رویکردهای جدید در طراحی منسوجات آینده: دانش زیست‌الگو، فرصت‌ها و زمینه‌های کاربرد

عاطفه عبدالسلامی[1]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۵/۲۹
تاریخ تصویب: ۹۲/۰۷/۲۸

چکیده

طبیعت ذاتاً زیبا و بی‌نقص است و به‌طور قطع منبع الهام بسیار خوبی برای هنرمندان و طراحان به‌شمار می‌رود. اساساً طراحی به‌معنی آفرینش فکر و ایده‌های جدید و تبدیل آن‌ها به یک پدیدهٔ فیزیکی یا غیرمادی است. در وادی طراحی، آنچه طی سالیان متمادی از اصطلاح «الهام از طبیعت» برداشت می‌شد، فقط به بخش هنری و زیبایی‌شناسانهٔ آن نظر داشت؛ درحالی که هدف دانش «زیست‌الگو» توجه به هردو جنبهٔ کاربردی و زیبایی‌شناختی سیستم‌های طبیعی است. دانش زیست‌الگو مبلغ و حامی نوعی نگاه مفهومی، مطلع و قدردان از سوی طراحان، تولیدکنندگان و سیاستگذاران جوامع امروزی است تا از طبیعت چاره‌اندیشی بیاموزند. در این پژوهش می‌کوشیم با نشان دادن نمونه‌هایی از همراهی این دو بخش در فصل مشترک زیست‌شناسی و طراحی منسوجات و همچنین شناسایی راهکارهای جدیدی از طراحی، برای روشن‌تر شدن آیندهٔ این دانش گامی برداریم. روشن است که دانش زیست‌الگو و تعاملات صحیح میان طراحان منسوجات و متخصصان علوم زیستی، ساختارهایی پایدارتر و سازگارتر با طبیعت را برای آیندهٔ منسوجات بشر پیشنهاد می‌دهد. این پژوهش به‌شیوهٔ نظری و بنیادی انجام شده و مبتنی‌بر بررسی تجارب و استخراج اصول طراحی منسوجات به‌شیوهٔ زیست‌الگو است. آنچه در اینجا مطرح می‌کنیم، براساس تحقیقات و گردآوری‌های کتابخانه‌ای است و نمونه‌هایی از خلاقیت‌ها و تجارب متخصصان این حیطه را دربر می‌گیرد.

واژگان کلیدی: منسوجات آینده، زیست‌الگو، فناوری‌های نوین، الهام از طبیعت.

۱. کارشناس ارشد نساجی، دانشکده هنر، دانشگاه الزهرا (س) atefeh.tf@gmail.com

مقدمه

روند تکاملی بشر او را به نقطه‌ای رساند که تنها راه نجات خود و زیستگاهش را هماهنگ شدن و درس گرفتن از طبیعت و سازکارهای آن دانست. گرچه بشر با نبوغ بی‌نظیر موفق به کشف ابزارها و راهکارهایی برای حفظ حیات خویش شده است، هیچ پدیده‌ای را زیباتر، به‌صرفه‌تر، ساده‌تر و متنوع‌تر از آنچه در طبیعت رخ می‌دهد، نیافته است؛ زیرا در طبیعت هیچ چیزی ناقص و بیهوده آفریده نشده است. امروزه، رازهای طبیعت برای انسان جست‌وجوگر منبعی ارزشمند و نامتناهی از بهترین ایده‌ها و روش‌های حل مشکلات محسوب می‌شود.

درک پتانسیل‌های بی‌نظیر منسوجات و گرایش عمومی جهان امروز به استفاده از آن به‌عنوان ماده‌ای همه‌کاره، به‌نوعی شکل گرفته است که طیف وسیعی از نوآوری‌ها و دیدگاه‌های کاربردی مطرح در دنیای طراحی نوین به این حوزه ارتباط دارد و به‌سرعت درحال افزایش است. هر روز الیاف و پارچه‌هایی جدید با رویکرد و نگاهی خلاقانه برای رفع نیازهای امروز بشر معرفی می‌شوند. این منسوجات در هر جایی دیده می‌شوند؛ در کابین هواپیما، ماهواره، دستکش و ماسک و لباس آتش‌نشانان و سربازان، تجهیزات و لباس ورزشکاران و یا حتی در عمل‌های جراحی. در این میان، دانش زیست‌الگو و طرح‌ها و ایده‌های منتج از آن، باعث بروز انقلاب عظیمی درزمینهٔ طراحی پارچه و مهندسی نساجی شده است.

«بایومیمیکری»[1] که در این مقاله از واژهٔ زیست‌الگو به‌جای آن استفاده شده است، واژه‌ای نوظهور با گسترهٔ معنایی و کاربردی وسیع است که امروزه به‌عنوان دانشی نوین با سرعتی چشمگیر دنیای علوم و فناوری را دربر گرفته است. گرچه در نگاه اول واژه و رشتهٔ بایومیمکری به‌شدت علمی و تخصصی به‌نظر می‌آید، می‌تواند درگاهی مهم، جذاب، وسیع و کاربردی برای طراحان نیز باشد. تجربیات موفق طبیعت (طی ۳.۸ بیلیون سال عمر آن) در حل تمام مشکلاتی که با آن روبه‌رو شده است، دانش زیست‌الگو را به‌عنوان منبع الهامی غنی و نامتناهی برای طراحان معرفی می‌کند. روشن است که به‌کارگیری دانش زیست‌الگو در هر زمینه‌ای از طراحی و به‌ویژه در طراحی منسوجات، نیازمند همکاری متخصصان این هنر و دانایان رشته‌های مختلف مهندسی و زیست‌شناسی است. شناساندن و پرداختن به روش‌های ملهم از طبیعت، به‌عنوان زمینه‌ای نوپا و گسترده از راهکارهای حل مسئله، برای انسان امروز یک ضرورت است؛ به‌ویژه زمانی‌که این روش‌ها به حفظ و بقای زیست‌کره دربرابر صنایع آلاینده‌ای چون نساجی منجر می‌شوند.

هدف ما در این مقاله، بررسی اهمیت نگرش مبتنی‌بر دانش زیست‌الگو در حوزهٔ طراحی منسوجات است که به‌عنوان تفکری نو در کشورهای توسعه‌یافته به آن توجه می‌شود. سؤال پژوهش این است که چگونه با الهام از طبیعت و مطالعهٔ تدابیر آن می‌توانیم به الگوها و روش‌های پایدارتری برای حفظ حیات و نظم کرهٔ زمین و کاهش تأثیرات مخرب دست‌اندازی‌های بشر برای رسیدن به مواد و محصولاتی چندمنظوره و ویژه دست یابیم.

این پژوهش را به‌روش نظری و بنیادی و با بهره‌گیری از منابع نوشتاری در کتابخانه‌ها، اینترنت و ... و توجه به مستندات و تجارب صاحب‌نظران این عرصه انجام دادیم و نتایج تحقیقات و نحوهٔ تفکر و برداشت آنان از الگوهای طبیعت در طراحی منسوجات را بررسی کردیم. از مطالعهٔ موجود درمی‌یابیم که حرکت در فصول مشترک بین رشته‌های کاربردی هنری و علوم طبیعی، به ایده‌ها و فرصت‌هایی نو و سازنده برای رسیدن به آینده‌ای سبزتر و سازگارتر منجر می‌شود.

منابع مکتوب بسیاری درزمینهٔ زیست‌شناسی و شاخه‌های مختلف آن موجود است؛ اما طی مطالعات

انجام‌شده برای پژوهش پیش‌رو مورد مشابهی را نیافتیم. ازجمله منابع موجود درمورد دانش بایومیمیکری، ترجمهٔ مقاله‌ای در مجلهٔ *سیاحت غرب* مورخ فروردین ۱۳۸۶ است (بنیوس، ۱۳۸۶). پس از آن در مجلات تخصصی با موضوعات نانو، معماری، خودرو و فناوری‌های زیستی، نمونه‌های انگشت‌شماری از مطالعات انجام‌شده در نقاط مختلف دنیا در این رابطه طی سال‌های مختلف ارائه شده است. روشن است که درمورد زمینه‌های التقاطی بین دانش زیست‌الگو و طراحی منسوجات، آن‌طور که باید و شاید، پژوهش ارزنده‌ای انجام نشده است. ضرورت فرآیندهایی راهگشا دررابطه با حفظ محیط زیست و حل معضلات زیست‌محیطی گریبانگیر بشر، اهمیت چنین تحقیقات و پژوهش‌هایی را روشن‌تر می‌کند.

مروری بر ادبیات و پیشینهٔ دانش زیست‌الگو

بایومیمیکری کلمه‌ای دوبخشی است که از واژهٔ یونانی «بایوس»[۲] به‌معنی زندگی و «میمسیس»[۳]به‌معنی بدلی، تقلیدی، تقلید کردن و کپی کردن تشکیل شده است. شاید بتوانیم آن را به «تقلید و الگوبرداری از طبیعت» ترجمه کنیم (http://biomimicryinstitute.org/about-us/what-is-biomimicry.html. Viewed on 2 Dec.2013).

فرهنگ لغت آکسفورد واژهٔ بایومیمیکری را این‌گونه تعریف کرده است: «طراحی و تولید مصالح، سازه و سیستم‌هایی است که در سازمان‌ها و فرآیندهای بیولوژیکی مدلسازی شده است». برای نخستین‌بار در سال ۱۹۶۰م، جک استیل[۴] طی نشستی در سازمان نیروی هوایی آمریکا، واژهٔ «بایونیک»[۵] به‌معنی تحقیق، تقلید و آموختن برپایهٔ زیست‌شناسی را به‌کار برد. پس از آن در سال ۱۹۶۹م، لغت «بایومیمتیک»[۶] توسط «او. اچ. اسمیت»[۷] و به‌معنی الگوبرداری از طبیعت درزمینهٔ علوم و مهندسی رایج شد (Bar-Cohen, 2006: 2).

«نوآوری و بدعتی ملهم از طبیعت به‌منظور یافتن راه‌حلی مناسب برای مشکلات و چالش‌های پیش‌روی بشریت» تعریفی است که جنین بنیوس[۸] برای واژهٔ زیست‌الگو ارائه می‌دهد (Benyus, 2002: 2). او که دانش زیست‌الگو را برای اولین‌بار از طریق کتاب *زیست‌الگو: نوآوری ملهم از طبیعت*[۹] به دنیا معرفی کرد، معتقد است به طبیعت باید به‌عنوان نمونه، سرمشق، مقیاس و مربی نگاه کنیم. بنیوس در کتاب خود شرح می‌دهد که چگونه دانش زیست‌الگو به طراحان و چاره‌اندیشان دیگر جوامع امروز برای رسیدن به ایده‌های سودمندتر برای رفع مشکلات پیش‌رو کمک می‌کند. این دانش راهنمایی برای همهٔ زمان‌هاست تا انسان را در رسیدن به روش و الگویی هوشمندانه و پایدار یاری کند. طبیعت به‌عنوان مدل و نمونه به این معنی است که از فرم‌ها، سیستم‌ها و فرایندهای آن برای حل مشکلاتمان استفاده کنیم. این قانون روشن زیست‌الگو است. طبیعت به‌عنوان مقیاس به‌معنی ارزیابی ایده‌ها و چاره‌جویی‌هایمان با معیارهای جاری در طبیعت است؛ به سخن دیگر، پاسخ انسان به این پرسش است که آیا شیوه و روش بشر در مواجهه با مشکلات به‌سادگی و سودمندی آنچه در طبیعت یافت می‌شود است یا نه. همچنین، طبیعت به‌عنوان مربی و راهنما بر ایجاد جهش و تغییر در ارتباط انسان با دنیایی که در آن زندگی می‌کند و بخشی جداناشدنی از آن است دلالت دارد (http:// ; Viewed on 16 Jan 2014 www.designboom.com/contemporary/biomimicry.html).

با اینکه به‌نظر می‌رسد که این یک موضوع و اصطلاح علمی جدید است، بشر دیرزمانی است که از طریق طبیعت می‌آموزد و نیازهایش را برطرف

می‌کند. شاید اولین شخصی که در این زمینه فعالیتی انجام داده است، لئوناردو داوینچی[10] باشد که دفترهای طراحی‌اش از طراحی‌ها، اختراعات و نوآوری‌هایی لبریز است که به‌طور واضح و دقیق، از مشاهدات و آموخته‌های او از طبیعت برگرفته شده است. لئوناردو داوینچی از دانش زیست‌الگو از طریق مطالعهٔ بسیار دقیق پرندگان و آناتومی آن‌ها به امید رسیدن به امکانی برای پرواز انسان استفاده کرد. پس از او، مهندسان و مخترعان بسیاری برای یافتن ایده‌های نو به طبیعت روی آوردند؛ ازجمله برادران رایت و سایر پیشگامان پرواز (Rojrairikutsl, 2013: 1).

به‌کارگیری دانش زیست‌الگو (یادگیری و الگوبرداری از طبیعت) تحولات عظیمی در دنیای امروز به‌وجود آورده است. طراحی محصولات، ساختمان‌ها و عملکردهای ملهم از طبیعت بخش عمده‌ای از دانش طراحی امروز را تشکیل می‌دهند. مهندسان با تمرکز بر اصول فیزیکی و مکانیکی و طراحان با تأکید بر قواعد زیبایی‌شناسانه، تحت تأثیر علم زیست‌الگو برای رسیدن به هدف مشترک حرکت می‌کنند. امروزه، آنچه درزمینهٔ معماری و طراحی محصول طبق دانش زیست‌الگو شکل گرفته بیشتر مطرح است.

اصول و قواعد حاکم بر دانش زیست‌الگو

ساده‌ترین و متداول‌ترین شکل زیست‌الگو تقلید از فرم‌ها و اعمال طبیعت است. صورت دیگر آن تقلید و شبیه‌سازی فرایندهای طبیعی است که شامل یافتن راه‌هایی است که طی آن طبیعت چیزی را به‌وجود می‌آورد یا رشد می‌دهد. نظرگاه شکل سوم زیست‌الگو، دررابطه با سیستم و نظام‌های حاکم بر طبیعت است. در این حیطه، عملکرد طبیعت دربرابر هرچه در یک چرخهٔ طبیعی بسته احیا می‌شود یا ازبین می‌رود، آزمایش می‌شود. تجمیع این سه حیطهٔ تحقیقاتی تصویری کامل و بی‌نقص از طبیعت و آنچه در آن رخ می‌دهد در اختیار می‌گذارد که به‌طور مستقیم در تمامی بخش‌های زندگی می‌تواند به‌کار رود.

شاید بتوانیم بگوییم که دانش زیست‌الگو روند زیست‌شناسانه و طبیعت‌گرایانهٔ برخورد با چالش‌هاست؛ جست‌وجویی هوشمندانه برای الهام گرفتن از طبیعت و سپس ارزیابی آن برای اطمینان از اینکه طرح نهایی در تمام مراحل (فرم و ترکیب، روند پردازش و چرخهٔ حیات) از طبیعت پیروی می‌کند.

بایومیمیکری واژه‌ای کلی و گسترده است که در سیر تکاملی‌اش به دسته‌بندی‌های دیگری رسیده است که به‌طور دقیق‌تر و با اندکی تفاوت در جزئیات و چگونگی الهام از طبیعت، تحت عناوین زیر شناخته می‌شوند:

بایومیمیکری یا همان زیست‌الگو به‌معنی یافتن و آموختن خصوصیات و جزئیات یک مادهٔ طبیعی و زیستی با عملکرد منحصربه‌فرد و سپس تلاش برای رسیدن به همان عملکرد در یک مادهٔ ترکیبی و مصنوعی است.

درحالی که «بایواینسپیریشن»[11] یا زیست‌الهام نشان‌دهندهٔ مشاهدهٔ یک کارکرد مشخص در طبیعت است که توسط سیستمی طبیعی به معرض نمایش درآمده، الهام گرفتن از این مجموعهٔ زیستی برای رسیدن به یک سیستم بشری با همان تأثیر و عملکرد در حیطهٔ این بخش قرار می‌گیرد.

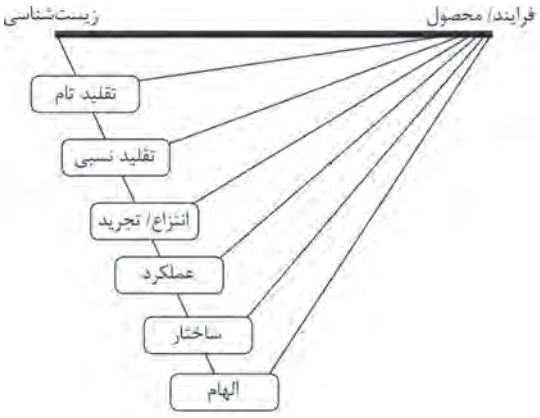
«بایودیرایویشن»[12]که به زیست‌اقتباس برگردانده شده، پیوندی بین دو مورد قبل، طبیعت، مواد مصنوعی و عملکردشان است (Lakhtakia, 2013: 253).

بنیوس درمورد تغییر نگاه انسان نسبت به مفاهیم و استعارات طبیعت چنین می‌گوید: «برای تقلید از طبیعت، اولین چالش ما توصیف و تعریف

طبیعت به روش خود او است. من فکر می‌کنم روزی که استعاره‌های طبیعی جریان صحیح خود را در زندگی ما پیدا کنند، مدل‌های مبتنی‌بر تفکر ماشینی فشار و کنترل خود را بر ما از دست خواهند داد» (Benyus, 2002: 237). وی نوعی آزمایش ساده را ذکر می‌کند که طبق آن می‌توانیم طراحی و ابداع خود را با معیارهای بایومیمکری بسنجیم. این تست با این سؤال آغاز می‌شود که آیا سابقه و نمونه‌ای برای این طرح در طبیعت وجود دارد. اگر چنین است، جواب سؤال‌های زیر باید مثبت باشد:

- آیا براساس نور و انرژی خورشید دوام و جریان دارد؟
- آیا تنها میزان انرژی را مصرف می‌کند که نیاز دارد؟
- آیا طرح و فرم آن با کارکردش متناسب است؟
- آیا همه چیز را بازیافت می‌کند؟
- آیا همکاری بیشتر را تسهیل می‌کند؟
- آیا می‌تواند تنوع و گوناگونی را کنار هم نگه دارد؟
- آیا می‌تواند مازاد مصرف/ فزونی‌ها را کنترل و محدود کند؟
- آیا می‌تواند از قدرت محدودیت‌ها بهره‌برداری کند؟
- آیا زیباست؟ (Berkebile, McLennan, 2004).

برای هزاران سال، هر موجود زنده و یا هر الگوی فعال و پایداری در این اکوسیستم بالغ و پیچیده، تابع استفاده از قواعد و قوانینی استراتژیک بوده‌اند تا تمام اندام‌ها و بخش‌های مختلف هماهنگ با هم به‌عنوان یک کل برای حفظ حیات و فعالیت خود ایفای نقش کنند. این مجموعه قوانین مهندسی‌شدهٔ طبیعی به‌طور بالقوه ارزش تجزیه، تحلیل و حتی پیاده‌سازی توسط نوع بشر را دارند. شکل ۱ روش‌های استفاده از این قوانین و به‌کارگیری دانش زیست‌الگو را نشان می‌دهد.



شکل ۱: روش‌های به‌کارگیری دانش زیست‌الگو

برین اس. تامسون[۱۳] در مقالهٔ «طراحی سازگار با محیط زیست»، قوانین طبیعت برای حفظ زیست‌بوم را این‌گونه مطرح می‌کند:

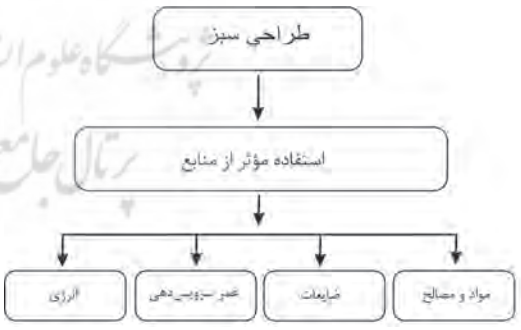
- استفاده از ضایعات و زباله به‌عنوان یک منبع؛
- تعامل و همکاری کامل برای استفادهٔ بهینه از زیستگاه؛
- استفادهٔ مؤثر و کارآمدتر از انرژی؛
- بهینه‌سازی به‌جای انبوه‌سازی؛
- استفادهٔ صرفه‌جویانه و همراه با کاهش مصرف مواد؛
- عدم آلوده‌سازی محیط زیست؛
- عدم نقصان و هدر رفتن منابع؛
- باقی ماندن در تعادل با زیست‌کره؛
- اجرای برنامه‌ها براساس اطلاعات موجود؛
- تهیهٔ مایحتاج به‌صورت محلی.

برای کاهش آثار زیانبار زیست‌محیطی، این اصول اساسی باید در سراسر اجزای سازمان‌های تولیدی و فرایندهای صنعتی حاکم شوند. این حکم مربوط به همهٔ فرایندهای تولید محصول، از استخراج مواد خام، تمام مراحل تولید، توزیع محصول به مشتری و بازیافت زبالهٔ آن است؛ اما آیا تنها رعایت این قوانین به انجام طراحی مطابق با الگوهای طبیعت منجر

خواهد شد؟ تامسون علاوه‌بر سؤالاتی که بنیوس برای ارزیابی این‌گونه طرح‌ها مطرح کرده است، در ادامهٔ مقالهٔ خود اصول زیر را برای دستیابی به یک «طراحی سبز»[۱۴] نام می‌برد:

- استفادهٔ مطلوب از مواد؛
- انتخاب موادی که حداقل آلودگی را هنگام استخراج، پردازش، توسعه، بازیافت و دفع ایجاد کنند؛
- استفادهٔ بهینه از منابع انرژی؛
- حصول اطمینان از ایجاد کمترین عوارض مخرب زیست‌محیطی درطول ساخت، استقرار، گسترش و بازیافت زبالهٔ محصول؛
- ارزیابی روش‌های دفع و بازیافت محصول؛
- اطمینان از طول عمر مناسب محصول؛
- استفادهٔ مؤثر از مواد و منابع، انرژی، طول عمر و سرویس ارائه‌شده توسط محصول و ضایعات نهایی.

باید همهٔ خلاقیت‌ها، رخدادها و سیستم‌های طبیعت را به‌طور عمیق مطالعه کنیم تا از طریق کشف اسرار ظریف طبیعت، روش‌های عملیاتی جدیدی برای صنعت و تولید معرفی کنیم. این اصول و روش‌ها را به‌صورت اجمالی در شکل ۲ می‌بینیم.



شکل ۲: ویژگی‌های اساسی طراحی سبز (Thompson, 1999: 27)

روشن است که نقش طراحان، مهندسان و متخصصان علم مواد در این نظم جدید بسیار اهمیت دارد. چالش اصلی در اینجا یافتن راهی است که طی آن، در فرایند تولید محصول و یا چاره‌اندیشی برای حل یک معضل، هم‌زمان با بالا بردن کیفیت زندگی بشر کمترین آسیب به محیط زیست وارد شود.

زیست‌الگو به طبیعت به‌عنوان یک منبع تأمین مواد خام نمی‌نگرد؛ بلکه بیشتر به‌دنبال آموختن روش‌های طبیعت در نحوهٔ شکل‌گیری مواد و ساختارهای موفق آن است. در این سیستم، طبیعت منبع الهام انسان برای رفع مشکلات امروزی‌اش است. جنین بنیوس در این زمینه می‌گوید: «از عمر طبیعت حدود ۳.۸ بیلیون سال می‌گذرد و این زمان مناسبی است برای یافتن روش‌هایی که کار می‌کنند و آن‌هایی که بی‌فایده‌اند» (Colchester, 2007: 36).

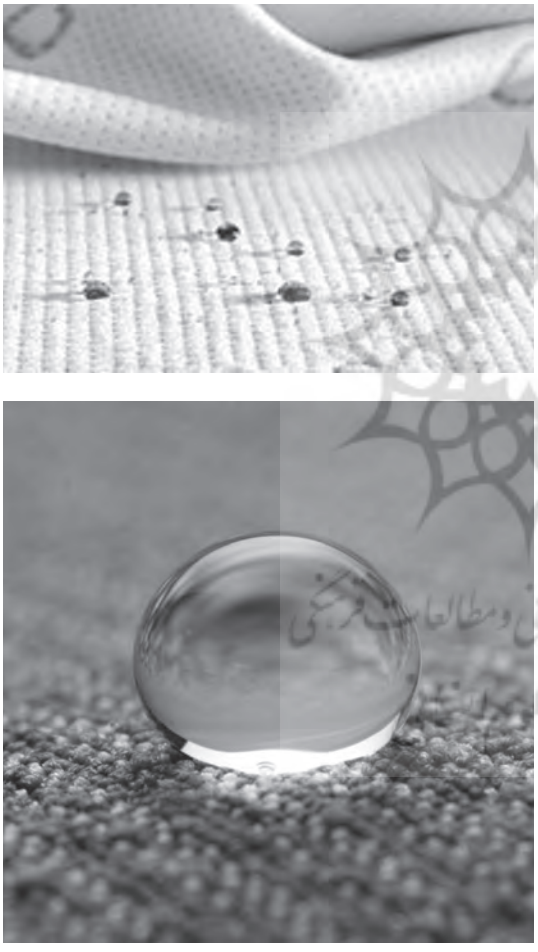
دانش زیست‌الگو و طراحی منسوجات

نساجی امروز الیاف، طناب، کابل، نخ و همهٔ منسوجاتی را دربر می‌گیرد که از طریق فناوری‌های مختلف تولید و وارد بازار می‌شوند. پارچه به‌دلیل ساختار ویژه، وزن کم، انعطاف‌پذیری بالا و خواص دیگر و ظرفیت‌های فوق‌العاده‌اش، ماده و ابزاری باارزش به‌شمار می‌رود. لباس و ماسک محافظ آتش‌نشانان، الیاف به‌کاررفته روی چرخ‌های فرود هواپیما، کیسهٔ هوای فضاپیماها برای فرود بر سطح مریخ و حتی پوشک بچه با قدرت جذب بسیار زیاد، تنها بخشی از نوآوری‌ها درزمینهٔ منسوجات هستند که به‌وسیلهٔ مواد خاص با عملکرد ویژه، فناوری‌های پیچیده و همچنین طراحی و مهندسی بسیار عالی، به جهان عرضه شدند. روشن است که واژهٔ پارچه و منسوجات در دنیای امروز معنایی فراتر از لباس را دربر می‌گیرد و زمینه‌های کاربردی بسیار متنوعی دارد. حجم وسیعی از الیاف و منسوجات تولیدی در کشورهای مختلف، در مواردی غیر از پوشاک و مصارف خانگی به‌کار رفته است(Eadie, 2011: 762).

شاید ساخت و توسعهٔ چسب ولکرو[۱۵] (بست

قلاب‌دار) توسط جورج د. مسترال[16] سوئیسی از اولین نمونه‌های عملی استفاده از زیست‌الگو باشد؛ زمانی‌که توجه او به تیغ‌های قلاب‌مانند گل‌های خارداری جلب شد که طی یک پیاده‌روی به بدن سگش چسبیده بود و درنهایت چسب قلاب‌دار را ساخت. در سال ۱۹۷۵م، ویلهلم بارتلوت[17]، گیاه‌شناس آلمانی، به خاصیت خودشویی و خودتمیزنگهدارندۀ برگ‌های گیاه نیلوفر آبی و گل لادن پی برد. با بررسی‌های میکروسکوپی برگ این گیاهان معلوم شد که باوجود ظاهر نرم و یکنواخت، سطح آن‌ها از فلس‌های مومی و ناهمگون پوشیده است. ترکیب این برآمدگی‌های زبر و پوشش نسبتاً چرب و شمع‌مانند آن باعث می‌شود که آب شبیه به یک گوی و به‌صورت قطره روی سطح برگ بغلتد و آلودگی‌ها را با خود از سطح مومی برگ جدا کند و بشوید. با توجه به خصوصیات سطح برگ و کشش سطحی بالای ناشی از آن، قطرات آب تمایل دارند با رسیدن به یک شکل کروی و به حداقل رساندن سطح تماس با سهولت و سرعت مسیر خود را بپیمایند. باوجود پی بردن به این شاهکار طبیعت، پس از گذشت بیش از بیست سال، در سال ۱۹۹۷م و زمانی‌که پیشرفت‌های بشر درزمینۀ نانوتکنولوژی (فرایند تولید مولکولی و مطالعۀ ذرات در مقیاس اتمی برای کنترل آن‌ها) امکان‌پذیر شد، بارتلوت موفق شد فریندی مشابه با عنوان لوتوس‌افکت[18] را ثبت کند (Colchester, 2007: 36).

زمینه‌های کاربردی این اکتشاف بسیار وسیع است و در عرصۀ پارچه و پوشاک مورد توجه قرار گرفته است. پس از گذشت سال‌ها، هنوز بسیاری از پژوهشگران و تولیدکنندگان پوشاک و پارچه به ارائۀ دستاوردهای نو در این حیطه مشغول هستند؛ ازجمله اسپری‌های لوتوس‌افکت کمپانی BASF[19] که روی البسه و انواع کفش قابل استفاده هستند، رنگ‌های ساختمانی دارای این ویژگی با نام تجاری «لوتوسان»[20] که برای استفاده در فضای خارجی و نمای ساختمان تولید شده‌اند، «نانوسفیر»[21] برای پوشش و اندود پارچه که قابلیت نفوذ آب، روغن و حتی عسل (بدون تغییر در جنسیت، زیردست و انعطاف‌پذیری از طریق اتصال قوی ذرات بسیار ریز سیلیکا بر سطح پارچه) را می‌گیرد و ده‌ها نمونۀ دیگر که در کشورهای مختلف تولید و به بازار عرضه می‌شوند (همان). در تصویر ۱، نحوۀ قرار گرفتن قطرۀ آب و روغن بر سطح پارچۀ اندودشده با نانوسفیر مشخص است.



تصویر ۱: نحوۀ قرار گرفتن قطرۀ آب و روغن بر سطح پارچۀ اندودشده با نانوسفیر
(www.schoeller-textiles.com/en/technologies/nanosphere.html;)
(www.quality-fabrics.com/mattress-ticking/mattress-nanosphere.php)

در اواخر دهۀ ۱۹۹۰م، فناوری نساجی بار دیگر مطالعۀ مواد و نمونه‌های زیست‌شناسانه را برای شناسایی پتانسیل‌های نو و مکانیزم‌های جدید تولید نخ آغاز کرد. در سال ۲۰۰۰م، کمپانی ژاپنی «تی جین»[۲۲] با همکاری شرکت اتومبیل‌سازی «نیسان» محصول جدیدی را به بازار روانه کرد که از ترتیب و چیدمان شیروانی‌مانند فلس‌های بال پروانه‌های «مورفو»[۲۳] بر سطح الیاف تقلید می‌کند. آنچه به بال‌های این نوع خاص از پروانه فام آبی بی‌مانندی می‌دهد، پوسته‌ای پروتئینی و تقریباً شفاف شبیه ناخن و فلس است که به‌صورت لایه‌لایه کنار هم قرار گرفته‌اند. در این محصول جدید، سطح بیرونی الیاف توسط لایه‌های بسیار ریز و متعدد پلی‌استر و نایلون پوشیده شده است و جلوۀ بصری حاصل از تداخل امواج نوری بازگشته از سطح این نانوذرات، شیدهای رنگی متفاوتی (آبی تا بنفش، قرمز و سبز) می‌سازد. این نوع خاص از الیاف توسط ساختار فیزیکی و مولکولی رنگین می‌شود، نه رنگ یا رنگدانه. «مورفوتکس»[۲۴] نام تجاری این محصول است که الیاف و پارچۀ بافته‌شده از آن حاصل یک برنامۀ پژوهشی هفت‌ساله است (Colchester, 2007: 34). زمانی‌که بخش عمده‌ای از وقت و امکانات مراکز علمی و دانشمندان جهان برای ساخت و پیشرفت الیاف مصنوعی (با خواص منحصربه‌فرد کشسانی، صوتی و لامسه‌ای) متمرکز شده بود، این ایده و جهش به‌سمت یافتن نوع جدیدی از مشخصه‌های بصری، به پیشرفتی عمیقاً قابل تأمل منجر شد. مورفوتکس یکی از نمونه‌هایی است که به یاد ما می‌اندازد که نوآوری درزمینۀ پارچه و الیاف فقط به‌وسیلۀ اکتشافات علمی تکنولوژیک و آزمایشگاهی پیچیده حرکت نمی‌کند و می‌تواند از طبیعت الهام بگیرد.

هرچند کشف الیاف مصنوعی در سال ۱۹۲۴م و درپی آن، پیشرفت‌های مهندسی پلیمر موجب تحول عمیق رشتۀ نساجی و افزایش گزینه‌های انتخابی درمقایسه با منسوجات گذشته شد، در سال‌های اخیر بروز اشتیاقی روبه‌رشد به شیوه‌های جدید و بنیادی برپایۀ راهبردهای طبیعت درمیان طراحان و مهندسان نساجی را می‌بینیم. شاید این تغییر نگرش همیشه به ایجاد محصولی قابل عرضه در بازار منجر نشود؛ اما حتی نمونه‌های آزمایشگاهی و نمایشگاهی آن نیز ازلحاظ علمی و پژوهشی بسیار اهمیت دارند و فرصتی در اختیار ما می‌نهند که به «منسوجات آینده» از زاویۀ دیگری بنگریم. کارول کولت[۲۵] طراح و پژوهشگری است که در سال‌های اخیر، بیشترین وقت و تمرکز خود را صرف استفاده از اصول بیولوژیک و فناوری‌های نوین زندگی برای بهبود زندگی آینده کرده است. در سال ۲۰۰۸م، طی پروژه‌ای با عنوان «پارچه‌های نوبل»[۲۶] پنج طراح پارچه را در کنار پنج دانشمند برندۀ جایزه نوبل قرار دادند تا پارچه‌هایی بسازند و از دستاوردهای علمی آنان به‌شکلی تجلیل کنند. کولت یکی از این طراحان بود که موفق شد کنار سر جان سالستون[۲۷] ابزارهای علمی را به ابزاری برای بروز خلاقیت‌های خود تبدیل کند (Perona, 2012: 3). در این پروژه، معنای سنتی ماده و ساختار به چالش کشیده شد؛ بازنویسی و نوپردازشی خاص از زیست‌شناسی و تلاش برای استفاده از اجزاء و اندام‌های زنده برای تولید آنچه ما خواسته‌ایم و نیاز داریم. نام این پروژۀ تحقیقاتی- طراحی کولت «بایولیس[۲۸]» است که در آن نقاط مشترک احتمالی زیست‌شناسی مصنوعی و طراحی پارچه و لباس را بررسی کرده است. در این پروژه، از طریق تغییرات و برنامه‌ریزی‌های سلولی و ریخت‌زایی ژنی سعی شده است تا یک گیاه بتواند علاوه‌بر تولیدات زیستی خود، منسوجی تورمانند را ازطریق ریشه‌اش تولید کند (تصویر ۲).

در آینده، شیوه‌های پیشرفتۀ کنترلی زیست‌شناسانه از طریق ریخت‌زایی و تغییرات

تصویر ۲: بایو لیس، تور ساخته‌شده با ریشهٔ گیاه توت‌فرنگی
(www.carolecollet.com/dodesign/biolace/)

ژنتیکی، این فرصت را در اختیار انسان قرار می‌دهند که گیاهانی طراحی کند که دقیقاً خواسته‌های او را به نمایش بگذارند.

سوزان لی[۲۹]، طراح مد، در این مسیر با همکاری با یک زیست‌شناس گامی به جلو نهاد و توانست پوششی صددرصد زنده، زیست‌تجزیه‌پذیر و بازیافت‌شدنی را در وان حمام خانه‌اش پرورش دهد که امکان بازسازی و تغییر در اندازه و مقدار را دارد. ترکیبات این ماده شامل چای سبز، آب، شکر، مخمر و کمی باکتری است. این دستورالعمل که از نوشیدنی تخمیری خاص مردم آسیا و شرق اروپا برگرفته شده است، صدها سال به‌عنوان نوشیدنی سلامتی با نام «کمبوچا»[۳۰] استفاده شده است. این دستورالعمل کشت میکرواورگانیسم‌ها به‌صورت یک لایهٔ ضخیم در محلول تخمیر است که بعداً درمقابل نور خورشید کاملاً خشک می‌شود. این بستر می‌تواند با روش‌های متداول بریده یا دوخته شود یا روی شکل‌های سه‌بعدی از طریق پیوند لایه‌های مختلف،

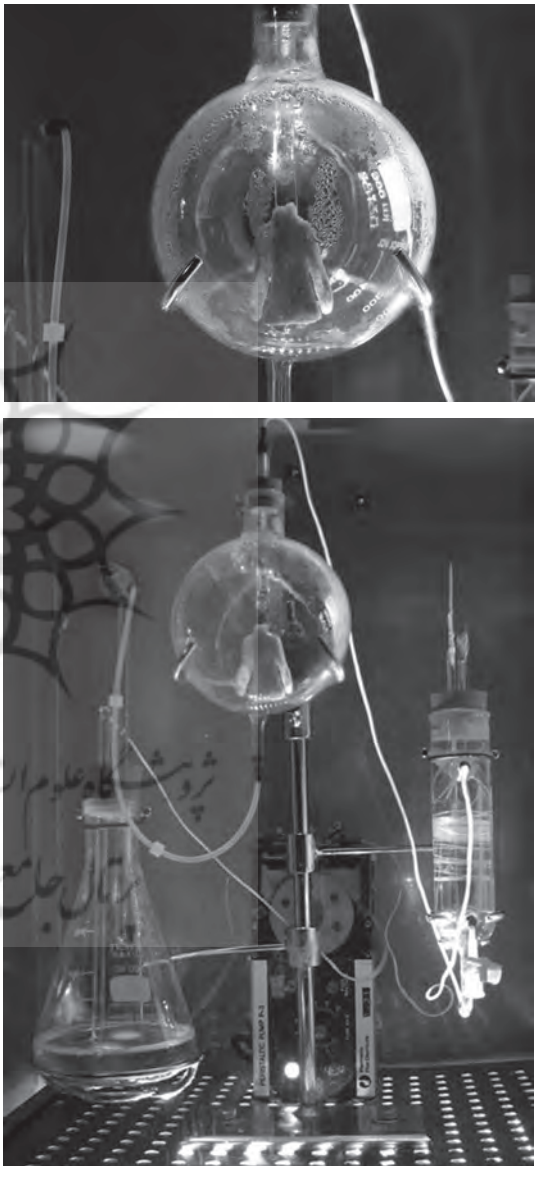
الگوبرداری شود. بسته به میزان عناصر و زمان (همان‌طور که در تصویر ۳ می‌بینیم)، لی ماده‌ای با بافت و ترکیب الیاف چرمی یا کاغذی نازک به‌دست آورد که به‌طور عجیبی در رنگ و ضخامت شبیه پوست است. این پروژه با نام «بایوکوچّر»[۳۱] در دنیا شناخته می‌شود (Perona, 2012: 3). آب مصرفی در روند تولید این پارچه‌های سلولزی- باکتریایی درمقایسه با پنبه بسیار کمتر است. محصول نهایی این پروسه پارچه است و مراحل تهیهٔ الیاف، بافت، تکمیل و رنگرزی را ازمیان برمی‌دارد. لی این پروژه را در هفتهٔ طراحی لندن در سال ۲۰۱۱م، طی یک کارگاه آموزشی ارائه داد. بسیاری از تلاش‌هایی که تاکنون و با استفاده از دانش زیست‌الگو در تغییر و بهبود سازکارهای بشری صورت گرفته‌اند، بر جنبه‌های کاربردی و ماهیتی الگوبرداری از طبیعت تکیه داشته‌اند؛ اما از زمانی‌که طراحان این دانش را آموختند و به‌کار بردند، به نشر و حفظ زیبایی‌های طبیعی و مبتنی‌بر اصول بایومیمیکری بسیار توجه می‌شود؛ چنانکه لی با استفاده از رنگ‌های طبیعی و میوه‌ها و ایجاد نقش روی تن‌پوش‌های بایوکوچر می‌کوشد جنبه‌های زیبایی‌شناختی اکتشاف خویش را تقویت کند.

اتفاق تازه‌ای نیست؛ چنانکه میکروب‌ها و باکتری‌ها مدت زمانی طولانی بخشی از فرایند رنگرزی و تکمیل بوده‌اند. درمقابل، شاخه‌های دیگری از دانش زیست‌فناوری وجود دارند که برای این صنعت کاملاً نوظهور هستند و موارد بحث‌برانگیزی را دربر می‌گیرند. جدیدترین نمونه پژوهش برای دو هنرمند استرالیایی به نام‌های اورون کاتز[۳۲] و یونات زور[۳۳] است. این دو هنرمند زمینه‌های مشترک کشت سلولی و بافت را بررسی می‌کنند و درنهایت اثری را می‌آفرینند که پرسش‌های متفاوتی را درمورد آیندهٔ صنعت فناوری‌های زیستی و محصولات بایوتکنولوژیک مطرح می‌کند. پروژهٔ «چرم بی‌قربانی»[۳۴] آن‌ها از طریق روی هم قرار گرفتن و کشت سلول‌های انسانی برپایهٔ یک پلیمر زیست‌تخریب‌پذیر شکل می‌گیرد (تصویر ۴). این لایه‌های سلولی روی هم پوشش داده می‌شوند تا زمانی‌که ضخامت و مقاومت مورد نظر (چرم) به‌دست آید. این چرم در ظرف مخصوص کشت میکروب رشد می‌کند و وقتی‌که از این محیط خارج شود، زندگی و رشد آن متوقف می‌شود؛ چنانکه پوست و چرم طبیعی بعد از آنکه از بدن حیوان جدا می‌شود، دیگر یک بافت زنده نیست (O'Mahony, 2005: 146).

تصویر ۳: بایوکوچّر، البسهٔ زیست‌دوخت قابل رشد
www.ecofriend.com//;www.designboom.com/design/suzanne-lee-biocouture-growing-textiles)
(vegetable-leather-grown-laboratory-future-fashion.html

استفاده از زیست‌فناوری در صنایع نساجی این پروژه برای افزایش نگرش‌های اخلاقی مردم

و امکان تحقق پوشیدن چرم بدون کشتن حیوانات به‌عنوان نقطهٔ شروعی برای بحث فرهنگی ارائه شده است. «زیست‌شناسی مصنوعی»[۳۵] علمی ترکیبی و نو، شامل دانش زیست‌شناسی و مهندسی است که برای همه، ازجمله طراحان و مهندسان منسوجات، نویدبخش فرصت‌ها و زمینه‌های کاربردی نوینی بوده است.



تصویر ۴: چرم بی‌قربانی، محصولی از زیست‌شناسی مصنوعی
(www.tca.uwa.edu.au/vl/images.html)

مواد و فرایندهای طبیعی بسیار مؤثرتر و کارآمدتر از همتایان بشرساختشان هستند و این واقعیت طراحان و معماران را وادار کرد تا برای یافتن ایده و روش‌های جدید به‌طور فزاینده‌ای از طبیعت الهام گیرند؛ هرچند برخی از این تلاش‌های اولیه برای الگوبرداری از طبیعت به شکست منجر می‌شد (زمانی تصور می‌کردند که هر انسانی با اتصال یک جفت بال بزرگ به دستانش می‌تواند مانند پرندگان پرواز کند؛ اما آرزوی پرواز در شکلی کاملاً متفاوت، با بال‌های ثابت و موتور محرکهٔ مجزا به واقعیت پیوست). دانش زیست‌الگو به‌معنی الگوبرداری و تقلید محض از طبیعت نیست. با همگرایی علوم زیست‌شناسی، فناوری‌های نانو و اطلاعات، قرن ۲۱م با انقلابی بیوتکنولوژیک آغاز شده است؛ انقلابی آرام و درعین حال به‌سرعت درحال رشد در همهٔ زمینه‌ها. این دانش نوپا به حدی از پیشرفت رسیده است که توانسته ارگانیسم‌های زنده را مانند یک ماشین مهندسی و یک روبات زنده برنامه‌ریزی کند. بشر با پیشرفت‌های زیست‌فناوری در قرن اخیر، برای اولین‌بار در تاریخ توانسته است برای برآوردن و تکمیل خواسته‌هایش به تغییر برنامه و مهندسی ژن‌های گیاهان، حیوانات، باکتری‌ها و هرچیز دیگری برای دستیابی به مواد سفارشی و طبیعت‌ساز بپردازد. آیا ممکن است طراحی، معماری، منسوجات و به‌طورکلی هنر از این تغییرات بی‌بهره بماند؟

طبیعت انبوهی از تکنیک‌ها و راهکارهای تولید و استفاده از الیاف و پارچه‌ها را برای رسیدن به مقاصد عالی دربرابر بشر قرار داده است و آنچه تاکنون بشر به‌دست آورده، تنها بخش کوچکی از این ظرفیت عظیم بوده است. درک روابط کلیدی بین ساختار و عملکرد، اصلی مهم در توسعهٔ صنعت نساجی امروز است؛ اصلی که به دستیابی به عملکردهایی نظیر سازگاری[۳۶]، مقاومت حرارتی[۳۷]، آب‌گریزی[۳۸]، خودترمیمی[۳۹] و ... منجر می‌شود. نکتهٔ قابل توجه

این است که نمونه‌های فراوانی از این‌گونه کارکردها از مواد و فرآیندها در طبیعت یافت می‌شود (Eadie, 2011: 761). بسیاری از مفاهیم جدید و ایده‌های ساختارگرایانه درزمینهٔ توسعهٔ مواد چندمنظوره با حجم وسیعی از تحقیقات و برنامه‌های تخصصی در حوزهٔ طراحی پارچه و منسوجات ارتباط دارند. بر کسی پوشیده نیست که انتقال یک ایده از طبیعت به موردی بشرساخت کاری عظیم و دشوار است. در این میان، ظرفیت عظیمی برای به‌دست آوردن ترکیبات نوین و حتی غیرمعمول از کاربرد، عملکرد و یا مشخصات مواد وجود دارد که با نوسازی ساختار موادی که تاکنون در اختیار داشته‌ایم، به‌جای تغییر در ترکیبات شیمیایی آن، به‌دست خواهد آمد (Vincent, 2008: 3140). نیاز آشکار بشر برای دستیابی به پایداری و حفظ تعادل زیست‌محیطی او را وادار کرده است که علاوه‌بر الگوبرداری از طراحی‌های طبیعت، با شناخت روند و الگوهای رفتاری آن، به آینده بنگرد و بیندیشد. دانش زیست‌الگو به‌عنوان یک انقلاب در مفاهیم کلی تولید، طراحی، طبقه‌بندی و حتی تفکر و فلسفهٔ انسانی باعث بروز ایده‌هایی نو، پایدار و «سبز» در زندگی بشر امروز شده است.

نتیجه

از ابتدای قرن ۲۱م، شاهد یک دورهٔ استثنائی از تغییرات و نوآوری در علم، هنر و طراحی منسوجات هستیم. این نوآوری‌ها از یک سو شامل مواد، فرایندها و نمونه‌های بسیار جدید و پیچیده‌ای هستند که با به‌کارگیری آن‌ها، پیش‌بینی خصوصیات و عملکرد منسوجات آینده بسیار مشکل خواهد بود و از سوی دیگر شامل پاسخ هوشمندانهٔ ما به محیطی هستند که در آن زندگی می‌کنیم؛ روشی که در این مقاله به‌کار بردیم و امیدواریم بتواند بخشی از دو عواقب و اثرات مخرب زیست‌محیطی بیش از دو قرن نوآوری‌های صنعتی و تجاری بشر را جبران کند. دانش زیست‌الگو برپایهٔ توسعه و اصلاح درخواست‌های طراحی منسوجات براساس درس‌های آموخته‌شده از اصول زیست‌محیطی است. براساس آنچه در این جستار گفتیم، علاقه‌مندان این علم بر این باورند که محیط زیست بشر و هر آنچه می‌سازد بخشی از حیات او را تشکیل می‌دهد و علاوه‌بر شکل و زیبایی، رفتار و شخصیت دارد و به روشی خاص در تعامل با انسان است. در این پژوهش، کوشیدیم با ارائهٔ نمونه‌ها و نتایج گوناگونی از فعالیت‌های برجستهٔ سال‌های اخیر، گستردگی بی‌پایان ایده‌پردازی در حیطهٔ دانش زیست‌الگو و جذابیت تلاقی این ایده‌ها در عرصه‌های نوین زیست‌شناسی و طراحی را نشان دهیم؛ با این امید که طراحان پارچه و منسوجات به استفاده از ارگانیسم‌های زنده به‌عنوان مواد اولیهٔ خلاقیت‌های خود گرایش یابند و فرصت‌های نوینی را که این دانش در اختیارشان می‌گذارد، ارج نهند. روش‌های به‌کاررفته ازسوی طراحان و مهندسان برای دستیابی به منسوجاتی منطبق‌بر اصول دانش زیست‌الگو عبارت‌اند از:

- تقلید و الهام‌گیری از ساختار فیزیکی و مکانیکی عناصر طبیعی؛
- استفاده از روش‌ها و الگوهای شیمیایی و مولکولی طبیعت؛
- درک اهمیت و قدرت شکل، فرم، سطح و ساختار عناصر طبیعی؛
- ایجاد تغییرات در رفتار و روند فعالیت ژن‌ها، باکتری‌ها، سلول‌ها، میکروب‌ها و عناصر طبیعی دیگر؛
- نگاه نظام‌مند و هدف‌دار به مواد و خصوصیات منحصربه‌فرد آن‌ها؛
- به‌کارگیری زیست‌شناسی مصنوعی (طراحی و ساخت عملکردها و فرآیندهای زیست‌شناختی جدید).

در این پژوهش، تعداد کمی از این‌گونه تلاش‌ها را بررسی کردیم و همچنان زمینهٔ گسترده‌ای برای اکتشاف مستمر علمی باقی است. زیست‌الگو علاوه‌بر اینکه می‌تواند راهگشای حل چالش‌های پیش‌روی انسان درمورد سیستم‌های تولیدی و ساختاری باشد، نویدبخش افق‌های جدیدی از الگوهای روانی، فرهنگی و فلسفی است.

پی‌نوشت‌ها

1. Biomimicry
2. Bios
3. Mimesis
4. Colonel Jack Ellwood Steele (1924- 2009) پزشک و افسر ارتش و نیروی هوایی آمریکا
5. Bionics
6. Biomimetics
7. Otto Herbert Schmitt (1913- 1998) مخترع و متخصص بایوفیزیک آمریکایی
8. Janine Benyus (Born 1958) نویسنده، مشاور و متخصص علوم طبیعی آمریکایی
9. Biomimicry: innovation inspired by nature, Janine Benyus, William Morrow Paperbacks. 2nd Edition (2002).
10. Leonardo da vinci (1452- 1519)
11. Bioinspiration
12. Bioderivation
13. Brian S. Thompson
14. Green Design, known as Sustainable Design, EcoDesign and Environmental Design.
15. Velcro
16. George de Mestral
17. Wilhelm Barthlott (Born 1946) گیاه‌شناس و متخصص علم بایونیک آلمانی
18. Lotus-effect
19. BASF's lotus-effect aerosol spray (http://nanotechweb.org/cws/article/tech/16392)
20. Lotusan (http://www.sto-sea.com/93147_EN-Brochures-Lotus_Effect_Facade_coatings.pdf)
21. Nanosphere (http://www.schoeller-textiles.com/en/technologies/nanosphere.html)
22. Teijin
23. Morpho Butterfly گونه‌ای پروانه بومی آمریکای مرکزی و جنوبی
24. Morphotex
25. Carole Collet (http://www.carolecollet.com/about/)
26. Nobel Textiles Project
27. Sir John Sulston (2002) زیست‌شناس بریتانیایی و برندهٔ نوبل فیزیولوژی
28. Biolace
29. Suzanne Lee (http://biocouture.co.uk/about/)
30. Kombucha

31. Bio-couture
32. Oron Catts (http://www.tca.uwa.edu.au/atGlance/bios.html)
33. Ionat Zurr (http://www.tca.uwa.edu.au/vl/vl.html)
34. Victimless Leather
35. Synthetic biology
36. Adaptive
37. Thermo-resistant
38. Superhydrophobic
39. Self-healing

منابع

- بنیوس، جنین، (۱۳۸۶)، «علم و تکنولوژی: فراگیری تدبیر زندگی از طبیعت مادر»، **مجلهٔ سیاحت غرب**، ش ۴۵، صص ۱۰۲- ۱۱۴.

- Bar-Cohen, Yoseph, (2006), *Biomimetics*: *Biologically Inspired Technologies*, CRC Press, Florida.

- Benyus, Janine, (2002), *Biomimicry*: *Innovation Inspired by Nature*, William Morrow Paperbacks, NewYork.

- Berkebile, Bob & Jason McLennan, (2004), «*The Living Building*: *Biomimicry in Architecture*. *Integrating Technology with Nature*», BioInspire e-magezine. Available: http://biomimicry.typepad.com/bioinspire/files/BioInspire.18-07.17.04.pdf. Viewed on 2 Jan.2014.

- Colchester, Chloe, (2007), *Textiles Today*, Thames & Hudson, London.

- Eadie, Leslie & Tushar K.Ghosh, (2011), "Biomimicry in textiles: past, present and potential", *An overview*, *Journal of the Royal Society Interface*, Vol. 8, Pp. 761- 775.

- Lakhtakia, Akhlesh & Raul Jose Martin-Palma, (2013), *Engineered Biomimicry*, Elsevier, Massachusetts.

- O'Mahony, Marie & Sarah E.Braddock Clarke, (2005), *Techno Textiles*2, Thames & Hudson, London.

- *Oxford Dictionary*, (2007), Oxford University Press, Oxford.

- Perona, Francesca, (2012), *Skinning Future Textiles*, MA Dissertation. Goldsmiths University of London.

- Rojrairikutsl, Pinunta, (2013), "Bio-inspiration in the Wings of Man-made Flyers", *Journal of Research and Applications in Mechanical Engineering*, Vol. 1, Pp. 1- 8.

- Thompson, Brian S, (1999), "Environmentally-sensitive design: Leonardo WAS right", *Materials and Design*, Vol. 20, Pp. 23- 30.

- Vincent, Julian F.V, (2008), "*Biomimetic materials*", Journal of Materials Research, Vol. 23, Pp. 3140- 3147.