مقاله

صنعت خودرو درپی راه‌حل‌هایی برگرفته از طبیعت

شبنم رحیم‌نژاد باغچه جوقی*
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی خودرو
دانشگاه علم و صنعت ایران
rahim_nezhad@auto.iust.ac.ir

حامد سعیدی گوگرچین
استادیار دانشکدهٔ مهندسی خودرو
دانشگاه علم و صنعت ایران
hsaeidi@iust.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۱۵

چکیده

از زمان پیدایش حیات، طبیعت و ساختارها و نظام‌های زیستی موجود در آن نقش به‌سزایی در حل مشکلات انسان داشته است. اگرچه مسائل مهندسی با عملکردهای طبیعی متفاوت است؛ اما به‌دلیل وجود محدودیت‌ها و اهداف مشابه در هر دو توجه به عملکرد و طراحی بهینهٔ گیاهان و جانوران، که طی میلیون‌ها سال بهینه شده است، لازم است. استفاده از عملکردهای طبیعی در مشکلات مهندسی به‌راحتی امکان‌پذیر نیست و برای به‌دست آوردن راه‌حل‌های مناسب از دل طبیعت باید تلاش کرد. طی سالیان اخیر، شرکت‌های خودروسازی به موضوع الهام‌گیری از طبیعت اهمیت ویژه‌ای داشته‌اند و بخشی از تحقیقات خود را به این زمینه معطوف کرده‌اند. در این مقاله، ابتدا تعریف مختصری پیرامون واژهٔ بیونیک یا الهام‌گیری از طبیعت بیان می‌شود، سپس استفاده از این علم در صنایع خودروسازی مطرح شده، نمونه‌هایی از الهامات طبیعی به‌کار رفته در طرح‌های مفهومی، نام‌گذاری و استایل، آیرودینامیک، پوشش‌ها و رنگ‌های بیونیکی و سیستم‌های وابسته بیان می‌شود و در نهایت به تحقیقاتی که با الهام‌گیری از طبیعت در زمینهٔ ایمنی انجام شده است، اشاره می‌شود.

واژگان کلیدی: خودرو، بیونیک، بیومیمتیک[۱]، استایل، آیرودینامیک، پوشش و رنگ بیونیکی، ایمنی

۱. مقدمه

طی حدود ۳/۸ میلیارد سال از آفرینش زمین، طبیعت تبدیل به منبعی برای الهامات طبیعی شده است. در این مدت، گیاهان و حیوانات توانسته‌اند با امکانات و طراحی‌های لازم بر مشکلات خود فائق آیند [۱]. اگرچه مفاهیمی همچون الهام‌گیری از طبیعت در طراحی[۲]، بیومیمیکرای[۳]، بیومیمتیک، خلاقیت بیونیکی[۴]، خلاقیت‌شناسی طبیعت‌محور[۵] و مهندسی خلاقیت بیونیکی[۶] در ارتباط با الهام‌گیری از طبیعت در طراحی استفاده می‌شود، اما لغت بیونیک و بیومیمتیک مصطلح‌تر است [۱-۲]. واژهٔ بیونیک از دو لغت لاتین بیو[۷] یا بیوس[۸] و ایک[۹] تشکیل شده است؛ که در آن بیو از زبان یونانی گرفته شده و به‌معنای زیست و حیات می‌باشد و ایک نیز پسوند شبیه‌ساز است و به‌معنای

مثل و مانند می‌باشد. واژهٔ بیومیمتیک یا بیومیمکرای نیز از زبان یونانی گرفته شده است و میمتیکوس[10] در آن به‌معنای تقلید است و مباحث آن با مباحث علم بیونیک مرتبط است [۳]. هدف از بیونیک و بیومیمتیک حل مشکلات طراحی با الهام‌گیری از طبیعت است. این دو واژه برای توصیف مواد، وسائل و سازوکارها و سیستم‌هایی استفاده می‌شود که انسان آنها را به تقلید از سیستم‌ها و طرح‌های طبیعی ساخته است [۴].

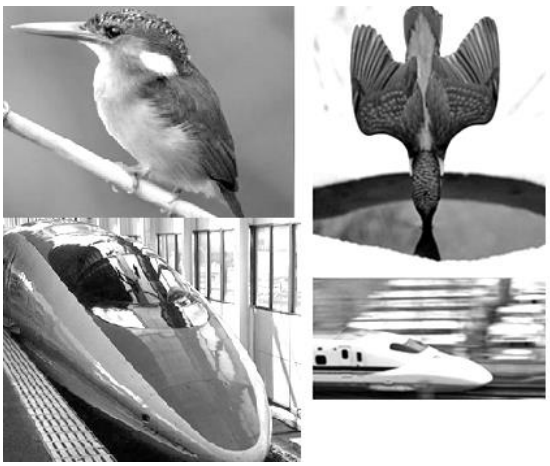
به طور کلی دو رویکرد در پیشرفت بیونیک وجود دارد. رویکرد اول از بالا به پایین است که در آن یک کار مهندسی برای یافتن روشی برای ارتقای محصول و پیداکردن پاسخ و راهکاری برای مشکلات موجود از طبیعت انجام می‌گردد. بعد از آنکه مدل مورد نظر انتخاب شد، مدل انتخابی از نظر ارتباط با مسئلهٔ مهندسی بررسی می‌شود و اگر این نتیجه حاصل شود که می‌توان از روش طبیعی برای بهبود مسئله استفاده کرد، محصول جدید با ویژگی‌های بیونیکی ساخته می‌شود. رویکرد دوم، یعنی رویکرد از پایین به بالا، زمانی حاصل می‌شود که پدیده و پاسخ ساختاری در علوم زیستی پیدا شود. از این یافته‌ها برای بهبود پاسخ‌هایی در جهت مشخص استفاده می‌شود. برای مثال کشف عملکرد و پیکره‌بندی ساقه‌های گیاهان، موجب ارتقای مجراهای مصنوعی شده است. طراحی براساس الهام‌گیری از طبیعت سبب می‌شود تا محصولات و روش‌های به‌کار رفته ویژگی‌هایی چون طراحی سازگار، عملکرد مناسب، مصرف پایین انرژی و ماده و امکان بازیافت بالا را داشته باشند که برای انسان‌ها مناسب است [۵].

تاریخچهٔ واقعی این دانش به ابتدای خلقت انسان بازمی‌گردد [۳]. با مراجعه به منابع تاریخی می‌توان به مدارک ثبت‌شده در این راستا اشاره نمود. چنانچه ذیمقراطیس (۳۷۰–۴۷۰ قبل از میلاد) در این رابطه چنان بیان می‌کند: "عنکبوت به ما بافتن را آموخت و پرستو لانه‌ساختن را" و یا لئوناردو داوینچی (۱۵۱۹–۱۴۵۲) در حدود پنج قرن پیش، بال‌های خفاش را به‌واسطهٔ فرم و نوع مصالح آن به‌عنوان الگویی برای ساخت ماشین پرواز مورد توجه قرار داد [۶]. کسی که برای اولین‌بار واژهٔ بیونیک را به‌کار برد جک ای. استیل[11] بود [۷]. واژهٔ بیونیک از سال ۱۹۶۰ م وارد فرهنگ لغت وبستر شد. بیومیمتیک نیز در دههٔ ۱۹۵۰ م توسط اوتو هربرت اشمیت[12]، مخترع، مهندس و بیوفیزیک‌دان امریکایی بیان و در سال ۱۹۷۴ م وارد فرهنگ لغت وبستر شد [۳].

به‌عنوان نمونه‌هایی از الهام‌گیری از طبیعت در صنعت می‌توان به تولیدات شرکت پاکس[13] و قطار شینگهنسن[14] اشاره کرد. شرکت پاکس با بهره‌گیری از انحناهای طبیعی لگاریتمی و سه‌بعدی که در گیاهان و پوستهٔ جانداران دریایی همچون حلزون دیده می‌شود فن‌ها، توربین‌ها و روتورهایی را طراحی می‌کند که بسته به نوع کاربردشان بین ۱۰ تا ۸۵ درصد به انرژی کمتری احتیاج دارند؛ فن‌هایی که به این ترتیب طراحی می‌شوند تا ۷۵ درصد سروصدای کمتری دارند [۸–۹]. بهره‌گیری مهندس پروژهٔ قطار شینگهنسن از فرم آیرودینامیکی مرغ ماهی‌خوار (شکل ۱)، سبب شد تا صدای رعدوبرق گونه‌ای که هنگام عبور قطار از تونل ایجاد می‌شد اصلاح شود، ۱۵ درصد مصرف انرژی قطار بهینه شده و ۱۰ درصد هم به سرعت قطار اضافه گردد [۱۰].

در دهه‌های اخیر، علاقه به تقلید از طبیعت در صنعت گسترش پیدا کرده است. این الهام‌گیری‌ها اندیشه‌های خطوط تولیدات و استراتژی بازاریابی را تغییر می‌دهند. به‌همین دلیل است که شرکت‌ها به الگوهای طبیعت اهمیت داده و بدین‌وسیله کالاهای جدیدی به مشتریان ارائه می‌کنند. اهمیت این موضوع بدین دلیل است که درس‌های برگرفته از طبیعت به‌طور دقیق ظرفیت تکمیل‌کردن نیازهای انسانی را دارند و به توسعهٔ یک دید جدید در طراحی کمک می‌کنند. صنایع خودروسازی جهان نیز مانند سایر صنایع، طی سالیان اخیر به بیونیک اهمیت بیشتری داده است. به‌طوری‌که شرکت‌های بزرگ

خودروسازی روند روبه رشدی را برای الگوبرداری از طبیعت، در طراحی بدنهٔ محصولاتشان پیش گرفته‌اند. این رویه نه تنها از جنبهٔ تبلیغاتی برای این شرکت‌ها سودآور است؛ که آنان را در بهینه‌سازی محصولات خود در این بازار رقابتی یاری کرده است. بنابه گفتهٔ دکتر گتس[15] از شرکت دایملر کرایسلر[16]، اگر فرم خودرو با توجه به ساختار استخوان ساخته می‌شد، ۸۰ درصد از وزن خودرو کاسته می‌شد و مصرف سوخت نیز پایین می‌آمد [۱۱].



شکل ۱. شکل دماغهٔ قطار و نوک مرغ ماهی‌خوار [۱۰]

در این مقاله تلاش شده است تا نمونه‌هایی از راه‌حل‌های طبیعی به‌کار رفته در صنعت خودروسازی و تلاش‌های شرکت‌های خودروساز برای الهام‌گیری از طبیعت در زمینه‌هایی چون طرح‌های مفهومی، پوشش و رنگ، سبک و طرح[17]، سیستم‌های وابسته و ایمنی بررسی شود.

۲. طرح‌های مفهومی

با جستجویی کوتاه در میان کلیدواژه‌های چون خودروی بیونیکی، با تعداد زیادی از طرح‌های مفهومی[18] در این زمینه مواجه خواهیم شد که باوجود ایده‌های جالبی که در بسیاری از آنها دیده می‌شود، معمولاً از اصول علمی دنیای امروز تبعیت نکرده‌اند و یا به مرحلهٔ ساخت و آزمایش نرسیده‌اند. هدف از ارائهٔ این طرح‌های مفهومی شرکت در مسابقات گوناگون طراحی بوده است. برای مثال در نمایشگاه خودروی لوس‌آنجلس[19] که در نوامبر ۲۰۱۳ با موضوع الهام از طبیعت و حرکت برای سال ۲۰۲۵[20] برگزار شد، دوازده گروه شرکت‌کننده طرح‌های پیشنهادی خود برای مشکلاتی چون ترافیک، آلودگی، ایمنی و پایداری را با الهام‌گیری از طبیعت ارائه نمودند [۱۲]. یکی از طرح‌های پیشنهادی طرح شرکت جک‌موتورز[21] بود که در شکل ۲ نمایش داده شده است. در این طرح مفهومی، طراحی صندلی برای ایمنی بیشتر و راحتی سرنشین، براساس قرارگیری جنین در رحم مادر انجام شده است. همچنین برای تبدیل انرژی باد به انرژی برق هنگامی که خودرو در حال حرکت است از ساختار پیزوالکتریکی استفاده شده و با بهره‌گیری از زندگی دسته‌جمعی زنبور عسل با قرارگیری مجموعه‌ای از این خودروهای برقی هنگام پارک، در برج‌های مخصوص از آنها به عنوان تولیدکنندهٔ انرژی برق از جریان باد استفاده می‌شود و بدین ترتیب مشکل پارکینگ و انرژی را می‌توان به‌طور همزمان رفع کرد [۱۳].

شکل ۲. طرح پیشنهادی شرکت جک‌موتورز [۱۳]

۳. نامگذاری و استایل خودرو

از سال ۱۸۸۶ م که نخستین خودرو ساخته شد، خودروسازان فهمیدند که نامگذاری مناسب برای محصولاتشان می‌تواند تأثیر بسزایی بر فروش آن داشته باشد. به‌تدریج نامگذاری خودروها براساس شکل ظاهری و احساسی که در بیننده ایجاد می‌کرد انجام شد. از جمله نمونه‌های اولیهٔ این خودروها، می‌توان به خودروی پلایموث

باراکودا[۲۲] که از ماهی گوشتخوار باراکودا[۲۳] الهام گرفته است و خودروی بیتل ولکس واگن[۲۴] که از سوسک الهام گرفته شده است، اشاره کرد [۱۴]. از نمونه‌های جدیدتر نیز می‌توان به خودروی پورشه ۹۱۱[۲۵] (شکل۳) که به دلفین شباهت دارد و یا به خودروی بوگاتی ویرون[۲۶] (شکل۴) اشاره کرد که به کوآلا شبیه است [۱۵].

شکل ۳. الهام‌گیری طرح پورشه ۹۱۱ براساس دلفین [۱۵]

شکل ٤. الهام‌گیری طرح بوگاتی ویرون براساس کوالا [۱۵]

٤. آیرودینامیک

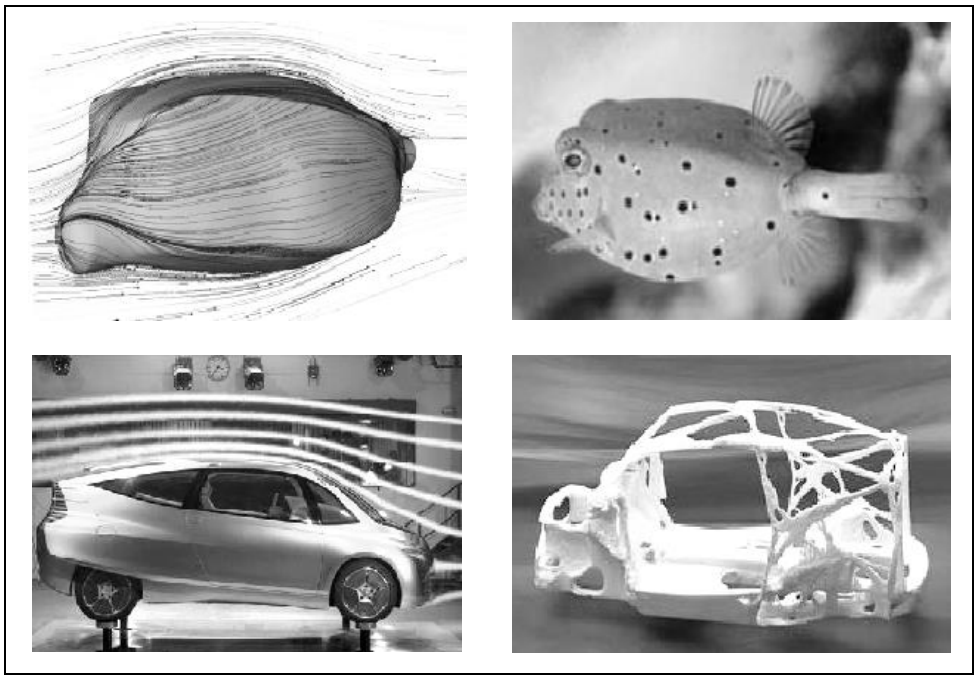
الهام‌گیری از طبیعت و شکل قطرات آب برای بهبود وضعیت آیرودینامیکی از ابتدای سال ۱۹۱۹ م توسط رامپلر آغاز شد. خودروی پیشنهادی رامپلر در شکل ۵ نمایش داده شده است. بعدها خودروهای او به خودروهای قطره‌اشکی شهرت یافت. ضریب مقاومت حرکت (ضریب پسا[۲۷]) این خودروها تنها ۰/۲۷ بود که معادل یک‌سوم ضریب پسا در خودروهای رایج آن دوره بوده است. اما این خودروها نتوانست توجه عموم را به‌خود معطوف کند و تنها ۱۰۰ دستگاه از آنها ساخته شد [۱۶– ۱۷].

بعد از خودروی پیشنهادی رامپلر، الهام‌گیری از طبیعت برای بهبود وضعیت آیرودینامیکی خودروها به‌تدریج رایج شد. یکی از بهترین نمونه‌های این موضوع، خودروی کانسپت بیونِکی شرکت مرسدس بنز است که در سال ۲۰۰۵ م براساس صندوق‌ماهی[۲۸] طراحی شد. این خودرو در شکل ۶ نمایش داده شده است. حداکثر سرعت این خودرو ۱۹۰ کیلومتر بر ساعت و ضریب پسای آن در حدود ۰/۱۹ است؛ که جزء کمترین ضرایب پساست. ضمن اینکه این خودرو می‌تواند فضای مناسبی را برای چهار نفر مهیا کند.

شکل ۵. خودروی پیشنهادی رامپلر [۱۸]

در نگاه اول، هیچ چیز در صندوق‌ماهی وجود ندارد که بتوان آن را به‌عنوان یک مدل علمی به‌کار گرفت. اما برخلاف ظاهر بسیار حجیم، این حیوان شناگر بسیار ماهری است. به‌هنگام حرکت درون آب، در امتداد لبهٔ بالایی و پایینی تنهٔ صندوق‌ماهی گردابه‌های کوچکی شکل می‌گیرد که سبب ثبات او در هر موقعیتی می‌شود. این ماهی قادر است با بهره‌گیری از گردابه‌های آشفته، برای خود گردابه‌های پایدارکننده ایجاد کند. صندوق‌ماهی با این ساختار نیاز کمی به حرکت باله‌ها دارد و بدین ترتیب در مصرف انرژی خود صرفه‌جویی می‌نماید. آناتومی چندوجهی صندوق‌ماهی کاملاً مطابق با سطح مقطع بدنهٔ خودرو است. خودرو فضای وسیعی برای سرنشینان دارد. علاوه بر این برای بهینه‌سازی ساختار بدنه و شاسی در این خودرو از الگوریتم SKO و CAO استفاده شده است. این الگوریتم‌ها به‌ترتیب از عملکرد سلول‌های استخوانی و رشد قطری حلقه‌های سالانهٔ درخت الهام گرفته‌اند. با بهره‌گیری از این الگوریتم‌ها ماده و المان‌ها در نقاطی که بار کمی به آنها

اعمال می‌شد حذف و نقاطی که تحت تنش بالایی هستند، تقویت می‌شوند. ضمن اینکه نقاطی که دارای تمرکز تنش می‌باشند، بهبود می‌یابند. با استفاده از این روش وزن کلی بدنه ۳۰ درصد کاهش یافته و با کاهش وزن خودرو، مصرف سوخت خودرو هم بهبود می‌یابد، این در حالی است که این کاهش وزن تأثیری بر سطح پایداری خودرو، عملکرد خودرو در تصادف و وضعیت دینامیکی آن ندارد [۱۹].



شکل ٦. الهام‌گیری خودروی بیونیکی مرسدس بنز از صندوق‌ماهی [۲۰]

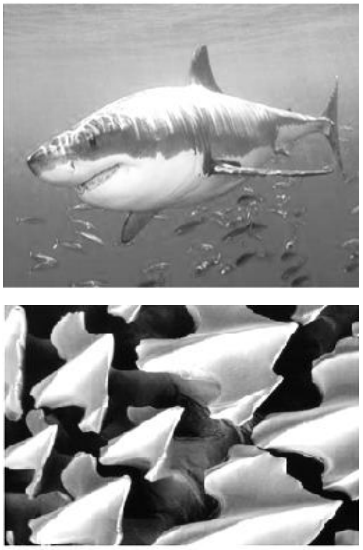
۵. پوشش‌ها و رنگ‌های بیونیکی

۵-۱. استفاده از خواص پوست بدن کوسه

برای کوسه، به‌عنوان یک آبزی و شکارچی، حرکت سریع و بی‌سروصدا در آب برای شکار راحت لازمهٔ بقاست. به‌منظور برآوردن این نیاز، علاوه بر فرم بدن کوسه و قابلیت‌های هیدرودینامیکی، شکل پوست این حیوان نیز دخیل می‌باشد. زبری پوست بدن کوسه به‌حدی است که از پوست خشک آن می‌توان به عنوان کاغذ سنباده استفاده کرد. پوست بدن کوسه، همان‌طور که در شکل ۷ نمایش داده شده است، در مقیاس نانو از اشکال مثلثی‌شکل[۲۹] تشکیل شده است که به دندان نیش انسان شباهت دارد. این برآمدگی‌های مثلثی‌شکل و شیارهای روی آن تطابق هیدرودینامیکی با جریان برقرار می‌کنند، تا با کاهش نیروی مقاومت آب به‌هنگام حرکت کوسه در آب و جلوگیری از تشکیل گرداب‌های آب در پشت بدن کوسه از تلاطم و آشفتگی آب جلوگیری می‌کنند. بدین‌وسیله از سروصدای ناشی از حرکت آب روی بدن کوسه جلوگیری می‌شود و این حیوان می‌تواند بسیار سریع و بدون سروصدا به شکار خود نزدیک شود، به‌نحوی‌که شکار متوجه نزدیک‌شدن کوسه نشود. از این ویژگی در طراحی لباس‌های شنا، پوشش کشتی‌ها و زیردریایی‌ها، هواپیماهای نظامی، پوشش خودروها و پوشش توپ‌های گلف استفاده می‌شود. شرکت تویوتا اذعان داشته است که با استفاده از این روش می‌توان ۱۰ تا ۲۰ درصد در مصرف سوخت صرفه‌جویی کرد [۲۱].

شرکت خودروسازی پژو با بهره‌گیری از ساختار فلس‌های کوسه، به تازگی از طرح مفهومی اگزالت[۳۰] خود در

نمایشگاه خودروی پکن ۲۰۱۴ رونمایی کرده است. این خودرو ۴/۷ متر طول دارد. در این طرح مفهومی از موادی با ویژگی‌های خاص استفاده شده است.



شکل ۷. نایی از پوست بدن کوسه در مقیاس نانو [۲۱]

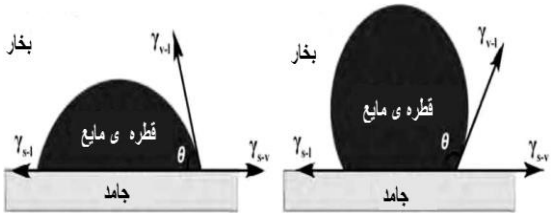
برای مثال بدنه این خودرو از فولاد بدون پوشش ساخته شده و همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، در قسمت‌های عقب خودرو از نوعی پوشش به تقلید از پوست کوسه استفاده شده که موجب بهبود عملکرد آیرودینامیک خودرو شده و در نتیجه مصرف سوخت کاهش پیدا کرده است [۲۲].

شکل ۸ خودروی اگزالت

با پوشش الهام‌گرفته از فلس کوسه در قسمت عقب [۲۲]

۵-۲. سطوح خودتمیزشونده و برگ نیلوفر آبی

پدیدهٔ خودتمیزشوندگی به زاویه بستگی دارد و بر این اساس، سطوح خودتمیزشونده به دو دستهٔ ابرآبدوست و ابرآبگریز تقسیم می‌شوند [۲۳]. اگر زاویهٔ تماس آب با سطح بیشتر از ۱۵۰ درجه باشد، سطح آب‌گریز و اگر زاویهٔ تماس آب با سطح به صفر نزدیک باشد، سطح آب‌دوست نامیده می‌شود (شکل۹).

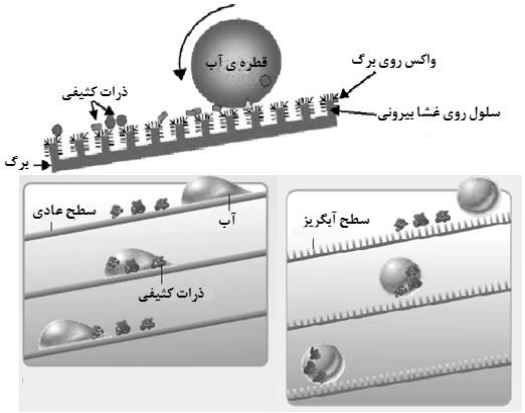


شکل ۹. زاویهٔ قطرهٔ آب روی سطح [۲۶]

برخلاف سطوح ابرآبگریز، که فقط از سازوکار جریان قطرات آب برای اثر خودتمیزشوندگی استفاده می‌کنند، سطوح ابرآبدوست با فرایند فوتوکاتالیز ساختار شیمیایی آلودگی‌ها را در مجاورت نور از بین می‌برند. وقتی یک قطرهٔ آب روی سطح برگ چکانده می‌شود، این قطره روی سطح برگ به حالت ایستا قرار نخواهد گرفت و شروع به غلتخوردن خواهد کرد. همان‌طور که گفته شد این ویژگی از ساختار آبگریز برگ‌ها نشأت می‌گیرد. برگ بسیاری از گیاهان از جمله برگ‌های گیاه نیلوفر آبی[۳۱] دارای خاصیت خودتمیزشوندگی[۳۲] می‌باشد. برگ‌های گیاه لوتوس سفید، همان‌طور که در شکل ۱۰ نمایش داده شده است، از نوعی واکس ضدآب پوشیده شده و دارای نوعی ریزساختار خاص است که با وجود زبری برگ‌ها، نه‌تنها آب را دفع می‌کند، که مطمئن می‌سازد آب غلتان روی برگ‌ها حداکثر آلاینده و غبار موجود روی آنها را با خود خواهد برد [۲۳].

تحقیقات نشان داده است که ایجاد زاویهٔ سطح تماس بیشتر از ۱۲۰ درجه روی یک سطح صاف فقط با اتکا به ساختار شیمیایی آبگریز آن سطح، بدون هیچ بافتی در ابعاد نانو یا میکرو، تقریباً ناممکن است. بنابراین برای ایجاد سطوح ابرآبگریز دو جزء زبری سطح و ساختار شیمیایی آبگریز (انرژی سطحی پایین) باید وجود داشته باشد. زاویهٔ

تماس آب در سطوح با انرژی کم به‌شدت با افزایش تخلخل و زبری سطح افزایش پیدا می‌کند.



شکل ۱۰. خاصیت خودتمیزشوندگی گیاه نیلوفر آبی [۲۴-۲۵]

موادی که به این ترتیب ساخته می‌شوند کاربردهای فراوانی دارند و می‌توان از آنها در نانولوله‌ها، نانوفیبرها و نانوتیوب‌ها، پلیمرهای گوناگون و رنگ‌آمیزی ساختمان و خودروها استفاده کرد. در ضمن این روش در ساخت شیشه‌ها و آینه‌های کنار خودروها کاربرد دارد. البته در طراحی شیشه‌ها و آینه‌های خودرو می‌بایست به این موضوع دقت کرد که شفافیت نوری مسئلهٔ مهم و اساسی است. تولید مواد آبگریز شفاف موضوع مورد علاقهٔ بسیاری از مهندسان مواد است؛ زیرا آبگریزی و شفافیت دو مسئلهٔ متناقض‌اند. افزایش ناهمواری‌های سطحی که می‌تواند به آبگریزی کمک کند، می‌تواند سبب کاهش شفافیت شیشه نیز بشود [۲۶]. به‌عنوان مثال‌هایی از کاربرد شیشه‌های خودتمیزشونده در خودرو می‌توان به شرکت بالکو نانو[۳۳] اشاره کرد که می‌تواند برای انواع خودروها، شیشه‌های خودتمیزشونده تولید کند [۲۷]. شرکت نیسان نیز در سال ۲۰۱۴ م برای اولین‌بار روی یکی از محصولات خود رنگ‌های آبگریز نانو را امتحان کرد. برای این منظور شرکت نیسان مطابق شکل ۱۱ روی نیمی از بدنه یکی از خودروهای خود از رنگ‌های آبگریز و روی نیمهٔ دیگر از رنگ‌های عادی استفاده کرد. رنگ‌های آبگریز نانو این قابلیت را دارند که قطرات آب و گل را از خود دفع کنند [۲۸].

شکل ۱۱. عملکرد رنگ‌های آبگریز روی خودروی نیسان [۲۸]

۶. سیستم‌های وابسته

۶-۱. تایر

با اینکه در طبیعت تاکنون ساختاری مشابه ساختار چرخ‌ها در انتقال مواد دیده نشده است، اما می‌توان عمکرد تک‌تک قسمت‌های چرخ را به‌صورت منفرد بهینه کرد. برای مثال می‌توان چرخ را با الهام‌گیری از پوست کوسه از نظر آیرودینامیکی بهبود بخشید، که از این موضوع در صنعت هواپیمایی هم‌اکنون استفاده می‌شود [۲۹].

در طراحی تایر دو مسئلهٔ متضاد با هم وجود دارد. برای بهبود عملکرد ترمزگیری لازم است تا سطح تماس تایر با زمین زیاد باشد و این بدان معناست که می‌بایست تایر پهن باشد. اما برای عملکرد مناسب در شتاب‌گیری و جلوگیری از لیزخوردن تایر در خیابان‌های خیس، لازم است تایر نازک باشد. مهندسان برای حل این مشکل پنجهٔ گربه را به‌عنوان یک مدل استفاده کرده‌اند. وقتی گربه در حال دویدن است، پنجهٔ آن تاحد امکان باریک می‌شود، اما هنگامی که گربه می‌خواهد از جایی به جایی بپرد پنجهٔ آن باز می‌شود تا از سطح بزرگتری برای تماس با زمین استفاده کند [۳۰-۳۱]. بعد از آزمایش‌های متنوع و اصلاحات لازم از این قاعده در طراحی شکل گل تایرهای کانتپریوم کانتکت[۳۴] استفاده و شکل گل تایرها اصلاح شد. طراحی این تایرها به‌گونه‌ای

است که در طول رانندگی معمولی، ضخامت آنها مانند تایرهای عادی است، اما وقتی خودرو ترمز می‌گیرد تایرها در قسمتی که در تماس با زمین است، پهن‌تر می‌شوند و بنابراین سطح بیشتری در تماس با زمین قرار می‌گیرد. علاوه بر این در بافت نخ‌های این تایرها از شیوهٔ بافت تارهای عنکبوت الهام گرفته شده است [۳۲].

۷. ایمنی، جلوه‌ای از آینده

۷-۱. سیستم جلوگیری‌کننده از تصادف

امروزه تصادفات رانندگی عامل مرگ‌ومیر بسیاری از مردم است. بنابراین سازوکارها و حسگرهای تشخیص‌دهنده و جلوگیری‌کننده از بروز تصادف از جمله مباحث مهم تحقیقات صنعتی می‌باشد. اولین مشکل در طراحی سازوکارهای جلوگیری‌کننده از تصادف این است که حجم عظیمی از اطلاعات می‌بایست در زمان اندکی به‌طور کامل تحلیل شود تا مشخص شود امکان وقوع تصادف وجود دارد یا نه. از جمله راه‌هایی که محققان شرکت ولوو برای جلوگیری از تصادف خودروها روی آن کار می‌کنند، الهام‌گیری از رفتار ملخ در جلوگیری از بروز تصادف است. این حشرات تلاش می‌کنند که درپی پرش‌های متوالی در طول مهاجرت با یک دیگر برخورد نکنند. ملخ‌ها که روزانه هم‌وزن خود غذا می‌خورند، پشت چشمان خود رشتهٔ عصبی بزرگی دارند که تشخیص‌دهندهٔ حرکت ملخ LGMD نامیده می‌شود و می‌تواند حجم بالایی از انرژی را هنگامی‌که ملخ در حال برخورد و تصادف است آزاد کند. دکتر کِلـر ریند[۳۵] و همکارانش فهمیدند که LGMD در شرایطی که برخورد به‌صورت مستقیم صورت می‌گیرد قادر است تا انرژی بیشتری آزاد کند [۵۰]. در عین‌حال، به‌طور همزمان یک پیغام خطر به‌سوی مغز ارسال می‌شود. تمام فرایند تشخیص و عکس‌العمل تنها ۴۵ میلی‌ثانیه طول می‌کشد. ملخ‌ها به‌هنگام خطر می‌توانند تنها اشیایی را که در وضعیت برخورد با آنها می‌باشند تشخیص دهند و سایر حرکات را نادیده بگیرند [۳۳]. مدلسازی رفتار ملخ برای تشخیص احتمال تصادف مفید است. نخستین مزیت این روش این است که لازم نیست جزئیات اطلاعات با حجم محاسبات بالا مانند اینکه چه جسمی، با چه سرعت و چه زاویهٔ مسیری به آنها برخورد می‌کند، دانسته شود. در ضمن جزئیات تصاویر و تصاویر پشت صحنه با بهره‌گیری از سیستم فیلترگیری ساده حذف می‌شود [۳۳].

۷-۲. ساختار فوم‌ها و کامپوزیت‌های طبیعی

پژوهشگران دریافته‌اند که ساختارهای بیولوژیکی طبیعی موجود در دندان، استخوان، شاخ گوزن، عاج، سم، شاخ گوسفند، نوک پرندگانی چون توکا، پوست مرکبات و پوشش خارجی دانه‌های روغنی، سفتی و جذب انرژی بالایی دارند [۳۴]. این ساختارها می‌توانند مانند جاذب‌های انرژی با قدرت جذب انرژی بالا رفتار کنند، بنابراین پانل‌هایی که از این ساختارها الهام گرفته شده‌اند می‌توانند محافظت بهتری را در تصادفات ایجاد کنند. ضمن اینکه شکل کامپوزیتی و اسفنجی این ساختار سبب می‌شود که چگالی آنها پایین باشد و الهام‌گیری از این ساختار موجب سبک‌شدن خودروها شود. برای مثال در منابع [۳۴-۳۵] به‌ترتیب از ساختار شاخ و استخوان برای بهبود عملکرد جذب انرژی در محافظ پشتی خودروهای سنگین و سبک‌سازی و افزایش جذب انرژی در خودرو استفاده شده است.

۸. جمع‌بندی

الهام‌گیری از طبیعت رویکردی جدید در حل مسائل مهندسی است؛ رویکردی که دارای ظرفیت‌های بسیاری است. مسائلی که با این روش حل می‌شوند باوجود مشکلاتی که در پیداکردن و تطبیق‌دادن نمونهٔ مشابه زیستی با نمونه‌های مشابه مهندسی دارند، دارای ایده‌های جدید و نوآورانه‌ای هستند. برای مثال الهام‌گیری از شکل ظاهری صندوق‌ماهی سبب شده است تا ضریب آیرودینامیکی خودروی بیونیکی پیشنهادی مرسدس بنز

جزء کم‌ترین ضرایب آیرودینامیکی شود و یا اثر لوتوس که از آن می‌توان در پوشش خودروها بهره برد. علاوه بر موارد مورد اشاره در این مقاله، به الهام‌گیری از طبیعت در سبک و طرح (استایل)، طرح‌های مفهومی، پوشش‌های بیونیکی و اجزای مرتبط با خودرو اشاره شد. درضمن، نتایج تحقیقاتی در زمینهٔ ایمنی و جاذب‌های انرژی طبیعی ذکر شد که امید است به ایجاد تحول در این زمینه بیانجامد.

۹. مآخذ

[1] Naderi, E. "Biomimetics: Design Inspired by Nature", *Pamphlet*, IAUM Dept. of Industrial Design, December 2008.

[۲] منصوریان، علیرضا. "بررسی و ضعیت آموزشی مهندسی خلاقیت بیونیکی"، *فصلنامهٔ مهندسی ایران*، س. ۱۱، ش. ۴۱، بهار ۱۳۸۸، ص. ۶۹-۹۱.

[3] "Bionics", http://en.wikipedia.org/wiki/Bionics (accessed May 31. 2014).

[4] H. Y. *Biomimetics: technology imitate nature*, Printed and bound by Secil Ofset in Istanbul, march 2006.

[5] Arrats, E., S. Altmeyer, et al. *Technology Guide- Principle- Applications- Trend*, Springer- Verlag Berlin Heidelberg London , 2009.

[۶] منصوریان، علیرضا. "مهندسی خلاقیت بیونیکی"، سایت طراحی صنعتی:

http://www.newdesign.ir (accessed 31/5/2014).

[۷] علم خلاقیت‌شناسی: خلاقیت و نوآوری، گرفته شده از:

http://www.fekreno.org (accessed May 31. 2014).

[8] Envies Center on Environmental Biotechnology, Biomimicry, VoL. 23, December 2013.

[9] PAX Scientific, http://www.asknature.org (accessed May 31. 2014).

[10] Learning efficiency from Kingfishers, http://biomimicry.net (accessed May 31. 2014).

[11] "Biomimetics: strategies for product design inspired by nature- a mission to the Netherlands and Germany", report of a DTI global with mission, January 2007.

[12] "Top automotive design studios turn to Mother Nature for inspiration in 10th annual Los Angeles Auto Show Design Challenge", November 11. 2013, http://laautoshow.com (accessed May 31. 2014).

[13] "SAIC Motor Wins 2013 Los Angeles Design Challenge over Subaru, BMW Photo Gallery", http://wot.motortrend.com (accessed May 31. 2014).

[۱۴] "رمز گشایی حضور حیوانات در دنیای ماشین‌ها"، ۲ شهریور ۱۳۹۳، برگرفته از سایت افکارنیوز:

http://www.afkarnews.ir (accessed May 31. 2014).

[15] L. Bell, "Ten cars that look like animals", December 30, 2013, (accessed May 31. 2014).

[16] W.-H. Hucho (ed), Seyed R. Ahmed, B.E. Bayer et al, *Aerodynamics of road vehicles–from fluid mechanics to vehicle*, engineering, 4th edition, society of automotive engineering, Inc, Warrendale, Pa, 1998.

[17] "History of Aerodynamic Car Design", http://auto.howstuffworks.com (accessed May 31. 2014).

[18] Rumpler Tropfen-Auto, http://www.carsablanca.de (accessed May 31. 2014).

[۱۹] "خودروی بیونیکی"، برگرفته از سایت:

http://roshd.ir (accessed May 31. 2014).

[20] H. J. Streitberger and K. Friedrich D¨ossel. *Automotive Paints and Coatings*, 2nd edition, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008.

[۲۱] مجیدی، عارف. "آموزه‌هایی از طبیعت و دنیای جانداران، برای شناخت و ایجاد مصالح پایدار"، اولین همایش معماری پایدار، ۱۳۸۸.

[22] "Peugeot blends bare steel and "Shark Skin" in new EXALT concept", April 10, 2014, http://www.gizmag.com (accessed May 31. 2014).

[۲۳] سهیلا علی اکبر قویمی، مهران صولتی هشجین، مهسا دلیانی،" سطوح خودتمیزشونده، مبانی و کاربردها"، *ماهنامه فناوری نانو*، سال یازدهم، شماره ۹، آذر ۹۲.

[۲۴] حدادی، مانی." طراحی خودرو با الهام از حیوانات"،خرداد ۹۰، گرفته شده از سایت:

http://old.sharghdaily.ir/news/90/03/24/2525.html (accessed May 31. 2014).

[۲۵] "استفاده از خاصیت برگ لوتوس در رنگ اتومبیل"، برگرفته از سایت:

http://www.newdesign.ir/search.asp?id=305&rnd=3493 (accessed September 19, 2014).

[26] M. Qu, J. Ha, and J. Zhang, Super hydrophobicity, learn the lotus leaf.

[27] http://www.balconano.com/CoatingforCar.aspx, (accessed May 31. 2014).

[28] "Self-cleaning car", posted on 10 May 2014, http://www.thesundaily.my/node/251671 (accessed September 19, 2014).

[29] http://www.continental-tires.com (accessed September 19, 2014).

[30] "Bionics - Inspired by Nature", Auto Technology, Volume 5, Issue 5, pp. 30-33, September 2005.

[31] From nature to technology: Bionic, http://www.continental-tires.com (accessed May 31. 2014).

[32] ContiPremiumContact™", http://www.continentaltyres.com (accessed September 19, 2014).

[33] Roach, J." Locusts Inspire Technology That May Prevent Car Crashes", http://news.nationalgeographic.com (accessed September 19, 2014).

[34] Bohua, S., Z. Jian, Y. Zi, "Design and Analysis of the Bio-inspired Rear Under- run Protection Devices for Heavy Truck", *Applied Mechanics and Material*, Vol. 461 (2014), pp. 499-505.

[35] Rui, Y., A. Subic, M. Takla, et al, "Biomimetic Design of Lightweight Vehicle Structures Based on Animal Bone properties", *Advanced Material Research*, Vol. 633, pp. 3-14, 2013.

پی‌نوشت

1. Biomimetic
2. Bio- inspired Design
3. Biomimicry
4. Bionical Creatology
5. Nature Oriented Creatology
6. Bionical Creativity Engineering
7. Bio
8. Bios
9. ic
10. mimetikos

11. Jack.E. Steele
12. Otto Herbert Schmidt
13. PAX
14. Shinghensen Bullet Train
15. Dr. Gotz
16. Daimler Chrysler
17. Style
18. Concept
19. Los Angeles Auto Show
20. Biomimcry & Mobility 2025-Nature's Answer Human Challenges
21. JAC motors
22. Plymouth Barracuda
23. Barracuda
24. Volkswagen Beetle
25. Porsche 911
26. Bugatti Veyron
27. Drag coeficient
28 Boxfish
29. Dermal Denticles
30. EXALT
31. Lotus
32. Self-cleaning
33. BalcoNano
34. ContiPremiumContact
35. Dr. Claire Rind