سامانه های کنترل خودکار فشار هوای تایر، مکانیزم ها و کاربردها

شعبان قوامی جولندان[1]، حدیث مهرگان[2]، محمد اسماعیل خراسانی فردوانی[3]

[1]استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز، s.ghavami@scu.ac.ir
[2]دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز، mehregan.hadis@gmail.com
[3]*استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز، e.khorasani@scu.ac.ir

چکیده

تایر به عنوان آخرین عضو گردنده از سامانه انتقال قدرت می‌باشد که نقش مهمی را در کنترل تراکتور و انتقال واکنش تراکتور بر خاک بر عهده دارد. تایرهایی که در ادوات کشاورزی و تراکتورها مورد استفاده قرار می‌گیرند باید قادر به انتقال توان مناسب به خاک بوده و چسبندگی کافی و لغزش کمی داشته باشند. عوامل متعددی به این توانایی ها تاثیرگذار است که فشار هوای تایر و بار روی تایر، دو عامل بسیار مهم در نحوه تماس تایر و سطح، نیروی تماسی بین تایر و سطح زمین، درگیری تایر با مسیر حرکت و همچنین کشش و میزان مصرف سوخت ماشین‌ها و ادوات موتوری می‌باشد. این واقعیت غیر قابل انکاری است که فشار هوای تایر ماشین‌های کشاورزی و همچنین میزان بار اعمالی روی تایرها کمتر مورد توجه کاربران این وسایل واقع می‌شود. سامانه کنترل خودکار فشار تایر، همیشه فشار را در تایر تضمین می‌کند. افت فشار تایر تشخیص داده می‌شود و سامانه به طور خودکار با توجه به فشار مورد نیاز تایر، تایر را دوباره پر می‌کند. این سامانه خودکار نامیده می‌شود زیرا فشار تایر به طور مداوم با استفاده از فشارسنج بررسی می‌شود و به راننده هشدار داده می‌شود. هدف از معرفی این سامانه‌ها، تثبیت تمام تایرهای خودرو و تراکتور با میزان فشار مطلوب است.

کلمات کلیدی: کنترل خودکار، فشار هوای تایر، تراکتور، خودرو

AUTOMATIC TIRE PRESSURE CONTROL SYSTEMS, MECHANISMS AND APPLICATIONS

SHABAN GHAVAMI JOLANDAN[1], HADIS MEHREGAN[2], MOHAMMAD ESMAIL KHORASANI FERDAVANI[3]

[1]Assistant Professor, Department of Biosystem Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, (s.ghavami@scu.ac.ir)
[2]Master of Science Biosystem Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, (mehregan.hadis@gmail.com)
[3]Assistant Professor, Department of Biosystem Engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, (e.khorasani@scu.ac.ir)

ABSTRACT

The tire is the last part of the power transmission system, which plays an important role in controlling the tractor and transferring the tractor's reaction to the soil. Tires used in agricultural implements and tractors should be capable of transferring the proper power to the soil and have sufficient adhesion and slippage. Various factors affect these abilities. Tire pressure and the load on the tire are two very important factors that effect on the tire and surface contact, tire and ground contact forces, tire engagement with the direction of travel and the tension and fuel consumption of machines and implements. It's an undeniable fact that the tire pressures on agricultural machinery and the amount of load on the tires are less attractive to the users of these

* **مکاتبه کننده** : محمد اسماعیل خراسانی فردوانی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه شهید چمران اهواز. کدپستی: ۶۱۳۶۷۴۴۹۶۳ تلفن: ۰۶۱-۳۳۳۳۰۰۱۱ نمابر : ۰۶۱-۳۳۳۶۴۰۵۷ موبایل : ۰۹۱۳۲۲۹۹۳۶۸

vehicles. The automatic tire pressure control system always ensures tire pressure. Tire pressure drop detected and the system automatically refills the tire according to the tire pressure requirements. This automatic system is called because the pressure of the tire is continuously monitored using the pressure gauge and warns the driver. The purpose of the introduction of these systems is to stabilize all tires of the car and tractor with optimal pressure.

Keywords: Automatic control, pressure tire, tractor, vehicle

۱- مقدمه

کشاورزان و راننده‌ها جهت افزایش کارآیی تراکتور به تجهیزات جدیدی نیاز دارند. سامانه‌های الکترونیکی به راننده کمک می‌کنند تا به آسانی تنظیمات را به راحتی از روی صندلی انجام دهند و به طور همزمان می‌تواند خستگی اپراتور را کاهش دهد و باعث بهبود کنترل و هدایت خودرو گردد (Benson., 2000). استراتژی های مختلفی برای آگاهی از تایر کم فشار و هشدار به راننده وجود دارد. اگر تایر ها دارای فشار هوای مطلوب باشند، به طور متوسط طول عمر تایر ۲۰٪ افزایش پیدا می‌کند و همچنین موجب صرفه‌جویی در میزان مصرف سوخت به اندازه ۴٪ تا ۱۰٪ می‌شود و موجب بهبود بازده ترمزی تا بالای ۲۰٪ می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهد که فشار هوای تایرها در خودرو در ماه بین ۱۰ تا ۲۰ کیلوپاسکال افت پیدا می‌کند که معادل اضافه کردن یک فرد ۷۰ کیلوگرمی به خودرو است (Burase et al., 2016). در این سامانه از کمپرسور برای جمع‌آوری هوا از جو، فشرده سازی و تحویل به تایر استفاده می‌شود. این سامانه، خودکار نامیده می‌شود زیرا فشار هوای تایر را به صورت خودکار با استفاده از فشارسنج بررسی می‌کند و اگر فشار تایر کمتر از میزان فشار ایده‌آل بود، کمپرسور تایر را تا میزان فشار هوای مطلوب پر می‌کند. مزیت این سامانه این است که هیچ نیازی به توجه خاص از طرف کاربر ندارد و دیگر نیازی به بررسی فشار تایر به صورت دستی نمی‌باشد و موجب صرفه‌جویی در زمان و کار می‌شود. با افزایش قیمت‌های اخیر نفت و مسائل زیست محیطی، این سامانه موجب صرفه‌جویی در گاز، کاهش سایش و بهبود عملکرد تایر در شرایط نامطلوب می‌شود. این سامانه‌ها برای وسایل نقلیه نظامی، خودروهای تجاری و تراکتورها آماده‌ی نصب هستند. در حال حاضر با نصب این سامانه می‌توان با وسیله نقلیه تحت بدترین شرایط ناگهانی مانند باران‌های سنگین، بارش برف، بیابان‌ها رانندگی کرد. در بعضی از زمان‌های حیاتی مانند شرایط جنگ یا سیل، هیچ زمانی برای پرکردن فشار هوای تایر وجود ندارد از این رو ضروری است که سامانه کنترل خودکار فشار تایر در تمام وسایل نقلیه نصب شود(Mathai et al., 2015).

۲- انواع سامانه های کنترل فشار تایر

Guvenc & Velupillai بر روی انواع سامانه‌های نمایش فشار هوای تایر کار کردند. اصلی‌ترین و مهمترین وظیفه این سامانه‌ها، اندازه‌گیری لحظه به لحظه فشار هوای هر کدام از تایرها به طور مجزا می‌باشد و در صورت کم بودن فشار هوا در هر کدام از تایرها به راننده اخطار می‌دهند. سامانه‌های نظارت بر فشار هوای تایر به طور کلی به سه نوع غیرمستقیم، مستقیم و هیبریدی تقسیم می‌شوند. سامانه غیر مستقیم فشار هوای تایر را به وسیله کنترل کردن سرعت تک‌تک تایرهای خودرو رصد نموده و هشدارهای لازم را به راننده می‌دهد. بیشتر سامانه‌های غیرمستقیم با توجه به این مسئله کار می‌کنند که تایرهای با فشار هوای کم، قطر کوچکتری نسبت به تایرهای با فشار هوای بیشتر دارند، لذا این تایرهای با فشار هوای کم باید دور بیشتری بزنند تا مسافت موردنظر را طی کنند. در نتیجه این سامانه متوجه کم بودن فشار هوای این تایرها شده و از طریق مانیتور موجود به راننده اطلاع می‌رساند، در این سامانه از ترمز ABS[1] مجهز به حسگر سرعت تایر بهره برده می‌شود. واحد کنترل ترمز ABS می‌تواند بررسی کند که آیا همه تایرها تقریبا دور برابری زده‌اند یا نه. در شکل (۱) طرحواره سامانه نظارت بر فشار هوای تایر به صورت غیر مستقیم نشان داده شده است. اما این سامانه تنها توانایی این را دارد که کم بودن فشار هوای سه تایر همزمان را تشخیص دهد و علت آن این است که سامانه بر مقایسه تفاوت سرعت تایرها بنا نهاده شده است و اگر هر چهار تایر مقدار هوای یکسانی را از دست بدهند، تغییرات نسبی صفر خواهد بود. البته پیشرفت‌های اخیر در زمینه پایش غیر مستقیم فشار هوای تایر منجر به تولید سامانه‌هایی شده است که می‌تواند کم بودن فشار هوای هر چهار تایر را به طور همزمان آشکار کنند. این کار به وسیله آنالیز ارتعاشات تک تک تایرها یا آنالیز عوامل انتقال بار در طول شتاب‌گیری یا دور زدن صورت می‌گیرد.

سامانه نظارت بر فشار هوای تایر به روش مستقیم از حسگرهای فشار و دما درون تایرها استفاده می‌کند که میزان فشار هوای تایر به وسیله امواج فرکانس رادیویی به مانیتوری که روبه‌روی راننده نصب گردیده است، ارسال می‌شود (شکل ۲).

[1]Antilock Braking System

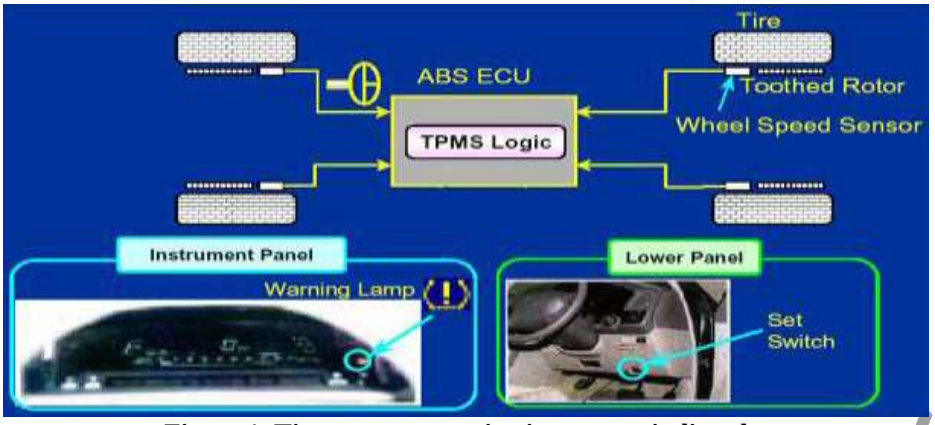

Figure 1. Tire pressure monitoring system indirectly

شکل۱: سامانه نظارت بر فشار هوای تایر به صورت غیر مستقیم

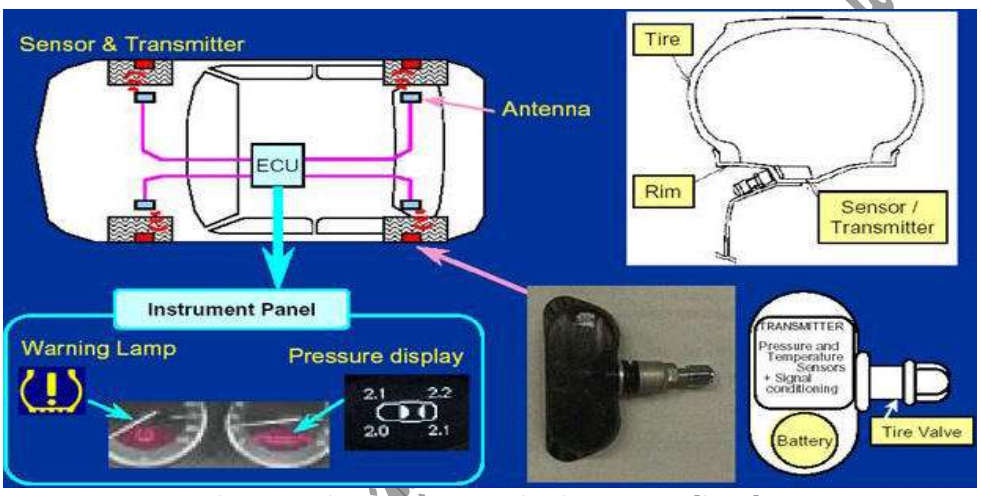

Figure 2. Tire pressure monitoring system directly

شکل ۲: سامانه نظارت بر فشار هوای تایر به صورت مستقیم

سامانه نظارت بر فشار هوای تایر هیبریدی که ترکیبی از سامانه نظارت بر فشار تایر به صورت مستقیم و غیر مستقیم است، طراحی شده است تا بر مشکلات سامانه نظارت بر فشار هوای تایر به روش غیر مستقیم غلبه کند. سامانه هیبریدی شامل دو حسگر فشار است که به صورت ضربدری درون تایرها قرار گرفته‌اند. وقتی که دو تایر در یک سمت یا یک محور باشند یا اینکه هر چهار تایر به یک میزان فشار هوای خود را از دست داده باشند، سامانه غیر مستقیم نمی‌تواند تایر با فشار هوای کم را تشخیص دهد، در این صورت می‌توان با اندازه‌گیری فشار مستقیم مطابق شکل (۳) تایر با فشار هوای کم را تشخیص داد (Guvenc & Velupillai., 2007).

Sandoni & Ringdorfer، سامانه کنترلی فشار هوای تایر برای یک اتومبیل را طراحی کردند. اتومبیل‌های جدید امکانات بسیاری دارند، همچون سامانه‌های الکترونیکی که در موقعیت‌های رانندگی خطرناک از راننده حمایت می‌کنند. یکی از این سامانه‌ها وظیفه اندازه‌گیری و کنترل فشار هوای تایرها را بر عهده دارد. این سامانه توانایی بررسی فشار هوای تایرها را دارد و به طور خودکار فشار هوای هر تایر را با وضعیت رانندگی موجود، انطباق می‌دهد. سخت افزار این سامانه شامل یک واحد کنترل سرعت و قدرت، لوله و واحد پنوماتیک هوا که واحد مرکزی هوا[1](CAU) نامیده می‌شود، است. شیرهای کنترل موجود در CAU به وسیله واحد کنترل سرعت فعال می‌شوند. هر تایر به وسیله دو لوله نیوماتیک به واحد هوا وصل شده‌اند. یکی از آنها لوله کنترل برای تحریک شیرهای کنترل در دیواره تایرها و دیگری لوله تغذیه برای رساندن هوا به تایرها است. راننده توانایی این را دارد که بین دو حالت دستی و خودکار انتخاب کند. با انتخاب حالت دستی، واحد کنترل به راننده اجازه می‌دهد تا فشار هوای تایر را خودش تنظیم کند.

[1] Central Air Unit

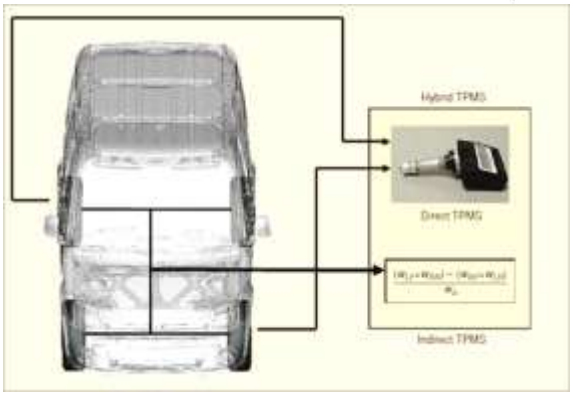

Figure 3. Hybrid tire pressure monitoring system

شکل ۳: سامانه نظارت بر فشار هوای تایر به صورت هیبریدی

در شرایط غیر جاده‌ای برای به حداکثر رساندن نیروهای کششی یا برای افزایش تعادل، لازم است که فشار هوای تایر کاهش پیدا کند. برای بازخورد اقدامات اپراتور، فشار هوای تایر در ال‌سی‌دی کوچکی در کابین نشان داده می‌شود. در حالت خودکار، واحد کنترل، فشار هوای هر تایر را محاسبه می‌کند تا به بهترین شرایط از نظر راحتی، مصرف سوخت و کشش دست یابد و مطابق با موقعیت رانندگی در حال حاضر، محدوده فشار به وسیله مدول کنترلر اتومبیل و حلقه کنترل فشار تایر، محاسبه می‌شود.

نتایج آزمایشات حالت دستی نشان داد که در زمان تقریبا ۰.۵ ثانیه ، دو دکمه افزایش فشار اکسل جلو و عقب، فشار داده می‌شود، تا فشار در هر چهار تایر افزایش پیدا کند. با اجرا شدن دستور تحریک، ابتدا با افزایش فشار در لوله تغذیه و پس از آن بعد از رسیدن به یک محدوده خاص، شیرهای کنترل باز و موجب افزایش فشار هوای تایرها می‌شوند. در حالت خودکار مطابق با سرعت اتومبیل(V_v) و سایر متغیرها، محدوده فشار مرجع برای همه تایرها محاسبه شده است. از تایر اکسل عقب، سمت چپ شروع می‌شود و یکی پس از دیگری، فشار درون آن‌ها در محدوده بهینه تنظیم می‌شود و بعد از چند ثانیه به فشار مطلوبی دست می‌یابند و مسافران اتومبیل می‌توانند از رانندگی لذت ببرند(Sandoni and Ringdorfer., 2006).

Isermann & Wesemeier نمایش فشار هوای تایر وسیله نقلیه، به صورت غیر مستقیم به وسیله حسگرهای سرعت تایر و تعلیق انجام دادند. نمایش فشار هوای تایر همیشه به وسیله اندازه‌گیری مستقیم فشار و انتقال بی‌سیم به واحد کنترل الکترونیکی وسیله نقلیه انجام می‌شود. به منظور کاهش هزینه و استفاده نکردن از باتری حسگرهای تایر، نمایش غیر مستقیم فشار هوای تایر جایگزین شد. سه روش مختلف نمایش غیر مستقیم فشار هوای تایر توسعه داده شد و به صورت تجربی آزمایش شد. سامانه‌های اندازه‌گیری غیرمستقیم، فشار هوای تایر را با استفاده از سیگنال‌های حسگر تایر یا تعلیق که ممکن است برای دیگر سامانه‌های کنترل دینامیکی وسیله‌ی نقلیه در دسترس باشد، تخمین می‌زنند. در شکل(۴) نشان داده شده است که سرعت تایر ω و شتاب عمودی تایر $\ddot{Z_w}$ می‌توانند برای نمایش غیرمستقیم فشار هوای تایر استفاده شوند. در یک آزمایش از وسیله نقلیه‌ای که مجهز به حسگرهایی برای هر دو سیگنال بود، استفاده شد. در روش اول سرعت‌های تایرهای مختلف با یکدیگر مقایسه شد، هرچند که فقط تغییرات نسبی تایرهای پرفشار را می توان تشخیص داد. در روش دوم آنالیز طیفی پارامتری به کار برده شد و از طریق نوسانات سرعت تایر، تغییرات در فشار تایر تخمین زده می‌شود، در روش سوم شتاب عمودی تایر با آنالیز طیفی برای تعیین تغییرات در فشار هوای تایر، بررسی شد، که آنالیز طیفی نوسانات سرعت تایر و شتاب عمودی تایر ، بیشتر به نمایان ساختن تایرهای کم فشار حساسیت دارد. در جدول (۱) نتایج سه روش با هم مقایسه شد و یک استراتژی برای ادغام روش‌های مختلف غیرمستقیم ارائه شد(Isermann and Wesemeier., 2009).

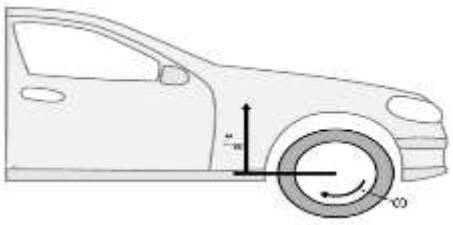

Figure 4. Measurement of Signals of the Vehicle Suspension System for Indirect Determination of Tire Pressure

شکل ۴: اندازه گیری سیگنال های سامانه تعلیق خودرو برای تعیین غیرمستقیم فشار هوای تایر

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

جدول ۱: مشخصات روش های تخمین فشار هوای تایر به صورت غیر مستقیم

Table1. Specifications of indirect tire pressure estimation methods

	تلاش محاسباتی	میزان تغییر شکل	حساسیت به اختلال	توانایی محلی سازی	تشخیص نسبی تایر کم فشار	تشخیص مطلق تایر کم فشار
۱)مقایسه سرعت تایر						
a)اختلاف نسبی	+	++	-	+	+	-
b)اختلاف قطری	++	+	+	-	+	-
c)نسبت سرعت چرخ	+	++	++	+	+	-
۲)آنالیز طیفی سرعت چرخ	-	+	-	+	+	+
۳)آنالیز طیفی شتاب عمودی چرخ	-	++	++	+	+	+

Chendreshkumar بر روی مسائل مربوط به دما و فشار نامطمئن تایر در اتومبیل‌ها، کار کردند. سامانه نظارت بر فشار هوای تایر معرفی شده، بر مشکلات مربوط به فشار هوای تایر غلبه می‌کند و این سامانه به دو صورت مستقیم و غیر مستقیم طبقه‌بندی می‌شود. در حسگرهای سامانه مستقیم، از گیرنده‌ها و فرستنده‌ها استفاده می‌شود. حسگرها مرتب فشار هوای تایر را چک می‌کنند و سیگنال هشدار را انتقال می‌دهند. در حالی که در سامانه مانیتورینگ غیر مستقیم، سیگنال هشدار درگیر نیست. نرم‌افزاری بر روی تایر نصب می‌شود که میزان کاهش فشار هوای تایر را بر اساس سرعت تایر، چک می‌کند. وقتی که فشار هوای تایر کاهش می‌یابد، وزن خودرو باعث می‌شود که تایر با سرعت متفاوتی نسبت به وقتی که دارای فشار مناسبی است، بچرخد. از این رو در سامانه نظارت بر فشار هوای تایر به روش غیر مستقیم تنها نرم‌افزار مورد نیاز است. سامانه طراحی شده به روش مستقیم نشت سوخت را هم تشخیص می‌دهد. این سامانه از حسگر فشار، حسگر دما، دو عدد میکروکنترلر، فرستنده، گیرنده، حسگر گاز، حسگر دما برای موتور و ال‌سی‌دی تشکیل شده است (شکل۵). در این سامانه از حسگر فشار MPXH6400A با محدوده کاری ۲۰ تا ۴۰۰ کیلوپاسکال، حسگر دما LM35 با محدوده کاری ۵۵- تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و ماژول فرکانس رادیویی CC2500 و حسگر گاز MQ که نشت گاز را تشخیص می‌دهد، استفاده شد. این سامانه برای همه شرایط فشار بالا، فشار پایین، دمای بالا، دمای پایین، تشخیص نشت سوخت و دمای بالای موتور در شرایط شبیه‌سازی مصنوعی، تست شد. نتایج آزمون نشان داد که سامانه نیازهای برنامه واقعی را به خوبی می‌پذیرد و برای نظارت بر فشار هوای تایر چشم‌انداز روشنی دارد(Chandreshkumar et al., 2013).

Omprakash & Kumar روی سامانه کنترل فشار هوای تایر خودرو کار کردند. هدف این پروژه معرفی سامانه‌ای بود که بتواند برای هر نوع تایر با تیوپ یا بدون تیوپ استفاده شود. در این سامانه با هدف ارائه اتصالی محکم در حین چرخش تایر از اتصالات دائمی بین شیر و شیلنگ استفاده شد. هدف دیگر این بود که تایر خودرو هرگز نباید بیش از اندازه و یا کمتر از میزان سطح مطلوب دارای فشار هوا باشد. فشار هوا در تایر همیشه باید در سطح ایده‌آل باشد که منجر به صرفه‌جویی در مصرف سوخت و جلوگیری از ترکیدن تایر می‌شود. این سامانه همچنین زمانی که کاهش فشار هوای تایر از مقدار آستانه تعیین شده، مداوم باشد، پیش‌بینی می‌کند که تایر سوراخ شده است و به راننده هشدار می‌دهد.

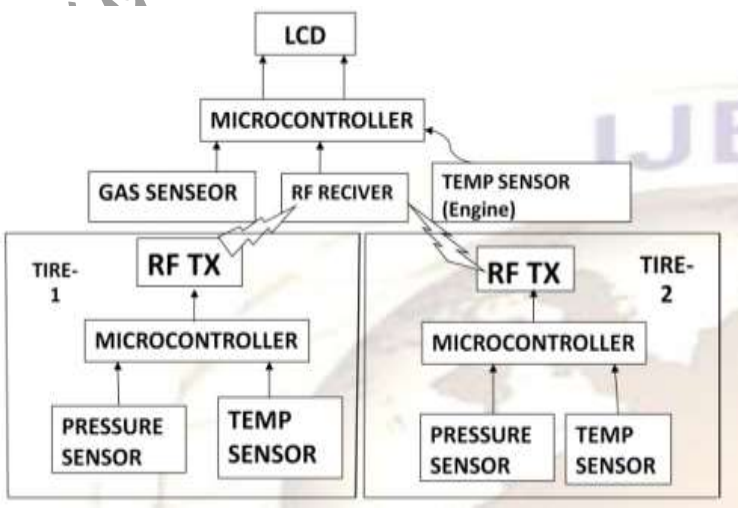

Figure 5. Block Diagram of Tire Pressure Monitoring System

شکل ۵: دیاگرام بلوکی سامانه نظارت بر فشار هوای تایر

طرحواره اجزا و نحوه عملکرد این سامانه در شکل (۶) نشان داده شده است. این سامانه از سه واحد تشکیل شده است: واحد کنترل، واحد پمپاژ واحد نمایش. واحد پمپاژ شامل پمپ، شیلنگ و تایر مخصوص می‌باشد. این تایر با هدف پمپاژ و چرخش آن با حداقل نشتی طراحی شده است. پمپ به صورت مغناطیسی یا با پیچ در نزدیکی تایر و موازی با محور آن، نصب می‌شود. در این سامانه از اتصالات محکم و دائمی پمپ و شیر استفاده شده است و چرخش آن به هیچ وجه به اتصالات پمپ آسیب رسانده نمی‌شود. در واحد نمایش وقتی که راننده ماشین را روشن می‌کند، سامانه دو حالت خودکار و دستی را نشان می‌دهد. با انتخاب فشار مورد نظر از طرف راننده، این مقدار بعنوان فشار آستانه در نظر گرفته می‌شود و در حافظه واحد کنترل قرار می‌گیرد و عمل مقایسه انجام و فشار هوای تایر کنترل می‌شود.

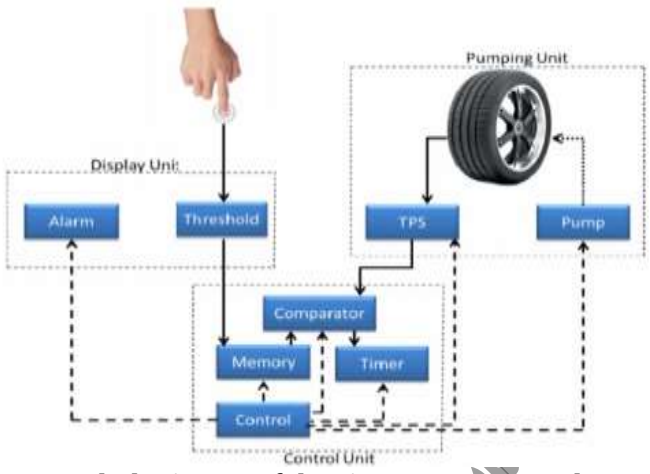

Figure 6. Block Diagram of the Tire Pressure Control System
شکل ۶: دیاگرام بلوکی سامانه کنترل فشار هوای تایر

نمودارهای شکل (۷) مقایسه بین سطح فشار و طول عمر تایر، قبل و بعد از استفاده از سامانه ساخته شده را نشان می‌دهد. بر طبق گفته‌ی تولیدکنندگان، حداکثر طول عمر یک تایر حدود ۶ سال است. مشاهده می‌شود که قبل از استفاده از سامانه، سطح فشار به درستی حفظ نمی‌شود در نتیجه طول عمر تایر سریعا کاهش پیدا می‌کند. فشار کمتر از سطح ایده‌آل موجب فرسایش و پارگی تایر می‌شود و همچنین اجازه می‌دهد تا به راحتی تایر سوراخ شود. بعد از استفاده از سامانه، سطح فشار به درستی حفظ می‌شود. در نتیجه طول عمر تایر ثابت نگه داشته می‌شود. همچنین اگر تایر با میزان فشار مطلوب پر شود، احتمال سوراخ شدن آن نیز به شدت کاهش پیدا می‌کند(Omprakash and Kumar., 2014).

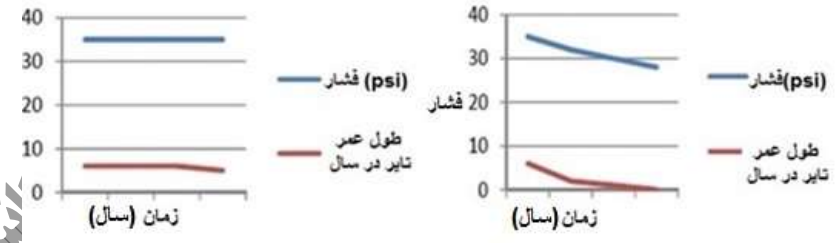

Figure 7. Comparison of tire pressure and longevity
(A before using the pressure control system, B: after using the pressure control system)
شکل(۷) مقایسه سطح فشار و طول عمر تایر
(الف: قبل از استفاده از سامانه کنترل فشار باد ، ب: بعد از استفاده از سامانه کنترل فشار باد)

Latha بر روی کمپرسور هوای خورشیدی برای افزایش فشار هوای تایرها کار کردند (شکل۸). خورشید منبع تجدیدپذیری از انرژی است و تابش‌های دریافت شده از خورشید توسط سلول‌های فتوولتایی دریافت می‌شود و انرژی در باتری ذخیره می‌شود. اگر کمپرسور هوا دارای موتور DC باشد، این انرژی از باتری به کمپرسور منتقل می‌شود و برای موتورهای AC ، انرژی باتری توسط اینورتر[3] تبدیل شده و سپس به کمپرسور هوا منتقل می‌شود. این کمپرسور هوای خورشیدی با استفاده از میکروکنترلر AT89S52 بکار گرفته شد(Latha., 2014).

[3] Inverter

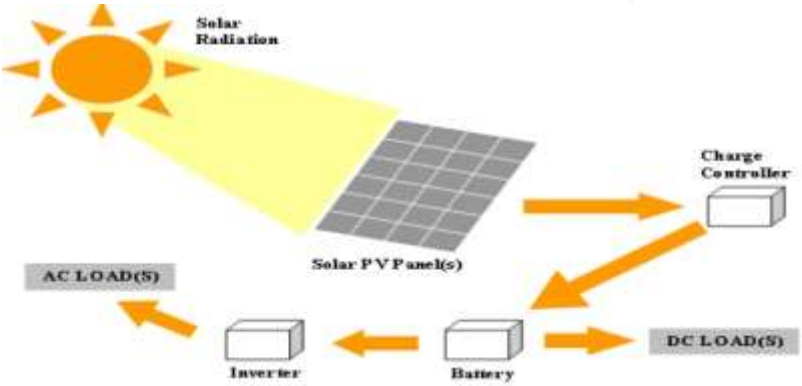

Figure 8. Solar air compressor diagram for increasing tire pressure

شکل ۸: دیاگرام کمپرسور هوای خورشیدی برای افزایش فشار هوای تایرها

Patil بر روی سامانه نظارت بر فشار و دمای تایر خودرو با استفاده از میکروکنترلر ATmega 16 کارکردند. این سامانه دارای یک فرستنده برای هر تایر و یک گیرنده مرکزی است (شکل۹). ماژول فرستنده شامل حسگر فشار MPX2202، حسگر دما LM35، میکروکنترلر ATmega 16 و ماژول بلوتوث HS-05 است. مهمترین بخش فرستنده، میکروکنترلر است که فشار و دما را از حسگرها دریافت می‌کند و سیگنال‌هایی را به ماژول بلوتوث HS-05 ارسال می‌کند.

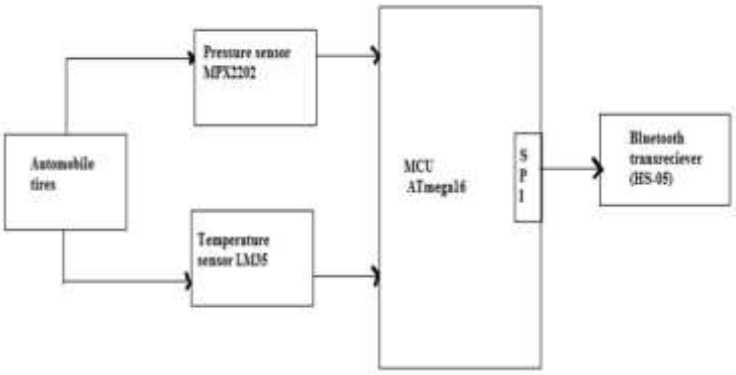

Figure 9. Transmission components of the tire pressure monitoring system

شکل ۹: اجزای بخش فرستنده سامانه نظارت بر فشار هوای تایر

مطابق شکل(۱۰)، ماژول گیرنده این سامانه شامل میکروکنترلر *ATmega 16*، ال‌سی‌دی، ماژول بلوتوث HS-05، گوشی اندروید و واحد هشدار است. میکروکنترلر پیغام‌هایی را به ماژول بلوتوث ارسال می‌کند، ماژول بلوتوث پیغام‌های دریافتی را به گوشی اندروید ارسال می‌کند و گوشی اندروید این پیغام‌ها را نمایش می‌دهد. پیاده سازی سامانه نظارت بر فشار هوای تایر با استفاده از رابط SPI[1]، اجزای مورد نیاز برای توسعه این سامانه را کاهش می‌دهد، لیکن استفاده از بلوتوث امکان مشاهده پارامترها را روی گوشی اندروید فراهم می‌کند(Patil et al., 2016).

[1] Serial Peripheral Interface

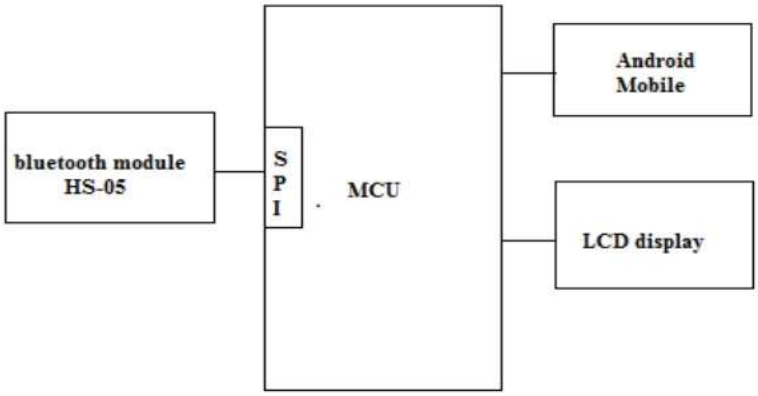

Figure 10. Components of the tire pressure monitoring system
شکل ۱۰: اجزای بخش گیرنده سامانه نظارت بر فشار هوای تایر

Burase روی سامانه افزایش فشار هوای تایر اتومبیل کار کردند (شکل۱۱). در این تحقیق یک روش جدید برای افزایش فشار هوای تایرهای اتومبیل معرفی شد که تضمین می‌کند تمام تایرها همیشه دارای میزان فشار هوای مطلوب باشند. این سامانه با استفاده از کمپرسور مجزا، هوا را به تمام چهار تایر از طریق شیلنگ عرضه می‌کند و یک مفصل دوار[1] بین اسپیندل[2] و مرکز هر تایر قرار گرفته است. مفصل دوار اجازه می‌دهد تا هوای مورد نیاز به تایر برسد. این سامانه موجب کاهش مصرف سوخت و سایش تایر و افزایش کارایی و عملکرد تایر در شرایط مختلف می‌شود (Burase et al., 2016).

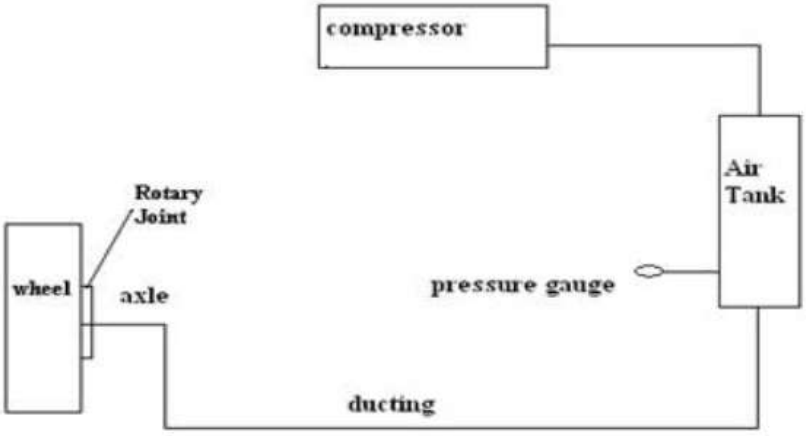

Figure11. Block diagram of tire pressure system
شکل ۱۱: دیاگرام بلوکی سامانه فشار هوای تایر

۳- نتیجه‌گیری

- سامانه کنترل خودکار فشار هوای تایر قطعا محصول جدیدی در صنعت خودرو به شمار می‌آید و شرایط بازار برای انتشار چنین سامانه‌ای مطلوب است.
- با نگه داشتن فشار تایر خودرو در حد ایده‌آل موجب بهبود راندمان سوخت و افزایش امنیت کلی خودرو و رضایت بیشتر کاربر می‌شود.
- فشار هوای مطلوب تایر در تراکتور علاوه بر تراکم خاک که بر عملکرد محصول تاثیرگذار است، بر مصرف سوخت، مقاومت غلتشی و همچنین کشش و بازده کششی تراکتور تاثیرگذار می‌باشد.

[2] Rotary Joint
[3] Spindle

۴- مراجع

Book Section:
Sandoni, G., & Ringdorfer, M. (2006). Electronic Regulation of an Automated Car Tyres Pressure Control System. *IFAC Proceeding Volumes, 39*, 514-519.
Journal Article:
Momeni, M., & Eghbal, Sh. (2004). Selection of sugar cane delivery system using fuzzy topsis method (FTOPSIS). *Quarterly Economic Reviews*, *1*(2), 22-36. (Persian)
Kulli, B., Gysi, M., & Flühler, H. (2003). Visualizing soil compaction based on flow pattern analysis. *Soil Tillage Research*, *70*, 29-40.
Benson, E.R. (2000). Automatic navigation control of an agricultural combine. *PhD Thesis in Agricultural Engineering*, *20*(3), 45.
Patil, A.J., Patil, P.R., & Patil, C.S. (2016). Tire temperature and pressure monitoring system based on atmega16 microcontroller. *International Journal of Electrical and Electronics Research, 4*, 172-175.
Burase, I., Kamble, S., Patil, A., & Kharat, A. (2016). A Survey on automatic air inflating system for automobile. *International Journal of Innovative Research in Science*. *Engineering and Technology, 5*, 249.
Chandreshkumar, L, Pranav, J., & Hemra, C. (2013). Tire Pressure Monitoring System and Fuel Leak Detection. *International Journal of Engineering Research and Applications, 3*, 345-348.
Guvenc, L., & Velupillai, S. (2007). Tire Pressure Monitoring. *IEEE Control Systems Magazine, 9*, 30-34.
Latha, O.H., Sadaq, S.I., & Junaidi, M.A.R. (2014). Solar Based Air Compressor for Inflating Tyres. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, *11*,29-33.
Mathai, A., & Ranjan, P. (2015). a New Approach to Tyre Pressure Monitoring System. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, *4*, 54-58.
Omprakash, P., & Kumar, T. (2014). Mechanized Air Refilling System. *International Journal of Information Sciences and Techniques*, *4*, 46-56.
Conference Proceeding:
Isermann, R., & Wesemeier, D. (2009). Indirect Vehicle Tire Pressure Monitoring With Wheel and Suspension Sensors. *7th IFAC Symposlum on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes Barcelona*. June 30- july 3.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران