشه از جانب کاربران نمی‌باشند بلکه اشخاص دیگری که در طراحی و راهبری سیستمها دخیل هستند نیز ممکن است مرتکب خطا شوند. از جمله این اشخاص باید به طراحان تجهیزات، مدیران، سرپرستان و کارکنان تعمیر و نگهداری اشاره نمود. خطاهای انسانی را می‌توان به انواع ذیل تقسیم نمود:خطاهای حذف ـ خطاهائی هستند که در آنها انجام کاری از قلم افتاده است. خطاهای راه‌اندازی ـ خطاهائی هستند که درآنها عملی به صورت نادرست انجام می‌شود. خطاهای توالی – این خطا زمانی رخ می‌دهد که شخص تکلیف یا مرحله‌ای را خارج از توالی مقرر انجام می‌دهد. خطاهای زمانبندی – این خطا وقتی رخ می‌دهد که شخص نتواند کاری را در زمان مقرر به انجام برساند و آن را سریعتر یا آهسته تر انجام دهد. برای کنترل خطاهای انسانی از طریق طراحی صحیح روشهای ذیل پیشنهاد میگردد: طرحهای مانع ـ طرح ارتکاب خطا را امکان‌ناپذیر میکند . طرحهای پیشگیرنده ـ طرح، ارتکاب خطا را دشوار میکند ولی امکان ناپذیر نمیکند. طرحهای_محافظ دار ـ طرح، پیامدهای خطا را کاهش می‌دهد ولی الزاماًاحتمال ارتکاب خطا را کاهش نمی‌دهد. درنهایت می‌توان گفت که طراحی برای کاهش خطا، یا پیامدهای خطا، غالباً با صرفه‌ترین راه برخورد با مشکل خطای انسان است. *چه وقتی یک دستگاه یا محصول صنعتی معیوب است*؟ ممکن است محصولی بدون اینکه از لحاظ عملکردی، نقصی داشته باشد، برای استفاده کننده خطرناک باشد، حال چگونه میتوان در این موارد قضاوت نمود. در صنایع امریکا، دعواهای بسیاری به علت اختلاف در تعیین مقصر در حوادث ناشی از کار، در دادگاههای این کشور مطرح شده‌اند. در بسیاری از موارد شخص مصدوم از سازندگان دستگاه درخواست قرامت نموده است، لذا مقامات قضائی امریکا برای تشخیص بهتر در این موارد اصول ذیل را برای تشخیص یک محصول معیوب تعریف نموده‌اند: با این تعریف، محصولی معیوب شناخته میشود که : ۱) وقتی کاربر عادی آن را به شیوه مورد نظر یا به شیوه‌ای معقول و قابل پیش‌بینی به کاربرد، محصول در حد انتظار کاربر، ایمن عمل نکند. ۲) مخاطرات نهفته در طرح محصول با مزایای حاصل از آن طرح برابری نکند، همچنین دادگاه میتواند گرانی خطری که طرح ایجاد میکند، احتمال اینکه چنین

خطری سبب آسیب دیدن کاربر شود، امکان استفاده از طرح، به دلیل ایمن‌تر در زمان ساخت محصول، هزینه مالی طرح بهتر و پیامدهای سوء ناشی از به کارگیری طرح بدیل برای محصول و کاربر را نیز در نظر بگیرد. این فکر که حتی در صورت استفاده نادرست کاربر از محصول، مادام که استفاده نادرست قابل پیش‌بینی باشد، باز هم سازنده را می‌توان مسئول دانست، نکات زیادی را برای عوامل انسانی در خود دارد. عوامل انسانی با رفتار انسان و واکنش او در موارد خاص سرو کار دارد. دعوای ریتر علیه شرکت نارگانست الکتریک بر محور کاربری قابل پیش‌بینی دور می‌زد. متهم یک اجاق گاز کوچک ۷۶ سانتی‌متری مجزا ساخته بود، شاکی، که دختری ۴ ساله بود، در اجاق را باز کرده و از آن به عنوان پله‌ای برای بالارفتن و نگاه کردن کردن به داخل ظرف روی اجاق استفاده کرده بود. اجاق واژگون شده و دختر بچه بشدت آسیب دیده بود. گواه خبره نتیجه گیری کرد که در اجاق تحمل وزن بیشتر از ۱۴ kg (۳۰ lb) را نداشته است و زیر این بار حتما اجاق واژگون می شده است. مسئله این بود که آیا استفاده از در باز اجاق بعنوان پله به اندازه ای غیر قابل پیش بینی بوده است که بتوان سازنده را از مسئولیت مبری دانست یا نه. اما نکته شایان ذکر این است که اگر خانم خانه دار در اجاق را باز می کرد و یک بوقلمون چاق و چله روی آن می گذاشت و اجاق واژگون می شد در مورد مسئولیت سازنده اصلا تردیدی وجود نداشت زیرا یکی از کاربردهای متصور برای در اجاق گاز استفاده از آن به منزلهٔ تاقچه ای برای وارسی غذا، در حین پخت، است اما آیا استفاده از آن به جای چارپایه قابل پیش بینی بوده است ؟ هیئت منصفه رای داد که این نوع استفاده قابل پیش بینی بوده و سازنده مسئول است. طراحی یک محصول بر اساس استانداردهای دولتی یا صنعتی به این معنا نیست که محصول مورد نظر حتما" به طور غیر معقول خطرناک شمرده نخواهد شد. در حالیکه باید این موضع را اتخاذ نمود که که همهٔ استانداردها ، در بهترین حالت، کرانهای پایینی از مقبولیت محصول را در نظر دارند .

محصول ـ در اینجا بصورت مختصر، یک پروژه نمونه، بنام طراحی‌خرمنکوب ارائه می‌شود که با رعایت مبانی زیبائی شناسی و ارگونومیک طراحی شده است . وسیله ای که جهت کوبیدن و جدا سازی دانه از ساقه بکار میرود، خرمنکوب نام دارد. در این پرروژه، دو هدف اساسی ذیل به ترتیب اولویت در نظر گرفته شده اند: ۱- با استفاده از علم عوامل انسانی، بسیاری از مشکلات و مخاطرات موجود در طرح نمونه موجود، برطرف گردد ۲- با کاربرد اصول طراحی زیبا، فرمی قابل قبول از لحاظ معیارهای زیبائی شناسانه، ارائه گردد. البته در خلال طراحی، تمامی مسائل فنی محصول نیز، مورد بررسی قرار گرفته و طرح جدید جهت بهینه سازی ارائه شده است. در این پروژه ابتدا روند تاریخی توسعه محصول مورد بررسی قرار گرفته است. سپس نمونه های موجود و مشابه از دیدگاه ویژگیهای فرمی، به دقت تجزیه وتحلیل شده اند. سپس با انجام تحقیقات منظم، زمینه های فنی وتکنولوژیکی مورد نیاز مشخص شده و در نهایت لیست بایدهای طراحی تهیه شده است. پس از این مرحله پیش طرحهای مختلفی، ارائه شده و در طی یک جدول ارزشیابی طرح برتر انتخاب و تکمیل

شده است. پس از پایان مرحله طراحی ونقشه کشی، مدل *1/5* طرح جدید با استفاده از پلکسی گلاس، ساخته شده است. (به علت عدم دسترسی به منبع مالی مناسب، هنوز مرحله نمونه سازی و تست عملکردی انجام نشده است)



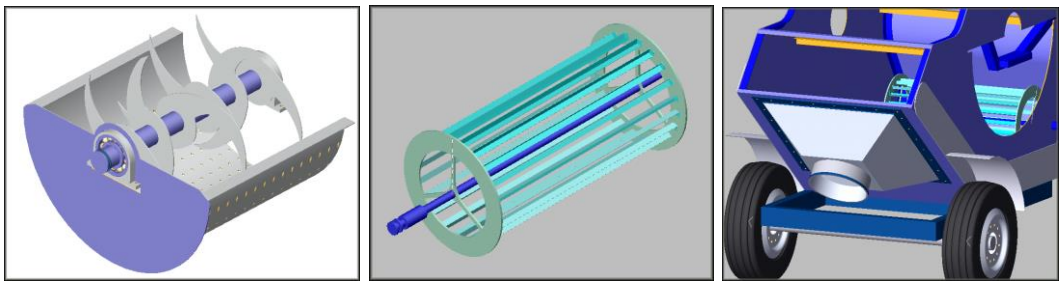
تصویر شماره ۱- بررسی روند تاریخی توسعه محصول – چپ- یکی از خرمن کوبهای موجود در ایران.

خرمنکوبهای موجود به علت عدم برخورداری از معیارهای صحیح طراحی، دارای مشکلات وخطرات فراوانی میباشند. شاید بتوان گفت که در اغلب نمونه ها، هیچ کار طراحی مهندسی صورت نگرفته است. میزان قابل توجهی از صدمات و تلفات انسانی ناشی از خطرات طراحی غلط و غیر ارگونومیکی دستگاه موجود به شرح ذیل مشخص شدند: (این اتفاقات در سال ۱۳۸۰ در شهرستان سنقر کلیائی رخ داده اند) مرگ - ۱مورد، قطع دست از مچ- ۱مورد، قطع انگشت- ۴مورد، شکستگی سروصورت-۳مورد. با بررسی طرح نمونه موجود و مشورت با استفاده کنندگان، مشکلاتی که باعث ایجاد اتفاقات ناگوار و صدمات مختلف میگردد بطور خلاصه به قرار ذیل مشخص شده اند: فرم بصری نازیبا و عدم رعایت تناسبات بصری در طراحی فرم بزرگ بودن دهنه ورود محصول نزدیک بودن دهانه به محور برش نداشتن حفاظ در محل اتصال شفت وچهارشاخ گاردان در دسترس نبودن محل خروج علوفه و خوشه کوبیده شده عدم تعادل استاتیکی در حین کار گردوخاک و سروصدای زیاد در حین کار روش غلط اتصال خرمنکوب به تراکتور عدم رعایت استاندارد ارگونومیکی روش غلط در نصب سرند دستگاه. به علت عدم آشنائی اکثر سازندگان با معیارهای طراحی فرمی و مسائل زیبائی شناسی، در هیچ کدام از طرحهای نمونه موجود در ایران به مبحث طراحی فرمی زیبا توجهی صورت نگرفته است. آنچه که امروزه از فرم ماشین آلات کشاورزی دریافت میشود این است که عملکرد، تنها هدف سازندگان آنها بوده است. در حالیکه مهمترین مسئله در طراحی ماشین آلات کشاورزی برای کاربران، عملکرد جسمی و روانی فرم دستگاه میباشد. امروزه می بینیم که این قشر زحمتکش و ارزشمند، دچار انواع اختلال جسمی و صدمات روانی ناشی از کار کشاورزی میباشند. صورت چروکیده و گاه پیرو شکسته ودستانی زمخت و خشن، ماحصل رنجی است که با مقداری توجه و همت مسئولین و متخصصین، به کلی حذف می گردد. عدم رعایت معیارهای مهندسی عوامل انسانی خطای نابخشودنی تمامی طراحان و سازندگان ماشین آلات کشاورزی میباشد. قابل ذکر است که کار بادستگاه خرمن کوب بسیار خسته کننده و سخت است. در حین کار، گردوخاک بسیار زیادی به هوا برمیخیزد. به طوری که تحمل آن واقعاً عذاب آوراست. علاوه برآن دراثر برخورد سنگ ریزه وشن موجود در داخل علوفه

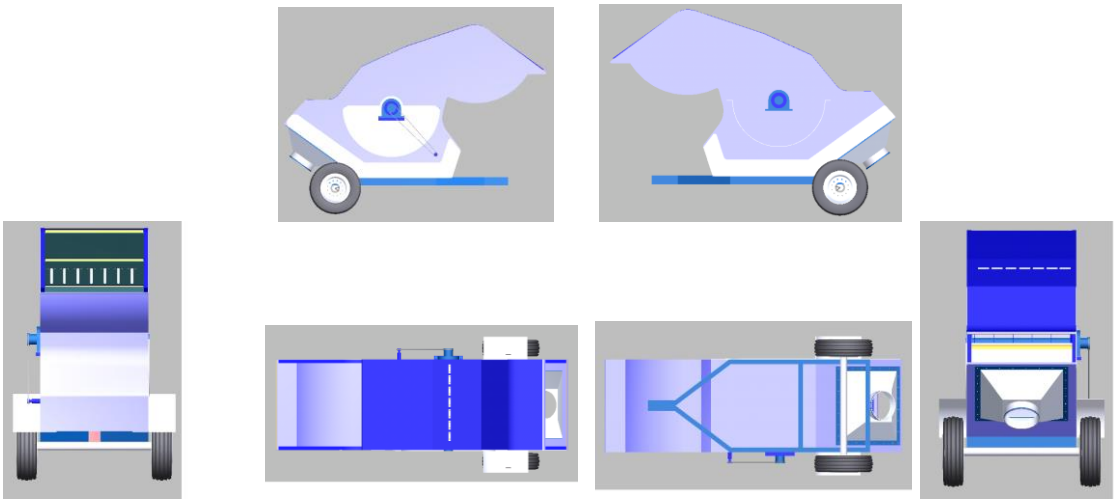
با دیواره داخلی بدنه، وهمچنین برخورد تیغه ها با علوفه، سروصدای زیادی برمیخیزد. (نگارنده، خود عملا در کار خرمن کوبی شرکت نموده و مشکلات را تجربه نموده است)

تصویر شماره ۲- دهنه ورود علوفه بسیار بزرگ است و نزدیک به تیغه های برش قرار دارد و همین عامل علت اصلی بسیاری از صدمات میباشد. (راست)- تصویر چهار شاخ گاردان و محل قرارگیری آن .(وسط و چپ)

در نمونه تصویر۲ (وسط) صاحب دستگاه به صورت ابتکاری محافظی از ورق را در روی چهارشاخ گاردان، قرارداده است(این محافظ بعد از اینکه در حین کار آستین پدر ایشان در میان این قطعه، گیر کرده و باعث شکسته شدن استخوان آرنج وی شده است، به محل مورد بحث اضافه شده است!!) به علت مشکلات فنی موجود، در حین خرمن کوبی، کارگران به سرعت خسته میشوند که باعث بروز اشتباهات انسانی فاحش میگردد.خستگی، از عوامل مهم کاهش دقت در عملکرد انسان میباشد. طرح خرمن کوب برای اتصال به تراکتور- طرح مذکور براین اساس ارائه شده است که با حفظ خط وربط طراحی در طرح قدیم و طرح جدید، استفاده کننده راغب به استفاده از آن باشد. در این طرح سعی شده است با تغییر در سیستم کلی و همچنین اجزاء طرح، مشکلات موجود درنمونه های موجود برطرف گشته و با بهبود و بهینه سازی عملکرد وفرم محصول، به اصول بیان شده در لیست بایدها دست پیدا کنیم. مزایای این طرح بطور خلاصه عبارتند از: ۱- قیمت تمام شده متناسب با توان مالی استفاده کنندگان محصول.(قیمت هر دستگاه تقریباً هفتصد تا نهصد هزار تومان تخمین زده میشود) ۲- باتغییر روش برش علوفه سرعت برش بالا رفته ودر نتیجه زمان کمتری برای خرمنکوبی صرف میگردد. در طرح جدید، دانه از ساقه به وسیله وزش باد تولید شده توسط یک فن، جدا شده و میتواند مستقیماً وارد بسته بندی مناسب شود. علاوه بر آن، کاه تولید شده در محلی دورتر از دستگاه برروی زمین میریزد. بدین ترتیب یکی از مشکلات اصلی نمونه های موجود براحتی حل میگردد.



تصویر شماره ۳- در این تصویر محل خروج دانه دیده می شود. همچنانکه در این تصویر دیده میشود، بابستن گونی به دور استوانه خروجی، دانه مستقیماً بسته بندی میگردد.(سمت راست)- تصویر وسط- فن، تصویر چپ- پر های برش

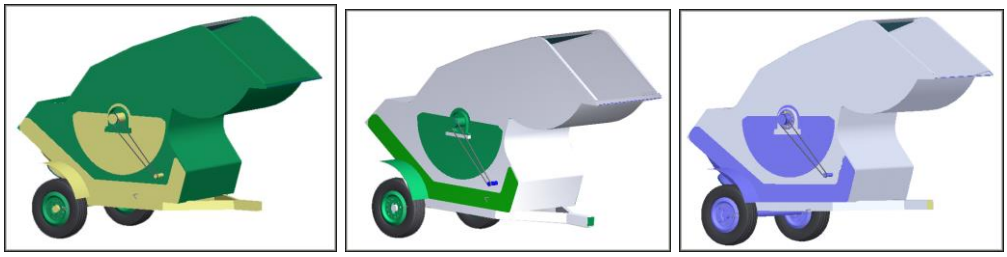


تصویر شماره ۴- نماهای مختلف خرمنکوب جدید

۳- در طرح جدید با تغییر در ابعاد و اندازه دهنه خرمن کوب، امکان ورود بدن افراد به داخل دستگاه حذف شده است. ۴- با لحاظ ابعاد واندازه استفاده کنندگان، در طراحی اجزاء مختلف دستگاه، تبیق بدنی با محصول ایجاد شده است.

۵- با طراحی مناسب و با رعایت اصول ومبانی بصری سعی گردیده است زیبائی فرمی محصول در حد مطلوبی باشد. ارزشهای زیبائی شناسانه جدید- روحیه استفاده کنندگان این محصول میل به سادگی دارد. علاوه بر آن سادگی مبنای اصلی ماشین آلات کشاورزی میباشد. لذا ساختار فرمی ارائه شده ساده میباشد و از پیچیدگی های فرمی استفاده نشده است. این امر دو نتیجه مثبت و مهم دارد اول اینکه، باعث پایداری و دوام زیبائی محصول در دراز مدت میگردد (دوام بصری) دوم، باعث میگردد استفاده کننده به راحتی آنرا قبول کرده و با آن کنار بیاید. اگر در فرم جدید دقت گردد، مشاهده می شود که خطوط گشتالت کلی محصول، نمای ساده شده و خلاصه ای از فرم بدن اسب میباشد. در ایجاد قوس جلو و زیر دهنه ورود علوفه از فرم کیسه زیر منقار پلیکان الهام گرفته شده است که باعث میگردد که علوفه بیشتری در این قسمت جا بگیرد. سپس با افزایش مقدار علوفه، وزن آن نیز زیاد شده و به علت شیب موجود، علوفه به طرف محفظه برش شروع به حرکت می نماید. این نکته، عامل بسیار مهمی در کاهش صدمات جانی میباشد. در اثر وجود چنین فرمی، دیگر لازم نیست علوفه را به زور به داخل محفظه برش هدایت نمود بلکه در اثر وزن خود، به طرف پایین حرکت میکند. از طرفی همین فرم، زیبائی خاصی را به این قسمت از خرمن کوب می بخشد. احساس حرکت روان ، در این فرم وجود دارد. این همان نکته ای است که طراح در نظر داشته است. در طراحی خرمن کوب، هدف ایجاد وحدت بصری با استفاده از اجزاء مختلف اعم از بدنه، سطوح ، پیچ و مهره ها – پرچها و ... بوده است. سطح بالائی دارای چند شکست در طول مسیر خود میباشد. این شکستها با شعاع انحناء کوچکی که دارند، باعث ایجاد یک مسیر دلنشین از بالاترین نقطه خرمن کوب تا پایین ترین آن شده است. جلو دستگاه نیز دارای سطح منحنی و شکسته ای میباشد که هماهنگی بین سطح بالا و پایین را بیشتر میکند. خطوط موزون بوجود آمده

در دستگاه در اثر برخورد سطوح بالائی با سطوح جانبی، زیبائی خاصی را که در هماهنگی کامل با محیط استفاده می باشند ، برقرار ساخته است.



تصویر شماره ۵ – ترکیبات رنگی مختلف پیشنهادی برای طرح جدید

محاسبات فنی: دستگاه خرمن کوب در چند نقطه محدود، تحت تنشهای بحرانی می باشد. این نقاط مهم عبارتند از:

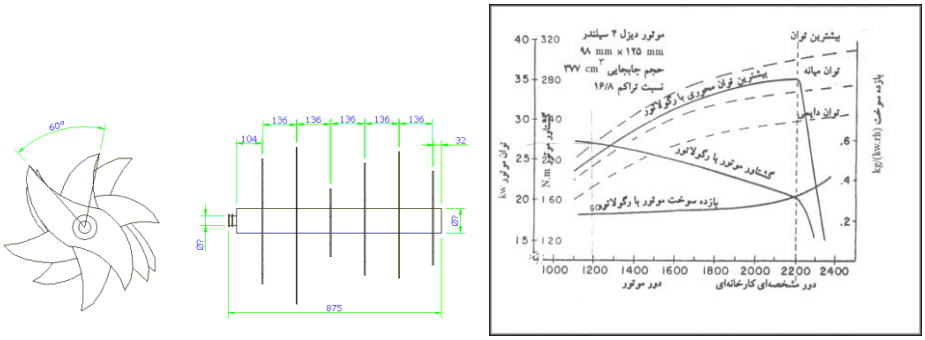
- شفت محور برش
- شفت فن
- یاتاقان بندی شفت محور برش- بر اساس مشاهداتی

که در حین عملیات خرمن کوبی صورت گرفته است و بنا به ویژگیهای ارائه شده در منابع و کتب مربوطه[1] ، ویژگیهای موتورهای دیزلی تراکتور، استخراج گردیده است. تراکتور توان را به طرق مختلف تحویل میدهد(توان کششی، دورانی، هیدرولیکی، برقی). وسایل دنباله بند مانند خرمن کوب از توان کششی تراکتور برای حرکت استفاده میکنند که از نیروی درگیری چرخهای محرک با زمین ناشی میشود که به وسیله مالبند به دنبال تراکتور کشیده میشوند. توان دورانی از محور تواندهی ویا چرخ تسمه حاصل میشود. سیستم هیدرولیک تراکتور میتواند کششی و دورانی، هردورا، تولید نماید.دردستگاه خرمن کوب، از توان محور تواندهی تراکتور توسط شفت و چار شاخ گاردان[2]، جهت عملیات خرمن کوبی بهره گرفته میشود. برای بدست آوردن توان محور تواندهی از رابطه ذیل استفاده میشود: توان محوری(*PTOP*)، که در آن *PTOP* = توان محوری به *kw* (*HP*) و *F* = نیروی مماسی (مماس به مسیر حرکت) به *Kn* (*lb*) و *R* = شعاع دوران نیرو به *m* (*ft*) = *T* گشتاور به *kn.m* (*lb.ft*) و *C* = عدد ثابت ۶۰۰(۳۳۰۰۰) (برای تبدیل واحدها به کار میرود). دوران محور برش خرمن کوب بهتر است *1200RPM* باشد. با تبدیل این عدد به هرتز، فرکانس محور برش بدست میآید. $\frac{1200_{RPM}}{60_s} = 20_{Hz}$ لازم به تذکر است که این دوران، از انتقال گشتاور *T* از جعبه دنده تراکتور و در حالت دورانی بدست می آید. به محور برش منتقل می گردد.عملکرد یک موتور نمونه تراکتور در شکل (۱۱) نشان داده شده است. از نمودار عملکرد نمونه یک موتور دیزلی تراکتور که در شکل(۱۱) نشان داده شده است، می توان اعداد زیر استخراج کرد. (براساس ۱۲۰۰ دور در دقیقه) $f_{Hz} = \frac{1200}{60} = 20_{Hz}$ و $\approx 27kw$ توان موتور در ۱۲۰۰ دور در دقیقه $T = \frac{P}{\omega} = \frac{27 \times 10^3{}_W}{2\pi 20_{Hz}} = 215_{n.m}$ از آنجائی که $p_w = T\omega$ بنابراین در محل اتصال چار شاخ گاردان به

[1]- مدیریت تراکتور و ماشینهاي کشاورزي – پروفسور دانل آر- هانت ترجمه: دکتر منصور بهروزي لار

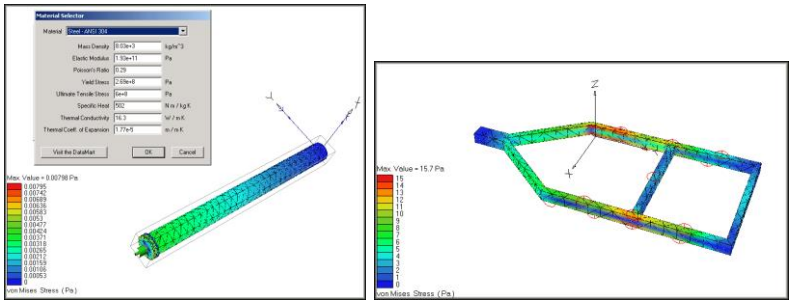
[2] - (سیستم توان تراکتور Universal)

شفت اصلی محور برش خرمن کوب با صرف نظر کردن از میزان اصطکاک موجود در سیستم چار شاخ گاردان تقریباً $۲۱۵_{n.m}$ گشتاور به شفت مذکور اعمال می گردد.



تصویر شماره ۶- عملکرد نمونه یک موتور دیزل تراکتور تصویر شماره چپ - شفت طراحی شده برای محور برش خرمن کوب همراه با پره های برش

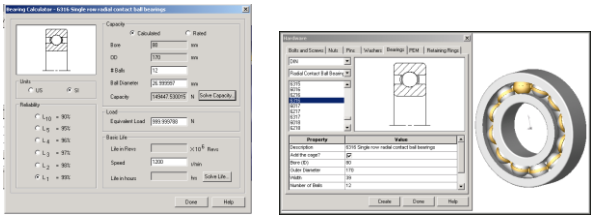
برای محاسبه لنگر پیچشی اعمال شده بر روی شفت از قوانین ابتدائی دینامیک استفاده مینمائیم. یکی از این قوانین در مورد توان $\mathcal{P}$ در رابطه با چرخش یک جسم صلب که تحت تاثیر لنگر پیچشی $\mathcal{T}$ قرار گرفته باشد عبارت از: (معادله ۱) $P = T\omega$ و ω سرعت زاویه ای جسم است و بر حسب $\frac{Rad}{s}$ (رادیان بر ثانیه) محاسبه میگردد. ولی میدانیم که $\omega = 2\pi f$ در این فرمول f فرکانس چرخش جسم میباشد. بنابر با قرار دادن ω در معادله۱ میتوان نوشت: (معادله ۲) $p = 2\pi fT$ از معادله ۳ مقدار لنگر پیچشی اعمال شده بر شفت که در انتقال p با فرکانس چرخش f محاسبه میگردد. (معادله ۳) $T = \frac{P}{2\pi F}$ پس از تعیین $\mathcal{T}$ وانتخاب مواد شفت, مقادیر $\mathcal{T}$ ماکزیمم تنش مجاز را در فرمول پیچش الاستیک قرارداده و داریم: (معادله ۴) $\tau_{\max} = \frac{Tc}{J}$ با توجه به اینکه جنس انتخابی برای شفت از استیل *(ss304)* میباشد لذا: $\tau_{\max} \approx \frac{1}{2}\sigma_y = 124_{Mpa}$ با توجه به ضریب اطمینان ۴ داریم: $124 \div 4 = 31_{Mpa}$ (براساس نمودار ۱۱) ولذا داریم: $p \approx 27_{kw}$ وچون میخواهیم از لوله استیل جهت شفت استفاده کنیم و $T = \frac{P}{\omega} = \frac{27 \times 10^3{}_w}{2\pi 20_{Hz}} = 214.8 \approx 215_{n.m}$ شعاع خارجی دلخواه ۴۰ میلیمتر میباشد لذا برای بدست آوردن شعاع داخلی خواهیم داشت: با جایگزینی مقادیر بالادر معادله ۴ داریم : $c_1 = 0.0392_m$ و $31 \times 10^6{}_{n/m^2} = \frac{215_{n.m} \times c}{\frac{1}{2}\pi(c_2{}^4 - c_1^4)}$ چنانچه ملاحظه میشود ضخامت لازم برای تحمل چنین گشتاوری بسیار ناچیز میباشد. عملاً برای رسیدن به عدد واقعی باید ضرایب خوردگی و ضریب حمل ونقل و بسته بندی را نیز به این عدد اعمال نمود.



(ب) (الف)

تصویر شماره ۷- (الف) و (ب) تحلیل تنش سازه حامل بدنه دستگاه خرمن کوب و شفت محور برش، با استفاده از روش *finite element* در محیط نرم افزار شبیه سازی *working model 4d*

یاتاقان بندی: برای انتخاب بلیرینگ مناسب جهت مقاومت در برابر نیروهای وارده، بلبرینگ با مشخصات ذیل انتخاب و با استفاده از نرم افزار *Solid Works* صحت این انتخاب و ویژگی های مکانیکی آن کنترل گردیده است:بلبرینگ استاندارد *DIN-6316* سری *02* با قطر داخلی ۸۰ میلیمتر و قطر بیرونی میلیمتر، که دارای ۱۲ غلطک میباشد



(ب) (الف)

تصویر شماره ۸- ویژگی های مکانیکی بلبرینگ انتخابی برای یاتاقان شفت اصلی: (الف)- ابعاد و اندازه اسمی بلبرینگ و تعداد غلطکها، (ب)- میزان بار اعمال شده و تعداد دور در دقیقه که ساعات عمر بلبرینگ را تعیین میکنند.

منابع و ماخذها: -۱) مارک اس. ساندرز- ارنست ج. مک کورمیک- ارگونومی، ویرایش هفتم، ترجمه مهندس محمدرضا افضلی، انتشارات نشر علوم دانشگاهی (انسان سنجی کاربردی) ۲) فردیناند پی.بیر- ای راسل جانستون- مقاومت مصالح(خواص مکانیکی مواد) ترجمه مهندس حمید لعل خو- انتشارات علم وصنعت- ۳) مدیریت تراکتور و ماشینهای کشاورزی – پروفسور دانل آر- هانت ترجمه: دکتر منصور بهروزی لار – ۴) پایان نامه کارشناسی ارشد طراحی صنعتی- طراحی خرمنکوب- صادق عباسی- دانشگاه هنر تهران ۵) جوزف ادوارد شیگلی- طراحی اجزاء در مهندسی مکانیک – ترجمه بیژن دیبائی نیا- انتشارات مرکز نشر دانشگاهی