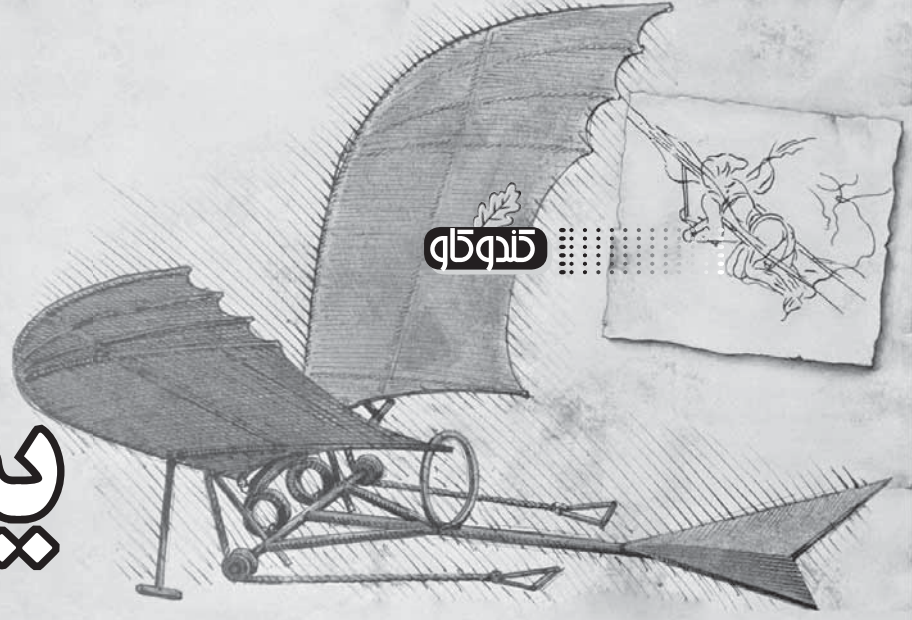


بیونیک

ترجمه و تدوین: اباذر اسماعیلی
مدرس مرکز تربیت معلم حضرت معصومه(س) شهر قم
کارشناس ارشد علوم جانوری

اشاره

امروزه، چشم‌انداز بسیار درخشانی که از کاربرد علم بیونیک در برابر چشمان آدمی قرار گرفته است، بیانگر جایگاه استراتژیک آن در پزشکی ـ درمانی، اقتصادی، صنعتی و حتی نظامی است. لذا بهتر است که مراکز علمی کشور عزیزمان بیش از پیش به این علم توجه کنند و حتی معرفی و آگاهی دادن در مورد آن در برنامه‌های درسی و کتاب‌های درسی دورهٔ متوسطه مد نظر قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: بیونیک، الهام‌گیری از طبیعت، سیبرنیتیک، زیست‌ساختار.

مقدمه

از زمینه‌های علمی پیشرو و مفید در عصر حاضر نانوتکنولوژی[1]، بیونیک[2] و فناوری اطلاعات و ارتباطات[3] هستند که به نظر می‌رسد در این میان، علم بیونیک سابقهٔ بیشتر داشته باشد.

از زمان پیدایش زندگی روی کرهٔ زمین طی میلیون‌ها سال ساختارها و عملکردهای زیست‌شناختی جانداران ازجمله گیاهان و جانوران، بهینه شده‌اند. این الگوها که در زمان‌های بسیار طولانی به‌وقوع پیوسته‌اند، با توجه به عقل و منطق به‌کار رفته در آن‌ها، بسیار مفید و کارآمد هستند. از آن‌جا که به‌ویژه امروزه، توجه به داشتن عملکرد مناسب، بهینه‌سازی و بهبود کیفیت، همه از موارد ضروری در طراحی و مهندسی هستند، تعجب‌آور نیست که انسان معمولاً ساختارهای زیست‌شناختی را تحسین کند، اغلب از آن‌ها الهام بگیرد و از این الهام‌گیری برای مهندسی، برنامه‌ریزی امور و هموار کردن مشکلات خویش استفاده کند.

در سال‌های اخیر و با پیشرفت علوم ازجمله زیست‌شناسی، گسترهٔ علوم بسیار وسیع شده و شاخه‌های تخصصی و متنوعی در آن‌ها ایجاد شده است. در مواردی گسترش این شاخه‌ها به‌حدی بوده است که حوزه‌های آن‌ها حتی با یکدیگر هم‌پوشانی ایجاد کرده‌اند، به‌ویژه در حوزه‌های کاربردی به مباحث مشترکی رسیده‌اند و علوم بین‌رشته‌ای را ایجاد کرده‌اند. این علوم رابط یا بین‌رشته‌ای از نیمهٔ دوم قرن بیستم پا به عرصهٔ حضور گذاشتند و شرایط مناسبی برای تداخل اندیشه‌ها و تخصص‌ها و پیشرفت پژوهش‌ها فراهم آوردند.

بیونیک نمونه‌ای از این علوم بین‌رشته‌ای است که با تداخل اندیشه‌های زیست‌شناسان و مهندسان پیشرفت‌های چشمگیری در عرصهٔ علم به‌دست آورده و منجر به بهبود زندگی انسان و صنایع بشری شده است.

بیونیک در ابتدا برگرفته از دو واژهٔ Biology و Electronic بود، ولی امروزه بیونیک را شاخه‌ای از علوم می‌دانند که حاصل اختلاط زیست‌شناسی و تکنیک است. البته، برخی دیگر ریشهٔ این لغت را یونانی و برگرفته از Bion می‌دانند و Bionic را از این نظر به معنای شبه‌زنده تعبیر می‌کنند.

اهمیت بیونیک به بین‌رشته‌ای بودن آن است. محققان طرح‌های زیست‌شناخت را از طبیعت می‌گیرند و از آن‌ها برای حل مشکلات مهندسی در علوم مختلف سود می‌جویند. به‌طور کلی، مهندس کسی است که توانایی استخراج عملکرد بیشینه با هزینهٔ کمینه را از امکانات موجود داشته باشد و طرحی مناسب برای رسیدن به هدف ارائه کند. در طبیعت، ساختارهای زیستی اغلب چند عملکردی هستند، لذا الگوبرداری از آن‌ها به‌عنوان یکی از راهکارهای نوین حل مسئله در رشته‌ها و علوم مختلف مورد توجه است.

واژهٔ بیونیک را برای اولین‌بار جک ای استیل[4] در سال ۱۹۶۰ در مقاله‌ای که در مورد بیونیک در همایش نیروی هوایی داتیون اوهایو[5] ارائه کرد، به‌کار برد. او بیونیک را علم سیستم‌هایی می‌دانست که شالوده آن‌ها سیستم‌های زنده است، خصوصیات سیستم‌های زنده را دارد و یا به سیستم‌هایی زنده شباهت دارد.

به‌طور کلی امروزه بیونیک را علم الگوبرداری، الهام‌گیری و استخراج راه‌حل‌های خلاق و نوآورانه از طبیعت می‌دانند. این راه تازه‌ای است که به موضوع‌های مشترک بین موجودات زنده و ماشین منجر شده و از طریق گردآوری پژوهش‌های زیست‌شناسان، روانشناسان، ریاضیدانان، مهندسان و غیره شکل می‌گیرد. بیونیک محدود به رشتهٔ خاصی نیست، بلکه برای دامنهٔ گسترده‌ای از مسائل در رشته‌های مختلف قابلیت اجرا دارد. بیونیک ساختار و رفتار مکانیسم‌های موجودات زنده را به‌طور علمی و به‌نحوی بررسی می‌کند که اصول کشف شده را بتوان در سیستم‌های دست‌ساز انسانی استفاده و به‌وسیلهٔ آن مشکلات مختلفی را حل کرد.

در دهه‌های اخیر، گرایش زیادی به تقلید از طبیعت پدید آمده، بسیاری طرح‌ها از طبیعت برگرفته شده‌اند و برای پیشرفت صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند. این الهام‌گیری‌ها، اندیشه‌ها، خطوط تولید و حتی استراتژی بازاریابی را تغییر می‌دهد، به همین علت امروزه شرکت‌ها به الگوهای مشابه طبیعت اهمیت می‌دهند و بدین‌وسیله کالاهای جدیدی به مشتریان عرضه می‌کنند. اهمیت این موضوع از آن‌جاست که طرح‌های گرفته شده از طبیعت دقیقاً ظرفیت پاسخگویی به نیازهای گوناگون انسانی را دارند و درنهایت به شکل‌گیری نگاه‌های نو در طراحی کمک می‌کنند.

گروهی از متخصصان علوم مختلف، بیونیک را به‌طور ویژه علم استفاده از نتایج تکامل زیستی می‌دانند. آنان بر این عقیده‌اند که وظیفهٔ پژوهشگران بیونیک بررسی فرایندها و ساختارهای زیستی و سنتز مواد، برای طراحی در آینده است. بیونیک بر این واقعیت استوار است که تکامل به‌طور مداوم در طبیعت در حال انجام است و تکنولوژی‌های حیاتی، بهترین حالت و نظم ممکن را دارند و به همین علت لازم است برای تکنولوژی‌های مدرن از حالت‌های تکاملی حیات الگوبرداری کرد و از آن‌ها الهام گرفت.

متخصصان دیگر بیونیک را هنر به کار گرفتن دانش سیستم‌های زنده برای حل مسائل فناورانه می‌دانند و هدف از علم بیونیک را تولید ماشین‌ها و مواد پیچیده‌تر با تقلید از طبیعت تعریف می‌کنند. آنان معتقدند که طبیعت بدون ایجاد آلودگی محصولاتی تولید می‌کند که از لحاظ کاری بسیار بهتر از تولیدات دست انسان عمل می‌کنند. برای مثال، در مقیاس برابر، استخوان سخت‌تر از فولاد است. چرا؟ قسمتی از پاسخ به این سؤال به فرم مهندسی عالی آن مربوط می‌شود؛ ولی علت‌های کلیدی‌تر آن‌که دقیق‌تر است، در تراز مولکولی مشاهده می‌شوند. گیت[6] در این زمینه می‌گوید موفقیت موجودات زنده، به طراحی و تقارن کوچک‌ترین اجزای آن‌ها مربوط می‌شود.

علاوه بر آن‌چه که بیان شد، بیونیک را در ارتباط با مسایل و راهکارهای متنوعی که دارد، تعریف کرده‌اند. مثلاً، عده‌ای بیونیک را کاربرد اصول زیستی برای مطالعه و طراحی سیستم‌های مهندسی

اهمیت بیونیک به بین‌رشته‌ای بودن آن است. محققان طرح‌های زیست‌شناخت را از طبیعت می‌گیرند و از آن‌ها برای حل مشکلات مهندسی در علوم مختلف سود می‌جویند

به‌ویژه سیستم‌های الکترونیک می‌دانند. طبق تعریف جانین بنیوس[7] نویسنده کتاب تقلید زیستی[8]، بیونیک علم مطالعهٔ مدل‌های طبیعت و الهام‌گیری از این طرح‌ها و فرایندها برای رفع مشکلات انسانی است.

در گذشته نیز انسان همواره برای الهام گرفتن به جهان زنده پیرامون خود نگریسته است. یکی از بهترین طرح‌های شناخته‌شده از لئوناردو داوینچی (۱۵۱۹-۱۴۵۲) است. او طرحی از یک ماشین پرنده براساس ساختار بدن یک خفاش رسم کرده است. البته هنوز هم عده‌ای معتقدند که ساخت هواپیمایی که لئوناردو طراحی کرده، غیرممکن است (شکل ۱).

شکل ۱. مدلی که لئوناردو داوینچی با الهام از بال پرندگان برای هواپیما طراحی کرد

بعد از لئوناردو داوینچی دو متخصص آناتومی به نام‌های کارل کارمن[9] و هارمن ون مایر[10] مدلی ویژه از لگن خاصرهٔ انسان در دو سیستم داخلی و خارجی تهیه کرده بودند که با یکدیگر مقاومت در برابر استرس‌های فشار و نیروهای کششی را تضمین می‌کرد. از نمونه‌های دیگر نیز می‌توان کارهای ایگو اتریچ و اگنازیو[11] را نام برد. آن‌ها اولین هواپیمای بی‌موتور سبک را با کپی‌سازی از دانه‌های بازدانگان ساختند که به‌وسیلهٔ باد منتقل می‌شدند و می‌توانستند فاصله‌های قابل ملاحظه‌ای را بپیمایند.

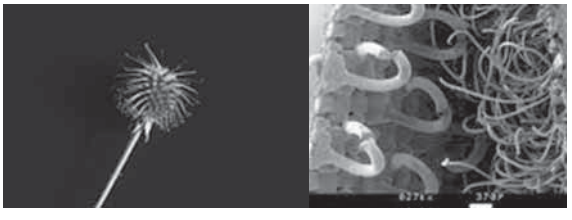
در سال ۱۸۹۰، چهارصد سال بعد از لئوناردو داوینچی، ماشین

به‌طور کلی امروزه بیونیک را علم الگوبرداری، الهام‌گیری و اســتخراج راه‌حل‌هــای خــلاق و نوآورانــه از طبیعــت می‌دانند

پرنده‌ای با طرح داوینچی تهیه شد، با این تفاوت که این ماشین پرنده دارای موتــور بود و به جای این‌که بال‌ها را به حرکت درآورند، از ملخ استفاده می‌کردند.

در ســال ۱۸۸۹، او تــو لیلینتــال[۱۲] (۱۸۴۹-۱۸۹۶) یکــی از پیش‌کســوتان پرواز، کتابی در مورد پرواز منتشــر کــرد و گلایدری نیز تحت عنــوان گلایدر لیلینتال با الگوگیــری از بال‌های پرندگان ساخت و آن را مرغ- کبوتر[۱۳] نامید. اخیراً یکی از دانشجویان دکتری دانشــگاه تورنتوی کانادا نمونه‌ای از نخستین هواپیمایی که لئوناردو داوینچی طراحی کرده بود ســاخت و بــا آن ۱۴۵ متر پرواز کرد. در این هواپیما بال‌ها حول محوری نوسان می‌کنند، اما دوران نمی‌کنند. بــه این ترتیب وی رویای لئوناردو داوینچی، نقاش و نابغهٔ بزرگ عصر رنسانس را به واقعیت تبدیل کرد. بال‌های این هواپیما فقط با نیروی انســان و از طریق پدال زدن پرواز می‌کند. در ســاخت این هواپیما از مواد فناورانه‌ای از جمله فیبرهای کربنی استفاده شده است. البته این هواپیما که «اسنوبرد» یا پرندهٔ برفی نام‌گذاری شده بال‌هایی به طول ۳۲ متر، به اندازهٔ بال‌های هواپیمای بوئینگ ۷۳۷ دارد اما وزن آن فقط ۴۳ کیلوگرم است.

تا امروز الگوبرداری‌های زیادی از طبیعت انجام شــده اســت. در ســال ۱۹۲۷ مهندس سویسی به نام جئورج د مسترال[۱۴] متوجه شد که علت چســبیدن گیاه زردینه[۱۵] به پوستین او، قلاب‌های کوچکی است که جوانه‌های گیاه را پوشانده‌اند. او هشت سال وقت صرف کرد تا ولکرو را مشابه قلاب‌های این گیاه، ابداع کند.



امروزه معلوم شــده است که از دولفین که با نیروی عضلانی کم می‌توانــد به ســرعت در آب حرکت کند، الگوبــرداری کنند و نوعی زیردریایی با چنین خاصیتی بسازند. با الهام گرفتن از پوست دولفین نیز لباسی برای غواصان ساخته شده است که اصطکاک بدن شناگر و آب را به حداقل می‌رساند. همچنین ساخت رادار با توجه به سیستم راداری خفاش‌ها مثال دیگری از بیونیک است.

باید بین مفهوم الهام‌گیری و مفهوم کپی‌سازی از طبیعت به‌طور ساده، فرق قائل شد. نکتهٔ مهم در این علم این است که تقلید جزء‌به‌جزء از طبیعت کار ساده‌ای نیست، مثلاً الگوبرداری ماشین پرنده از خفاش، به نحوی که فاصلهٔ دو انتهای بال‌های گستردهٔ خفاش کمتر از حدود نیم‌متر است، درحالی‌که باید به تناسب فاصلهٔ بین دو انتهای بال‌های ماشین پرنده ۳۲ متر باشد، کار سختی است و ناگزیر باید از روش‌های ویژه‌ای استفاده کرد. البته بسیاری از روش‌ها هم مؤثر نخواهند بود و نیاز به تحقیق و پژوهش مستمری خواهند داشت.

امــروزه همهٔ اختراعات بشــر را می‌توان به‌نوعی بهــره گرفته از مدل‌های زنده دانست. رایانه‌ها و روبوت‌های دستیار که رفته‌رفته جای انسان را می‌گیرند، با توجه به مطالعه روی ساختارهای زیستی ساخته شــده‌اند. اکنون از شبیه‌سازی زیستی برای ساخت و درمان بافت‌ها و اندام‌های ازدست‌رفته نیز بهره می‌گیرند.

بیومیمتیک

بیومیمتیک[۱۶] نام دیگری برای علم بیونیک است که به‌طور خلاصه به طراحی با الهام از طبیعت گفته می‌شود. درحقیقت اساس این علم مدل‌های طبیعی زیستی است که با مطالعهٔ فیزیولوژی آن‌ها می‌توانیم سیستم‌های مدرن تکنولوژیک را بسازیم. درواقع بیومیمتیک مطالعهٔ ساختار و عملکرد سیستم‌های زیستی به‌عنوان مدلی برای طراحی و مهندسی اجسام و مواد است.

رابطهٔ بیونیک و سیبرنتیک

بیونیک و ســیبرنتیک با روش کار مشابه، ولی کار متضاد انجام می‌دهند. متخصص سیبرنتیک مدل‌سازی به‌منظور توضیح سیستم زنــده به‌کار می‌برد و طرح‌هایی را برای آزمایش‌های زیســتی از آن‌ها کســب می‌کند، اما متخصص بیونیک با اطلاعات حاصل از سیستم طبیعی و یا از نظرهای جدیدی که از مدل گرفته شده، یا از آن‌چه که دربارهٔ کارهای سیستم زنده آموخته است، ماشین می‌سازد.

بیونیک از مبدل‌ها، یا از گیرنده‌های طبیعی هم چیزهایی آموخته اســت؛ به‌طوری که حساسیت گیرنده‌های طبیعی یا گیرنده‌هایی که در بدن موجودات زنده یافت می‌شود، اغلب مایهٔ شگفتی است. برای مثال، مار زنگی مکانیســم حس مادون قرمز بسیار حساسی دارد که در حفرهٔ بین ســوراخ بینی و چشــم او قرار دارد. ایــن اندام به‌قدری حساس است که در برابر یک‌هزارم درجه تغییر دمای سطحی واکنش نشان می‌دهد و این مقدار برای مار از نظر این‌که وجود جانور دیگری را حس کند، کافی اســت. آشــکارگرهای گرما در پوست آدمی فقط می‌تواند به یک‌دهم درجه تغییر دمایی پاسخ دهند. در یک سانتی‌متر مربع پوســت کف دست انسان ۳ عدد گیرندهٔ حساس به گرما وجود

دارد، درحالی‌که در همین اندازه از سطح در قسمت سر مار زنگی ۱۵۰۰۰۰ عدد گیرندهٔ حساس به گرما وجود دارد. اما انسان با استفاده از این مکانیسم طبیعی، مکانیسم حسی مادون قرمزی ساخته‌اند که حساسیت آن صدهزار بار بیشتر از حس مادون قرمز مار زنگی است و از آن در جنگ جهانی دوم توسط آلمانی‌ها در تیراندازی به هنگام تاریکی شب استفاده می‌شده است.

مثال‌هایی دیگر از بیونیک

از میوهٔ فندقهٔ بالدار درخت افرا در ساخت نوعی بالگرد الگوبرداری شده است، به این صورت که به‌طور طبیعی در درخت افرا، میوه دارای دو بال است که به‌صورت دوتایی و با زاویه‌ای خاص در مقابل هم نسبت به محور مشترک بین آن‌ها دیده می‌شود. این مجموعه پس از جدا شدن از گیاه مدتی در هوا می‌چرخد. در همین حال با جریان باد از این طرف به آن‌طرف می‌رود تا بالاخره بر زمین می‌افتد.

مثال دیگر، استعدادی است که بعضی جانوران در پیش‌بینی زمین‌لرزه دارند. بعضی جانوران چند ساعت پیش از وقوع زلزله شروع به بی‌تابی می‌کنند. تأیید این مسئله به سادگی امکان‌پذیر نیست، اما دو پژوهشگر ژاپنی برای پی‌بردن به اسرار نهفته در این پدیده آزمایش‌هایی روی گربه‌ماهی انجام داده‌اند.

گربه‌ماهی توسط گیرنده‌های حسی بسیار قوی در برابر تغییرات بسیار جزئی میدان الکتریکی پیرامون واکنش نشان می‌دهند و نیز در بعضی از ماهی‌ها گیرنده‌های بسیاری وجود دارد که بیشتر انرژی الکترومغناطیسی را حس می‌کنند. امروزه دانشمندان جهان به‌ویژه دانشمندان ژاپنی در حال کوشش برای ساخت دستگاه‌های پیش‌بینی‌کنندهٔ زلزله بر همین مبنا هستند.

معماری در طبیعت

رفتار شگفت‌انگیز برخی جانوران به‌خصوص در رابطه با شکل و طریقهٔ ساخت آشیانه می‌تواند راهنمای معماران و مهندسان در ساخت بناها و سازه‌های مختلف باشد.

کلیساهای سنگی ارمنستان و نیز غارهای بسیار بزرگ مسکونی مکشوف در گورمه ترکیه و ماترا در جنوب ایتالیا نیز از دیگر نمونه‌های تقلید انسان از طبیعت هستند. این بناها احتمالاً چیزی شبیه به لانه‌های بزرگ موریانه‌ها هستند که هزاران موریانه را در خود جای می‌دهند.

اخیراً طراحی منحصربه‌فردی برای معماری یک سازهٔ عظیم به نام برج بیونیک صورت گرفته است. آن‌چه این برج را شگفت‌انگیز می‌کند، چیزی بیشتر از ارتفاع ۱۲۲۸ متری آن، یا اسکان ۱۰۰ هزار نفر در این بنای ۳۰۰ طبقه‌ای است. دو معمار اسپانیایی این سازه غول‌پیکر را براساس قوانین حاکم بر طبیعت طراحی کرده‌اند. این دو

گروهی از متخصصان علوم مختلف، بیونیک را به‌طور ویژه علم استفاده از نتایج تکامل زیستی می‌دانند

معمار در ادامهٔ پژوهش‌های خود در راستای آموختن از طبیعت در مسائلی چون انعطاف‌پذیری، قابلیت سازگاری با محیط، صرفه‌جویی در انرژی نمونه‌ای سازهٔ جدید به نام زیست‌ساختار[17] را به گونه‌ای طراحی کرده‌اند که همهٔ قسمت‌های آن ملهم از طبیعت باشد، چرا که آن‌ها اعتقاد دارند طبیعت پاسخ همهٔ مشکلات را در خود دارد. اولین و مهم‌ترین نکته‌ای که در ساخت بنایی مرتفع باید به آن توجه شود، مقاومت آن در برابر باد و زلزله است. این دو نکته در برج بیونیک با ساخت پی‌های ملهم از ریشهٔ درختان تنومند در نظر گرفته شده است.

گونه‌ای آمفی‌پود[18] که سخت‌پوست کوچکی است و درون بدن ژلاتینی نوعی آب‌دزدک دریایی زندگی می‌کند، در سریال علمی تخیلی «بیگانه» برای خلق هیولاهای فضایی الهام‌بخش بوده است. شاهدیم که برای خلق صحنه‌های جذاب و جالب در صنعت سینما از بازسازی جانداران مختلف واقعی و تخیلی استفاده‌های گسترده‌ای صورت می‌گیرد.

بیونیک و مهندسی پزشکی

قلب مصنوعی. از اشکال ابتدایی قلب مصنوعی تا انواع پیشرفته آن که با ابعادی مناسب برای قرار گرفتن درون سینه و قابلیت پیوند شدن به بدن ساخته شده‌اند استفاده می‌شود.

کلیساهای سنگی ارمنستان و نیز غارهای بسیار بزرگ مسکونی مکشوف در گورمه ترکیه و ماترا در جنوب ایتالیا نیز از دیگر نمونه‌های تقلید انسان از طبیعت هستند. این بناها احتمالاً چیزی شبیه به لانه‌های بزرگ موریانه‌ها هستند که هزاران موریانه را در خود جای می‌دهند

دست و پاهای مصنوعی. امروزه نه‌تنها مفاصل و دست و پاهای مصنوعی ساخته می‌شود، بلکه دانشمندان پلیمری را کشف کرده‌اند که می‌تواند امکان لمس و احساس سرما و گرما را فراهم کند. البته به‌نظر می‌رسد در حال حاضر کوچک‌ترین و قدرتمندترین دست بیونیک[19] باشد. این اندام مصنوعی یک دست پلاستیکی سبک است

که هر انگشت آن موتور جداگانه‌ای دارد و می‌تواند به‌طور مستقل در پاسخ به پیام‌های ارسالی از دو حسگر که روی پوست در جایی دیگر از بدن فرد قرار دارند، حرکت کنند. این دست دارای یک سیستم متوقف‌کننده است که از فشرده شدن بیش از اندازه اجسامی که در دست گرفته می‌شوند، ممانعت به‌عمل می‌آورد. چون از یک پوست سیلیکونی پوشیده شده است، برخی حتی آن را با دست واقعی اشتباه می‌گیرند. از آنجا که بعضی مصرف‌کنندگان به‌خصوص سربازان ظاهر مکانیکی و ترمیناتوری دست را ترجیح می‌دهند، این کمپانی اقدام به تولید دست‌هایی با پوشش شفاف کرده است. بازویی[20] دیگر به مصرف‌کنندگان اجازه می‌دهد که با دیگران دست بدهند، کلید را در قفل بگردانند و حرکات دقیقی چون برداشتن یک دانهٔ قهوه را انجام دهند. با وجود پیشرفت‌های زیاد در این وسایل، هنوز موانع زیادی برای رسیدن به اندام‌های مصنوعی آرمانی وجود دارد، مثلاً تهیهٔ پروتزی که مستقیماً با استخوان و اعصاب ارتباط برقرار کند و با بدن یکی شود و تنها تفاوت آن در جنس آن باشد، نیاز به پیشرفت بسیار بیشتری دارد.

امروزه همهٔ اختراعات بشر را می‌توان به‌نوعی بهره گرفته از مدل‌های زنده دانست

حلزون مصنوعی گوش. حلزون مصنوعی دستگاهی کوچک و دوقسمتی است که یک بخش آن به ساختار درونی گوش پیوند زده می‌شود و بخش دوم یک میکروفون بسیار کوچک است که به لالهٔ گوش می‌چسبد. این میکروفون کوچک امواج صوتی را از دنیای اطراف دریافت می‌کند و به حلزون مصنوعی می‌رساند. حلزون مصنوعی امواج صوتی را به تحریکات الکتریکی تبدیل می‌کند و سپس به اعصاب شنوایی می‌فرستد. بدین‌ترتیب نه‌تنها سر و صدای اطراف بلکه آواهای صوتی تشکیل‌دهندهٔ کلمات نیز شنیده و درک می‌شوند.

اندام مصنوعی برای حفظ تعادل. پژوهشگران اولین اندام مصنوعی قابل کاشت برای حفظ تعادل را برای افرادی که از سرگیجه، تهوع و عدم تعادل رنج می‌برند، ایجاد کرده‌اند.

کلیهٔ مصنوعی. اخیراً محققان کلیهٔ مصنوعی جدیدی ساخته‌اند که در آن یک واکنشگر زیستی تعبیه شده است و به این ترتیب این وسیله می‌تواند کنترل توازن سوخت و ساز و حجم آب بدن را در کسانی که کلیه‌هاشان از کار افتاده، به‌عهده بگیرد. این کلیهٔ جدید دارای دو سکوی عملکردی است. در سکوی اول، از فیلترهای نانوی ویژه‌ای برای فیلتر کردن سموم متابولیک خون استفاده می‌شوند و در سکوی دوم در داخل یک راکتور زیستی، سلول‌های لوله‌ای کلیوی رشد داده می‌شوند و می‌توانند عملکرد کلیه را در موازنهٔ الکترودها، متابولیت‌ها و آب تقلید کنند. این دستگاه که به‌زودی روی جانوران آزمایش خواهد شد، در ابعاد یک فنجان است و می‌تواند عملکردهای زیستی مختلف کلیهٔ طبیعی را داشته باشند.

حلزون مصنوعی دستگاهی کوچک و دوقسمتی است که یک بخش آن به ساختار درونی گوش پیوند زده می‌شود و بخش دوم یک میکروفون بسیار کوچک است که به لالهٔ گوش می‌چسبد

پی‌نوشت

1. Nanotechnology
2. Bionic
3. ICT
4. J. E. Steel
5. Dayton Ohio
6. Gate
7. Janine Benyus, 1997
8. Biomimicry
9. Carl Carman
10. Harman Van Mayer
11. Igo Etrich & Ignazio
12. O. Lilienthal
13. Taube
14. George de Mestral
15. Cockleburs
16. Biomimetic
17. Bio Structure
18. Phronima
19. i-Limb
20. Luke Arm

منابع

1. www. chemlack.bolgfa.com
2. www. fekreno.org
3. www. biomimetic.org
4. www. brighthub.com
5. www. en.wikipedia.org
6. www. aftab.ir
7. www. bmem,mihanblog.com
8. www. denger 1. blogfa.com6-
9. www. eca.ir
10. www. eng.ui.ac.ir
11. www. ghalamonline.com
12. www. hamshahrionline.ir
13. www. iranbmemag.com
14. www. mehrnews.com
15. www. mohandesi-pezeshki.blogfa.com
16. www. pmbs.ir
17. www. sciencedirect.com