

## کاربرد خلاقیت بیونیک در مهندسی

علیرضا منصوریان

دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز تحقیقات خلاقیت و نوآوری صنعتی

چکیده: خلاقیت و نوآوری یکی از عناصر اصلی در پژوهش‌ها و تحقیقات همه علوم است. یکی از جنبه‌های خلاقیت‌شناسی کاربردی، فناوری بیونیک است که با استفاده از اصول تکاملی طبیعت راهکارهای مدرن و تازه‌ای به پژوهشگران ارائه می‌کند. به‌طور کلی، فرایند الگوگیری از طبیعت را برای خلق ایده‌ها و نوآوری‌های جدید بیونیک گویند. مهندسی بیونیک علم مطالعه مدل‌های طبیعت و الهام‌گیری از این طرح‌ها و فرایندها برای رفع مشکلات مهندسی است و عده‌ای نیز بیونیک را هنر به کار گرفتن دانش سیستم‌های زنده برای حل مسائل تکنیکی می‌دانند. تاکنون با استفاده از علم بیونیک پیشرفت‌های بزرگی در علوم فنی و مهندسی ایجاد شده و پژوهش‌هایی نیز در این زمینه در حال انجام‌شدن است که می‌توان الگوگیری‌های متنوع در علوم پزشکی مانند قلب‌های کاملاً مصنوعی<sup>۱</sup> و علوم مهندسی، الگوگیری از اسپیکول‌های پنج‌تایی نوعی اسفنج (Rosella) برای ابداع فیبرهای اپتیکی و نیز انواع پرنده‌نماهایی را که توسط سازمان‌های مختلف از جمله ناسا برای کارهای اکتشافی، تحقیقاتی و جاسوسی ساخته می‌شود، نام برد.

واژه‌های کلیدی: بیونیک، خلاقیت و علوم مهندسی.

## ۱. مقدمه

فرایندهای خلاقیت و نوآوری در رشد و توسعه علوم پایه به ویژه علوم فنی و مهندسی با تکنولوژی مدرن و پیشرفته نقش بسیار مهمی ایفا می کنند. یکی از موانع اصلی پیشرفت علوم فنی و مهندسی نبود خلاقیت و نوآوری است که این موضوع محور اصلی پژوهش ها و تحقیقات به شمار می رود. با استفاده از دانش خلاقیت شناسی و مفاهیم راهگشای علمی - کاربردی آن آینده ای بهتر برای پیشرفت علوم فنی و مهندسی کشور می توان انتظار داشت. یکی از جنبه های خلاقیت شناسی کاربردی فناوری بیونیک است که در آن با استفاده از اصول تکاملی طبیعت، مشکلات و معضلات ایجاد شده در سر راه پژوهش های علوم فنی و مهندسی به صورت خلاقانه حل می شود.

برای بیونیک تعریف های متعددی وجود دارد. به طور کلی، فرایند الهام و الگوگیری از طبیعت را برای خلق ایده ها و نوآوری های جدید بیونیک گویند. بیونیک تکنیکی نسبتاً جدید است که به مهندسان برای حل مشکلات تکنیکی کمک می کند. بیونیک و زمینه های مرتبط با آن به مهندس یاد می دهد که چگونه طبیعت سیستم ها را طراحی کند و نیز منابع بسیار خوبی برای الگوگیری در اختیار مهندسان قرار می دهد که موجب ترقی و پیشرفت در پژوهش های علوم فنی - مهندسی می شود [۵].

رونر ویلنسکی، رئیس گروه بیونیک در آلمان، می گوید: «علم بیونیک از قوانین تکاملی طبیعت که میلیون ها سال قبل بدون سر سوزنی توقف و با دقت خاص یک ساعت اتمی پیاده شده اند، تبعیت می کند و به عنوان سازنده ترین منبع الهام گیری محسوب می شود و از آن تقلید می کنند [۲].»

هدف از این علم تولید ماشین ها و مواد پیچیده تر با الگوگیری از طبیعت است. طبیعت بدون ایجاد آلودگی محصولاتی تولید می کند که از نظر کاری بسیار بهتر از تولیدات دست ساز بشر عمل می کنند. به عنوان مثال، در مقیاس برابر استخوان یا تارهای عنکبوت از فولاد محکمتر هستند. دلیل این مهم چیست؟ قسمتی از پاسخ این سؤال به فرم مهندسی بسیار عالی این ترکیبات برمی گردد و حتی دانشمندان با نگاهی دقیق تر به کوچکترین اجزای طبیعت موادی را از آن جدا می کنند [به عنوان نمونه تارهای عنکبوت، پروتئین ها و ...] که از نظر سبکی و دوام به آنها حسادت می کنند.

در این راستا علم مهندسی بیونیک به عنوان یک پل بین رشته‌ای با مطالعه و الگوگیری بهتر و دقیق‌تر طبیعت بر محدودیت‌ها و مسائل تکنولوژیکی غلبه و راهکارهایی متناسب و مناسب با شرایط زندگی در طبیعت ارائه می‌کند [۳].

## ۲. تاریخچه

اولین کسی که نخستین بار واژه بیونیک را به کار برد، سرگرد جک. ای. استیل (۱۹۵۸) در همایش نیروی هوایی Patterson-Wright در Dayton Ohio بود. ولی قبل از او نیز انسان از طبیعت الگوگیری کرده است. لئوناردو داوینچی (۱۵۱۹-۱۴۵۲) طرحی از یک ماشین پرنده بر اساس ساختمان بدن یک خفاش رسم کرد که شاید بتوان او را به عنوان اولین مهندس الگوگیرنده از طبیعت معرفی کرد [۴].

کلمان آدر چهارصد سال بعد (۱۸۹۰) ماشین پرنده‌ای با این طرح تهیه کرد. بعد از آن نیز برای خلق اولین هواپیماهای موتور سبک، دانشمندان از دانه‌های بازدانگان که به وسیله باد انتقال داده می‌شوند، کپی برداری کردند [۴].

همایش Busnel یکی از اولین همایش‌هایی است که در آن مشکلات و مسائل مهندسی توسط زیست‌شناسان، مهندسان و ریاضیدانان مورد بحث قرار گرفت. البته، نخستین کنگره بیونیک در سال ۱۹۶۰ و دومین کنگره در سال ۱۹۶۱، در دانشگاه کرنل آمریکا تشکیل شد. آگارد هیئت علمی وابسته به ناتو را در ژوئیه سال ۱۹۶۳ در آتن تشکیل داد که موضوع مورد بحث آن سیستم‌های طبیعی و مصنوعی و بیونیک بود. آگارد بار دیگر در سال ۱۹۶۵ دو رشته بحث عمومی در باره بیونیک ترتیب داد که اولی در پاریس و دومی در دوسلدورف آلمان بود [۱].

همچنین، سمپوزیوم بیونیک در سال ۱۹۶۶ در پایگاه نیروی هوایی رایت پاترسن تشکیل شد. واژه بیومیمتیک نیز در سال ۱۹۹۱ توسط مرکز تحقیقات ویژه نیروی هوایی انگلیس برای الگوگیری و الهام‌گیری از طبیعت ارائه شد. در حال حاضر نیز سمینارها و کنفرانس‌های متعددی در این زمینه برگزار می‌شود و مراکز متعددی در دنیا بر روی این علم مشغول به فعالیت هستند که از آنها می‌توان به مراکز بیونیک در دانشگاه BATH و بیومیمتیک در دانشگاه READING انگلستان، مرکز تحقیقاتی بیومیمتیک در ناسا، کمپانی BPI که بر روی

توسعه تولیدات و تحقیقات بیونیک کار می‌کند و... اشاره کرد.

### ۳. بیونیک چیست؟ طبیعت الگویی برای تکنولوژی و پیشرفت پژوهش‌های مهندسی

مهندسی بیونیک یک راه یادگیری یا الگوگیری نوآورانه از طبیعت است. این علم یک اصل طراحی است که راه‌حل‌های مناسب برای مشکلات انسانی، به‌خصوص مشکلات علوم مهندسی را در مشورت کردن و رقابت با استراتژی‌ها و طرح‌های آزمایش شده طبیعت جستجو می‌کند. با این ایده که طبیعت قوه تصور را افزایش می‌دهد، بسیاری از مشکلات که انسان‌ها با آن‌ها روبرو هستند، حل می‌شود. استفاده از اصول طبیعت به انسان خصوصاً مهندسان اجازه می‌دهد که تولیدات، فرایندها و سیاست‌هایی خلق کنند که برای زندگی در زمین بهینه شده‌اند [۲].

این ایده که سیستم‌های طبیعی ممکن است ابزارهای طراحی مناسبی باشند که بتوان در تکنولوژی سازندگی از آنها استفاده کرد، جدید نیست. بسیاری از اختراعات اولیه بر پایه مطالعه مکانیسم‌های طبیعی بود و نمونه‌های موفقیت‌آمیز زیادی نیز در تکنولوژی امروزی از آنها وجود دارد. از مهندسی بیونیک به‌طور گسترده برای خلق راه‌حل‌های نوآورانه و متناوب برای حل مشکلات در طراحی و ساخت و تولید استفاده شده است. ساختارهای اولیه این راه‌حل‌ها در طبیعت وجود دارد که آنها در هر دو مقطع میکرو و ماکرو انجام شده است [۵]. بنابراین، مواد جدید با استفاده از مواد مشابه قدیمی خود در طبیعت طراحی شده‌اند و از فلسفه مهندسی بیونیک در جهت طراحی و تکمیل ساختارهای موادی که قبلاً وجود داشته‌اند، استفاده شده است. مهندسی بیونیک یک منبع اولیه برای تقویت و نیز تکنیکی خلاق است که می‌تواند ابزاری مؤثر برای طراحی‌کننده‌ها و مهندسان باشد. مهندسی بیونیک نتیجه تکنولوژیکی عملکرد اقتباس یا دزدیدن ایده‌ها از طبیعت است. میلیون‌ها سال است که ساختار جانداران توسعه پیدا کرده است و از نظر اقتصادی بهترین حالت را دارند. منطقی به‌نظر می‌رسد که مهندسان با طرح سؤالاتی در باره مواد، ساختارها و حتی مکانیسم‌ها طبیعت را برای شرح بعضی پاسخ‌های کارآمد از انرژی برای مشکلات مشابه ایجاد شده به‌وسیله تکنولوژی مورد تحقیق قرار دهند. سازگاری تکاملی حیوانات برای تقویت پرواز و شنا کردن

مشابه وظیفه‌ای است که مهندسان کشتی، هواپیما و ماشین‌ها دارند که وظیفه آن انتقال اجسام با کمترین قیمت و تضمین قابلیت مانور بهینه در جریان تغییرات موقعیت‌هاست. بر خلاف مهندسی، طبیعت یک محیط آزمایشگاهی بزرگ دارد. بیش از میلیون‌ها سال تعداد زیادی از طرح‌ها آزمایش و بهینه شده‌اند [۷].

مهندسی بیونیک قصد دارد ابداعات ایجاد شده توسط طبیعت جاندار را کشف و از آن در توسعه راه نوآوری برای مهندسی مدرن استفاده کند. بین مهندسی و طبیعت ارتباطی وجود دارد که بر پایه کمترین استفاده از انرژی است و آن هم به این دلیل است که حیوانات و گیاهان برای زنده ماندن با یکدیگر در حال رقابت هستند. کارایی‌های پیچیده‌ای در متابولیسم و تقسیم بهینه انرژی بین عملکردهای متنوع حیات وجود دارد که از آنها راه‌های مشابهی برای مهندسی به دست می‌آید که می‌تواند کارایی انرژی و ساخت و ساز را در تمام سطوح مهندسی بهبود بخشد.

مهندسی بیونیک زمینه مهندسی چندنظمی است که در زمینه‌های متنوع استفاده می‌شود که عبارت‌اند از: الکترونیک، مکانیک، صنایع و فناوری اطلاعات که تکنولوژی‌های انسانی را گسترش می‌دهد. فواید وسیعی از تقلید از مواد طبیعی به دست می‌آید که عبارت‌اند از: کاربردهای جدید مواد، بهبود عملکرد، کاهش هزینه‌های سازندگی و کاهش آلودگی. به علاوه، مهندسان جعبه‌ای رنگارنگ و بسیار پهن‌آور از مواد با استفاده از اصول طراحی طبیعت به دست می‌آورند. البته، مهندسی بیونیک هنوز به اکتشافات واقعی، نوآوری و خلاقیت نیاز دارد و باید در طبیعت برای الهام‌گیری و درک فرصت‌ها تحقیق شود [۲].

استفاده از اصول تکاملی طبیعت به عنوان یک فرایند بهینه‌سازی و الهام‌گیری از آن برای راه‌حل‌های تکنیکی نوآورانه علوم مهندسی یکی از معبرهای بیونیک است که ماحصل گردهم‌آوری فعالیت‌های تحلیلی زیست‌شناسان و تلاش‌های سازنده مهندسان است [۲]. بیونیک علمی است که از نتایج بررسی‌های بیولوژیکی برای پیشرفت پژوهش‌های علوم و فنون مهندسی استفاده می‌کند. وظیفه این علم بررسی فرایندها و ساختارهای بیولوژیکی برای طراحی‌های مهندسی آینده است که موجب پیشرفت تکنولوژی و علوم فنی - مهندسی و هماهنگی بیشتر آن با محیط می‌شود. سرانجام، بیونیک راه جدیدی است که مهندسان به وسیله محدودیت‌های زمانی و پرشتاب مرزبندی نمی‌شوند [۶].

#### ۴. کاربردهای بیونیک در پیشرفت علوم فنی و مهندسی

در علوم فنی و مهندسی مدرن الگوگیری زیادی از طبیعت شده است که از آنها می‌توان به این موارد اشاره کرد.

پانتو اتومبیل جدید ساخت فیات شکل آیرودینامیکی مناسبی دارد. شکل ظاهری آن از ماهی الهام گرفته شده است که وقتی در معرض جریان هوا قرار می‌گیرد از بالا و پایین هیچ اغتشاش و گردابی ایجاد نمی‌کند [۷].

در ساخت شکل ظاهری ربات‌های مکانیکی که امروزه در بیشتر صنایع و حتی در مواد پزشکی به کمک انسان آمده‌اند، از طبیعت الهام گرفته شده است. معماری ساختمان و ساختارهای قابل انبساط که در صنایع کاربرد زیادی دارند از شبکه تارهای عنکبوت و نیز زیردریایی از ساختمان پوست دولفین گرفته شده است؛ همچنین، از پوست دولفین برای ساخت روکش‌های جدیدی که در صنایع هواپیماسازی و صنایع دریایی به کار می‌روند، الهام گرفته شده است و صنایع ارباس از این روکش‌های جدید بر روی بال‌های یک فروند ارباس استفاده کرده است. ساخت و پیشرفت سرامیک‌ها با الگوگیری از صدف‌ها، ساخت Bioreactors و تصفیه‌کننده‌های آب از چگونگی تصفیه آب در طبیعت، طراحی و ساخت چتر از روی دانه‌های گیاه Dandelion و ساخت Crystal Palace با الهام‌گیری از برگ‌های یک زنبق آبی بزرگ، همه و همه الهاماتی است که طبیعت به مهندسان القا کرده و موجب پیشرفت علوم و فنون مهندسی شده است [۶].

طرح سامار افرا (میوه فندق بالدار) در طراحی جدید باله نوعی هلی‌کوپتر به کار رفته است. IgoEtrich و Ignazio اولین هواپیمای بی‌موتور سبک را با کپی‌سازی از دانه‌های بازندگان ساختند که به وسیله باد حرکت می‌کرد. توسعه رادار از مطالعه اصول انعکاس صدای خفاش به دست آمده است.

زیست‌شناسان و مهندسان فناوری دانشگاه برکلی کالیفرنیا در چهار سال گذشته مشغول ساخت حشرات مکانیکی کوچک یا cromechanical flying insect بوده‌اند که به زودی مانند مگس به پرواز در خواهد آمد. آژانس تحقیقاتی پیشرفته دفاعی پنتاگون علاوه بر سرمایه‌گذاری در بخش عمده این پروژه‌ها به نظارت شدید آنها می‌پردازد تا از دستاوردهای این گونه تحقیقات در برنامه‌های گشت‌زنی و شناسایی مورد نظر خود استفاده کند [۱].

یکی از نخستین مدل‌ها که آن را دکتر هارمون در آزمایشگاه تلفن بل ساخت، شامل ۴ ترانزیستور، ۱۰ مقاومت و ۲ خازن است. سیگنال‌هایی که در آن به وجود می‌آیند بسیار شبیه سیگنال‌های نرون‌ها هستند که از آن می‌توان شبکه پیچیده‌ای ساخت که قادر است عملیات جبری یا منطقی انجام دهد. خمیدگی کشتی‌ها و کانال‌هایی که برای کاهش مقاومت دارند، با مطالعه و الگوگیری از وال (نهنگ) انجام شده است. علم الکترونیک و سیستم‌های هوشمند الهامات زیادی از سلول و نرون‌های عصبی گرفته‌اند که می‌توان کامپیوترهای DNA را مثال زد [۶].

موارد زیادی نیز وجود دارد که مهندسان در حال کار کردن بر روی آنها هستند که از آنها به چند مورد اشاره می‌شود. الگوگیری از مار زنگی برای ساخت موشک که با آشکارگر گرمایی موشک را به سوی هدف خود هدایت می‌کند، رشته‌های شبکه عنکبوت مقاومت زیادی در مقابل بادهای قوی و حجم زیاد طعمه از خود نشان می‌دهند که با مطالعه ساختار و کاربرد آن در جهت افزایش دوام لاستیک استفاده می‌شود و از تجزیه شیمیایی که در دولفین‌ها و ماهی‌ها انجام داده‌اند می‌خواهند برای تشخیص و پیدا کردن گمشده‌ها در دریا (زیردریایی‌ها و کشتی‌ها) استفاده کنند [۵]. یک شبکه عصبی بیونیک برای مدل یک حسگر شیشه‌ای با الگوگیری از دولفین برای تشخیص هدف‌ها ساخته شده است. محققان از یک رشته انعکاس‌های ثبت شده در حین آزمایش‌های دولفین استفاده می‌کنند. الگوگیری از تبعیض انعکاس‌ها در آب برای مهندسان اهمیت زیادی دارد [۴].

در حین جنگ جهانی نیروی دریایی شوروی از تلف‌های آبی برای تشخیص و ردیابی زیردریایی استفاده می‌کرد. از تلف‌های آبی فقط وقتی می‌توان استفاده کرد که کشتی متوقف شده باشد یا با سرعت خیلی کم حرکت کند، در غیر این صورت، صداها تولید شده به وسیله جریان آب عملکرد این تلف‌ها را مختل می‌کند. مهندسی که بر روی بهبود این نقص کار می‌کرد، متوجه شد که در میزان درک و شنیدن سنگ دریایی هنگام حرکت سریع هیچ اختلالی ایجاد نمی‌شود. این مهندس پیشنهاد کرد که تلف‌های آبی را مشابه شکل حفره گوش سنگ دریایی طراحی کنند تا عملکرد آن بهبود یابد. در نتیجه، تلف‌های آبی در حین حرکت کشتی‌ها عملکرد بهتری داشتند [۵].

همچنین، در استفاده از وسیله‌های نقلیه خودکار<sup>۱</sup> برای مطالعات اقیانوس‌شناسی، مراقبت‌های نظامی و مأموریت‌های تحقیقاتی تمایلی ایجاد شده است. مهندسان در انجمن تکنولوژی دانشگاه ماساچوست تلاش می‌کنند رباتی را که از شنای ماهی‌ها تقلید کند، طراحی کنند [۲].

با استفاده از لیزر در مطالعه جریان‌های اطراف ماهی‌ها مشخص شد که وقتی یک جسم مانند کشتی در آب به سمت جلو حرکت کند، گرداب‌ها و حالت‌های چرخشی در آب ایجاد می‌شود که در دنباله کشتی پدیدار و موجب سنگین شدن انتهای کشتی، اتلاف انرژی و کاهش نیروی دافع می‌شوند که اجسام قطعه‌قطعه شده می‌توانند این سنگینی را کاهش دهند. این راه را می‌توان از سازگاری طبیعی ماهی یاد گرفت که چگونه این نوسان‌ها و گرداب‌ها را کم می‌کند. آنها همچنین، دریافتند که وقتی ماهی شکل S یا C به خود می‌گیرد، می‌تواند گرداب‌ها را به سرعت کنترل کند [۴].

## ۵. بحث و نتیجه‌گیری

در قدیم هیچ‌گونه نقطه‌تماسی بین علوم مهندسی با علوم زیست‌شناسی وجود نداشت. اما امروزه می‌بینیم که موجودات در واقع، نوع ویژه‌ای از ماشین‌ها هستند و مکانیسم‌های معین و پیچیده‌ای در آنها به کار رفته است.

خلاقیت بیونیک در طی سه مرحله مشکلات و مسائل مهندسی را مورد بررسی قرار می‌دهد:

۱. بررسی مسئله، عناصر و نیازهای اساسی برای حل کردن آن؛

۲. بررسی نمونه‌هایی از طبیعت برای حل مسئله؛

۳. تبدیل راه حل طبیعت به راه حل انسانی یا مهندسی در جهت تبیین مسئله.

به همین دلیل، برای حل مسائل صنایع و مهندسان باید با گردهمایی زیست‌شناسان و مهندسان در کانون یک علم رابط پژوهش‌های گسترده‌ای در هر سه زمینه ذکر شده انجام شود و هر گروه از مهندسان و محققان نسبت به گرایش عملکردی در هر یک از این زمینه‌ها تلاش



کنند. البته، برای اینکه از این علم بهتر استفاده شود، لازم است تا تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود. همچنین، آموزش اصول تکنولوژی مبتنی بر طبیعت (NOTE) باید مورد توجه مهندسان و محققان قرار بگیرد که بعضی از این اصول عبارت اند از:

۱. NOTE و علاقه به طبیعت؛

۲. NOTE و تفکر و توسعه علوم بین‌رشته‌ای؛

۳. NOTE و توانایی حل مسئله؛

۴. NOTE و گسترش و توانایی هدف.

البته، تقلید جزء به جزء از طبیعت اگر ناممکن نباشد، معمولاً کار ساده‌ای نیست. ماشین پرنده آدر از خفاش الهام گرفته شده بود، اما کپی دقیق از مکانسیم‌های اصلی نبود. مسئله اصلی این نیست که عیناً تمام جزئیات مدل اصلی کپی شود، بلکه ابتدا باید به اصول کار هر چیزی در طبیعت پی برد و سپس از این شناخت و آگاهی برای طراحی و ساختن وسایل و ماشین‌های مهندسی استفاده کرد. این تنها راه واقعی تقلید از طبیعت است که پیشرفت را باعث می‌شود و مرز بین بیولوژی و مهندسی را در هم می‌ریزد و با دقت در خصوصیات شکلی و اصول حاکم بر جانداران، تغییرات صنعتی تازه‌ای در ساخت و پیشرفت علوم مهندسی ایجاد می‌شود.

## مراجع

1. A. Esser, S. Gleissle and E. Schomgachey, Bionics as Input for Innovative Tire Lagout, Abstyacy on line Database, Conferance 1999.
2. A. Smith, What is Bionics?, WWW. Evolutiontechnique.Com., 2000.
3. Brain Hatt and Dick Norman 2001., Form Nature to Technology: Bionic. WWW. Automobile.Com.
4. Franco Iodato, Bionics: Lessons from Nature to Improve out future., WWW.about design.Com.
5. Glenn Zorpette and Carol EZZELL. Your Bionic future., Scientific American presents. Feature Article, 1999.

6. G. Camava, Bionics: Design lessons from mother Nature. WWW.designmatrix.Com, 2000.
7. V. I Belkevich and E. YU. Vende. Taxonomy of Bionics systems., WWW.designmatrix.Com., 2001.

(تاریخ دریافت مقاله: ۸۱/۱۰/۷)