

پایداری و شیوه‌های طراحی پایدار

ابراهیم باقری

عضو هیئت علمی گروه طراحی صنعتی دانشگاه سمنان

چکیده:

دغدغه زیست محیطی، پایداری، توسعه پایدار و طراحی سبز مفاهیمی آشنا در نظر معماران، شهرسازان، طراحان صنعت و بسیاری از اقشار مسئول جوامع انسانی هستند. در این مقاله سعی شده است تا مفاهیم مذکور بیشتر در حوزه طراحی صنعتی مورد بررسی واقع شود و به روش‌های ارائه شده از سوی اندیشمندان این حوزه اشاره گردد. بنابراین ابتدا مفهوم پایداری در سامانه طبیعی ذکر شده و به تارخچه مختصر طراحی پایدار اشاره می‌شود. سپس مهم‌ترین شیوه‌ها و اصول طراحی پایدار محصول مورد بررسی قرار می‌گیرد و برخی از مثال‌های کاربردی طراحی محصولات که مبتنی بر اصول مذکور هستند نیز به همراه تصویر ارائه می‌شوند. این مقاله می‌تواند به صورت کاملاً کاربردی مورد استفاده طراحان صنعت، مدیران تولید و دانشجویان رشته‌های مرتبط قرار گیرد.

کلید واژه‌ها:

طراحی پایدار، توسعه پایدار، اکودیزاین^۱، طراحی سبز، بهره‌وری زیست محیطی

سامانه‌ی طبیعی و مفهوم پایداری

سامانه مجموعه‌ای از اجزاست که با یکدیگر دارای برهم‌کنش (تعامل) هستند و هدف واحدی را دنبال می‌کنند. تشکیل سامانه باعث پدید آمدن ارتباط و تعامل برون سامانه‌ای نیز می‌شود، بدین معنا که سامانه با محیط، سامانه‌ها و دیگر مؤلفه‌های بیرونی می‌تواند ارتباط برقرار نموده و تعامل داشته باشد. آسیب‌رسانی یک مؤلفه به مؤلفه‌های دیگر متعامل، زندگی کل سامانه را به مخاطره می‌اندازد. بنابراین تهدیدی برای خود مؤلفه آسیب‌رسان نیز محسوب خواهد شد.

سامانه‌ی طبیعت سامانه‌ای بسیار پیچیده است و ارتباط متقابل مؤلفه‌های ساختاری طبیعت، حیات طبیعی را باعث شده است. انسان جزئی از این سامانه است، اما با رشد و پیشرفت تکنولوژی شاهد آسیب‌رسانی این موجود متفکر به سامانه‌ی طبیعی، یعنی زیستگاه خود او هستیم. انسان باید هر عاملی را که به سامانه طبیعی آسیب می‌رساند از برنامه رفتاری خود حذف نماید.

تاریخچه‌ی طراحی پایدار

اکودیزاین که سعی در یکپارچه‌سازی دغدغه‌های محیطی با طراحی محصولات و دنیای مصنوع دارد در اواسط دهه‌ی ۱۹۷۰ به صورت یک رشته‌ی علمی مجزا شناخته شد. اما پیش‌زمینه‌ی این رشته‌ی علمی به دغدغه‌ی اکولوژیست‌هایی همچون لئو پولد^۲ (۱۹۴۸-۱۸۸۷)، نیس^۳ (۱۹۱۲) و نگرش‌ها و انتقادات اقتصادی اجتماعی و سیاسی افرادی چون مامفورد^۴ (۱۸۹۰-۱۸۹۵)، بوکچین^۵ (۱۹۲۱)، پکارد^۶ (۱۹۹۶-۱۹۱۴) و شوماخر^۷ (۱۹۷۷-۱۹۱۱) بازمی‌گردد. برخی افراد انتشار کتاب «بهار خاموش»^۸ راشل کارسون^۹ در سال ۱۹۶۲ را کاتالیزور دغدغه‌ی محیطی، و کتاب «طراحی برای دنیای واقعی»^{۱۰} ویکتور پاپانک^{۱۱} در سال ۱۹۷۱ را بارقه‌ی پدید آمدن جنبش اکودیزاین می‌دانند (dti, 2009, 2).

انسان در مسیر توسعه شاهد پیشرفت‌های چشمگیری بوده است، اما در اواخر دوران مدرن متوجه آشفتگی‌های غیرطبیعی و غیرمعمول در آب و هوا، دمای زمین و...

می‌شود و پس از بررسی، تخریب لایه‌ی ازن را یکی از عوامل این آشفتگی‌ها می‌داند. اما این پدیده حاصل رفتار و طراحی و تولید انسانی است. آلودگی روزافزون آب و هوا و سطح زمین، افزایش بی‌رویه‌ی مصرف سوخت‌های تجدیدنپذیر، ازدیاد پسماندها و دیگر عواملی که زاینده‌ی رفتار انسان هستند نیز سامانه‌ی زیست‌محیطی را مورد تهدید قرار داده‌اند. به بیان دیگر انسان زیستگاه خود را به مخاطره انداخته است و حال و آتیه‌ی خود را در خطر می‌بیند. شرایط موجود، متفکران و طراحان را به تأمل وامی‌دارد و دیدگاه کل‌گرا^{۱۲} مطرح می‌گردد.

کل‌گرایان معتقد هستند که مشکلات موجود ناشی از جزءگرایی^{۱۳} است. تفکری که بر اساس آن سرنوشت انسان جزئی از سرنوشت کل طبیعت دانسته نمی‌شده است و نگرش انسان به زمان، در حد عمر خود یا نسل فعلی بوده است. در نگرش کل‌گرایی انسان طبیعت را حاکم بر سرنوشت خود می‌شناسد. بنابراین به دنبال تعامل و هماهنگی با طبیعت است و زمان را جاری و غیر منقطع می‌داند و بر این اساس به آینده و سرنوشت بشر می‌اندیشد (احمدی، ۱۳۸۲، ۹۴).

بر اساس تفکرات جدید، مفاهیم پایداری، توسعه‌ی پایدار^{۱۴} و طراحی پایدار^{۱۵} عنوان می‌شوند که همگی به دنبال سلامت سامانه زیستی و دوام و پایداری آن در آینده هستند، مفاهیمی که تحقق آن‌ها تضمین‌کننده‌ی آتیه‌ی بشر تلقی می‌شود. در سال ۱۹۸۷ در گردهمایی سازمان ملل در برانتلند^{۱۶} مفهوم توسعه‌ی پایدار به صورت زیر تعریف می‌شود:

«توسعه‌ی پایدار توسعه‌ای است که تا اندازه‌ای به نیاز بشر حاضر پاسخ گوید که امکانات پاسخ‌گویی نیاز آیندگان را نابود نکند» (ace, 2010).

مدیران، متفکران و طراحان نقش بسزایی در مشکلات زیست محیطی به‌وجود آمده داشته‌اند. بنابراین مفاهیمی چون تفکر سبز^{۱۷} و طراحی پایدار نیز مطرح می‌شود:

«طراحی پایدار، گونه‌ای از طراحی است که در آن طراح با ارائه‌ی راه‌حلهایی به اهداف محیطی، اجتماعی و اقتصادی در نگاهی کل‌نگر پاسخ‌گوید و بتواند کیفیت برتر برای زندگی

■ شیوه‌های طراحی پایدار

تنوع زیادی از اصول و روش‌های طراحی محصول به شیوه‌ی پایدار توسط طراحان و متفکران این عرصه ارائه شده است. در این بخش به کلیت برخی از مهم‌ترین روش‌ها اشاره می‌شود. باید توجه داشت که برخی از این شیوه‌ها مبتنی بر محصول و برخی دیگر بیشتر مبتنی بر کاربر یا استفاده‌کننده هستند.

- سلسله مراتب مدیریت پسماند^{۲۶}

این روش یک الگوی طراحی اولیه و قدیمی است که تأکید اصلی آن بر مدیریت و کاهش پسماند است. در این روش هدف اول کاهش پسماند است، هدف دوم استفاده‌ی مجدد از محصول، مؤلفه‌ها و مواد کاربردی در آن است و در نهایت بازیافت به عنوان هدف سوم مطرح می‌گردد. این مدل به قدیمی‌ترین و شاید ساده‌ترین اصول طراحی زیست محیطی متمرکز بر محصول با عناوین کاهش، استفاده‌ی مجدد و بازیافت منجر شده است (Gertsakis & Lewis, 2003, 7).

- ایده‌ی بهره‌وری زیست محیطی^{۲۷}

این شیوه، رویکردی مبتنی بر محصول است که بر افزایش بهره‌وری انرژی و منابع از طریق نوآوری تکنولوژیکی تأکید می‌ورزد. افرادی چون وان ویزاساکر و لووینس^{۲۸} معتقدند که بهره‌وری بیشتر در محیط زیست می‌تواند باعث شود تا حتی با دو برابر شدن میزان مصرف، تأثیرات منفی محیطی نصف شود (بهره‌وری با ضریب چهار) (Lehni, 2000, 9-11). «هایپرکار^{۲۹}» اثر مؤسسه‌ی راکی مانتین^{۳۰} (تصویر ۱) و یخچال «فرایا^{۳۱}» که توسط اورسولا تیکنر^{۳۲} طراحی شده است

نسل کنونی و میراث ارزشمند برای آیندگان فراهم سازد». گزارش برانتلند موج دوم دغدغه‌ی محیطی را تسریع نمود و به همراه آن «انقلاب مصرف‌کننده‌ی سبز»^{۳۸} طراحی را در توسعه‌ی خط فکری محصولات سبز و افزایش پذیرش آن در ذهن مشتری بسیار حایز اهمیت می‌دانست. کتاب «الزامات سبز»^{۳۹} ویکتور پاپانک^{۴۰}، «زیبایی مطلق محصولات پایدار»^{۴۱} اثر داتچفسکی^{۴۲} و بسیاری از کتب و مقالات دیگر نیز توسط طراحان و تئوریسین‌های طراحی ارائه می‌شوند که همگی خواستار نگرش متفاوت و تغییر در مسیر طراحی محصولات هستند. در اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ با جای گرفتن «طراحی برای محیط زیست»^{۴۳} در دستور کار صنفی شرکت‌ها، طراحان این رویکرد را سرلوحه‌ی کار خود قرار دادند. در طول دهه‌ی ۱۹۹۰ تا به امروز پیشرفت‌های جدید، عرصه‌ی طراحی را تحت تحریک و فشار قرار داده است. متفکری با نام ایزو منزینی^{۴۴} جزئی از جنبش در حال رشدی است که معتقد است طراحان باید با ایجاد نگرش «زندگی روزمره پایدار»^{۴۵}، شرایط موجود را جبران نمایند. این نگرش نیاز به گونه‌های مختلف کالا و خدمات را بازبینی نموده و تعریف مجددی ارائه می‌دهد (dti, 2009, 2).

رویکردهای جدیدی نیز پدید آمده‌اند که مبتنی بر سامانه‌های بیولوژیکی و اکولوژیکی هستند و کم کم الگوهای طبیعی و پروسه‌های مورفولوژیکی دستور کار طراحی را تغییر می‌دهند. سرعت رشد و توسعه‌ی تفکرات پایدار کاهش نمی‌یابد، بلکه با توجه به نیاز حیاتی بشر به سلامت محیط زیست هر روز شاهد توسعه‌ی چشمگیر چنین نگرشی در عرصه‌های مختلف مدیریت، برنامه‌ریزی و طراحی هستیم.



(تصویر ۱) Hypercar: اتومبیل سبز

(تصویر ۲) مثال‌های کاربردی محصولاتی هستند که به این سطح بهره‌وری در انرژی و مواد دست یافته‌اند. اجزای ساختاری و سطوح بدنه‌ی این اتومبیل از کامپوزیت پیشرفته‌ی فیبر کربن ساخته شده‌اند. در نتیجه بدنه محکم، قوی و بسیار سبک است و در تصادف پنج برابر اتومبیل‌های معمول توان مقاومت و جذب ضربه را داشته و به علت وزن کم، کم‌ترین تکان آنی را داراست. کاهش وزن باعث شده است تا مؤلفه‌های به کار رفته درون اتومبیل نیز کوچک‌تر باشند. به عنوان مثال سامانه‌ی هدایت و کنترل بسیار کوچک‌تری در آن نصب شده‌است. اندازه‌ی موتور نیز کاهش یافته‌است که ضمن کاهش وزن، میزان مصرف انرژی را به مراتب کاهش می‌دهد. بهره‌وری مصرف سوخت در این اتومبیل بی‌نظیر است.



(تصویر ۲) یخچال فرایا

که باعث ماندگاری محصول می‌شود. پنج درب مجزای یخچال باعث می‌شود تا هنگام استفاده فقط درب بخش مورد نظر باز شده و اتلاف انرژی به حداقل ممکن برسد. یخچال فاقد CFC است و عامل عایق سطوح نیز چوب‌پنبه و کاغذ بازیافتی است. حتی در شرایط معمول، میزان مصرف انرژی این محصول نصف یخچال‌های موجود است.

یخچال فرایا در کالبد ساختمان جای می‌گیرد و در واقع پشت یخچال با بیرون ساختمان مرتبط است تا وقتی هوای بیرون سرد است به جای سیستم خنک‌کننده، فن یخچال هوای سرد را به داخل آن انتقال دهد. قرار گرفتن در بدنه‌ی ساختمان با عایق نمودن محصول، میزان انتقال حرارتی را به حداقل می‌رساند. این محصول کاملاً مدولار طراحی شده است. بنابراین هر جزء آن قابل تعویض است

- روش سنجش چرخه‌ی زیستی محصول^{۳۳} (LCA)



(تصویر ۳) چرخه‌ی زیستی محصول و LCA

۱. تعیین لیست موجودی در چرخه‌ی زیستی: فرایند تعیین کمیت انرژی، آب و منابع طبیعی استفاده شده در استخراج، تولید و توزیع محصول و میزان نشر آلودگی در هوا، فاضلاب و پسماندهای جامد.
۲. تجزیه و تحلیل تأثیر چرخه‌ی زیستی: فرایند ارزیابی تأثیرات بارکنش‌های محیطی تشخیص داده شده در لیست موجودی چرخه‌ی زیستی بر سلامت انسان و محیط زیست.
۳. تجزیه و تحلیل اصلاح چرخه‌ی زیستی: فرایند کاهش سنجش چرخه‌ی زیستی محصول شیوه‌ای است که در آن تمام مراحل طول عمر محصول در طراحی مورد توجه قرار می‌گیرد (استخراج مواد، حمل و نقل، تولید، بسته‌بندی، توزیع، استفاده و دفع محصول). این شیوه باید متشکل از سه بخش مجزا ولی مرتبط باشد (Levan, 1998, 2):

سربار محیطی که با میزان استفاده از انرژی و مواد خام در طول چرخه‌ی زیستی محصول و عوامل منتشره در محیط مرتبط است.

در این روش تصمیماتی که در هر مرحله از طول عمر محصول اتخاذ می‌شود بر مرحله‌ی قبلی و بعدی تأثیرگذار است. به عنوان مثال بازیافت پسماندها و بازگرداندن آن‌ها به سامانه‌ی چرخه‌ی زیستی محصول می‌تواند به صورت بالقوه میزان استخراج و مصرف منبع را کاهش دهد.

- مهد تا مهد^{۳۴}

کتاب «مهد تا مهد» توسط مک دوناف و برانگارت^{۳۵} در سال ۲۰۰۲ ارائه شده است. شیوه‌ی ارائه شده، راه حل‌های ریشه‌ای‌تری را به طراحی عرضه می‌کند تا سامانه‌های اقتصادی و اجتماعی را با سامانه‌های زیست محیطی مرتبط، هماهنگ سازد. در نظر مک دوناف و برانگارت، طراحی محصولات و خدمات باید محیط زیست را غنا بخشد، نه اینکه آن را تهی سازد. به جای کاهش و به حداقل رساندن تأثیرات مخرب محصولات و خدمات، زبان این روش، الهام گرفتن، خلاقیت و نوآوری در جهت ترمیم و بازسازی و غنای محیط زیست است.

«افزایش بهره‌وری زیست محیطی فقط در جهت کاهش سامانه‌های فرسوده و مخرب است. در برخی موارد که کار و تأثیر این سامانه‌ها دقیق‌تر، ظریف‌تر و طولانی مدت است، می‌توانند مخرب‌تر باشند» (McDonough & Braungart, 2002, 62).

روش «مهد تا مهد» معتقد به «حلقه‌های بسته منابع»^{۳۶} است که در آن‌ها پسماند یک صنعت منبع تغذیه یا مواد خام صنعت دیگر است. محصولات، ماده‌ی مغذی صنعتی یا بیولوژیکی تلقی می‌شوند که باید جهت استفاده‌ی بیشتر به مخزن منابع بازگردند. مواد مغذی صنعتی شامل مواردی همچون یخچال‌ها، تلویزیون‌ها و دیگر وسایل هستند که مواد کاربردی در آن‌ها در چرخه‌های صنعتی باقی می‌ماند. مواد مغذی بیولوژیکی (محصولات خدماتی یا

موادی با پایه‌ی زیستی) طراحی می‌شوند تا به شیوه سالم به چرخه‌های زیستی بازگردند. این مواد «بدون پسماند»^{۳۷} دانسته می‌شوند.

- سامانه‌های خدمات محصولات^{۳۸}: (PSS)

این روش، نوآوری دیگری است که توسط طراحان پیشرو همچون والتر استاهل^{۳۹}، مؤسس شرکت «حیات محصول»^{۴۰} در سوئیس، جهت شمول ابعاد اجتماعی در عرصه‌ی طراحی ارائه گردید. والتر استاهل معتقد است:

«در جهت افزایش بهره‌وری یک منبع با ضریب بیش از چهار و یا حتی ضریب ده، استراتژی‌های نوآورانه جهت ارائه‌ی راه حل‌های جدید مورد نیاز است تا بتوان به جای غلبه بر مشکلات در سطح محصول، در سطح سیستمی بر مشکلات فائق آمد» (dti, 2009, 4).

ایده‌ی کلیدی موجود در PSS این است که استفاده‌کنندگان به طور مشخص متقاضی محصولات نیستند بلکه به دنبال سودمندی و فایده‌ای هستند که توسط این محصولات و خدمات فراهم می‌شود. استاهل می‌گوید:

«فرض زیربنایی روش PSS این ایده است که ارزش یک محصول در نظر خریدار در کاربرد، سودمندی و مزایایی است که آن محصول برای خریدار فراهم می‌کند» (Mont, 2001, ۱۱). در پاسخ به برخی از نیازها، استفاده از خدمات به جای یک محصول فیزیکی می‌تواند باعث شود تا به نیازهای بیشتری با استفاده‌ی کم‌تر از مواد و انرژی پاسخ داده شود. مثال‌های زیادی از این رویکرد در خدمات بازرگانی دیده می‌شود (مثل خدمات فتوکپی زیراکس یا خدمات نظافتی الکترولوکس و...). با این رویکرد برخی از خدمات همچون خدمات موبایل نیز به بازار مصرف‌کننده وارد شدند. تعدادی از طرح‌های بین المللی و شبکه‌های اینترنتی نیز جهت کاوش و بازاریابی در این عرصه به وجود آمدند (مثل SUSPRONET و MEPSS). این رویکرد در سطح سامانه‌های وسیع‌تری (همچون سامانه‌ی شناخت نیازهای خدماتی مصرف‌کنندگان) می‌تواند مورد

استفاده قرار گیرد، همچنین می‌تواند با دقت بیشتری توسط شرکت‌های ائتلافی محصول و خدمات مورد تمرکز و استفاده قرار گیرد (dti, 2009, 4).

- محصولات و خدمات سفارشی^{۴۱}

در مقیاس کوچک، محصولات سفارشی می‌توانند جایگزین تولید انبوه باشند، محصولاتی با کیفیت بالا که بادوام هستند و محدوده‌ی زمانی مصرف ندارند. در اینجا افزایش راندمان و بهره‌وری به همراه بسندگی در مصرف مورد نظر است. محصولات صنایع دستی (همچون کفش و مبلمان) مثال‌هایی هستند که مزایای خدماتی وسیعی دارند، مصرف‌کننده به آن‌ها تعلق خاطر پیدا می‌کند، از آن‌ها مراقبت نموده و در صورت لزوم به تعمیر آن‌ها می‌پردازد. بنابراین طراحی و تولید این‌گونه محصولات باعث ترویج دوام و ماندگاری محصول در اجتماع می‌شود و سرمایه مورد نیاز به ازای هر کارگر را کاهش می‌دهد. مطالعه موردی در مورد تأثیر محصولات سفارشی بر طراحی پایدار صورت پذیرفته است که نتیجه‌ی آن به صورت زیر عنوان شده است:

«با تولید کفش‌های سفارشی صنایع دستی، استراتژی کفایت و بسندگی (بهتر به جای بیشتر) حاصل می‌شود. این شیوه‌ی تولید که به نیروی انسانی زیادی احتیاج دارد، امکان ایجاد مشاغل با راندمان زیست محیطی بالا، غیرمتمرکز و صرفه‌جو در منابع را میسر می‌سازد. به طور هم‌زمان دوام و ماندگاری، امکان تعمیر و ارزش بالای محصول، منجر به دستاوردهای زیست محیطی می‌شود. درگیری ذهنی استفاده‌کننده با محصول رضایت او را جلب می‌کند تا از محصول برای مدت زمان طولانی استفاده نماید» (dti, 2009, 4).

- تفکر مبتنی بر طبیعت، بیومیمیکری^{۴۲}

این رویکرد، عرصه‌ای در حال رشد است که در آن طراح محصولات و خدمات، با به‌کارگیری اصول و

فرایندهای اکولوژیکی و بیولوژیکی به تقلید از طبیعت می‌پردازد. داتچفسکی^{۴۳} و جنین بنیوس^{۴۴} از پیش‌گامان ارائه‌ی اصولی در طراحی پایدار هستند که ملهم از طبیعت بوده و به پایداری در طراحی می‌انجامد. جنین بنیوس می‌گوید:

«طراحی پایدار در مورد کل سامانه‌ی طبیعت است و ساده نیست. شما جهت درک و فهم حتی یک نگاه اجمالی بر کل سامانه نیازمند یک تیم هستید. بیومیمیکری را نوشتم تا به شیوه‌ای دیگر بگویم تمام زندگی مقدس است. این ارگانیسم‌ها ممکن است زیبا باشند، اما خردمندانه نیز هستند و ما باید به آن‌ها به عنوان مربی خود بنگریم. تمام زندگی به انضمام ما مقدس است. از بنیان سامانه‌ی طبیعی مجموعه‌ی یکپارچه‌ای از روش‌ها و خط مشی‌ها پدیدار می‌شود. با بهره‌گیری از خط مشی‌های طبیعی همه چیز ساده‌تر می‌شود» (dti, 2009, 32).

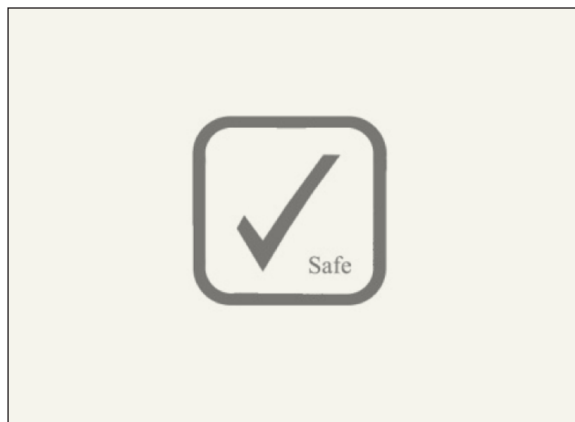
- اصول طراحی پایدار از نظر بنیوس (dti, 2009, 5)

۱. پسماند را به عنوان یک منبع مورد استفاده قرار دهید.
۲. همکاری و همیاری نمایید تا از زیستگاه خود به طریقی درست استفاده نمایید.
۳. در جمع‌آوری و استفاده از انرژی بهره‌ور و کارآمد عمل نمایید.
۴. به جای بیشینه‌سازی، بهینه‌سازی نمایید.
۵. در استفاده از مواد صرفه‌جو باشید.
۶. محل زندگی خود را آلوده نسازید.
۷. ذخایر انرژی را به اتمام نرسانید.
۸. هماهنگی و توازن با زیست کره را حفظ نمایید.
۹. بر اساس اطلاعات اقدام نمایید.
۱۰. از منطقه و محل خود خرید نمایید.

ادوین داتچفسکی در کتاب «زیبایی مطلق محصولات پایدار»^{۴۵} اصول طراحی محصولات سبز را به صورت زیر عنوان می‌کند: (Datschefski, 2001)

جزر و مد و...).

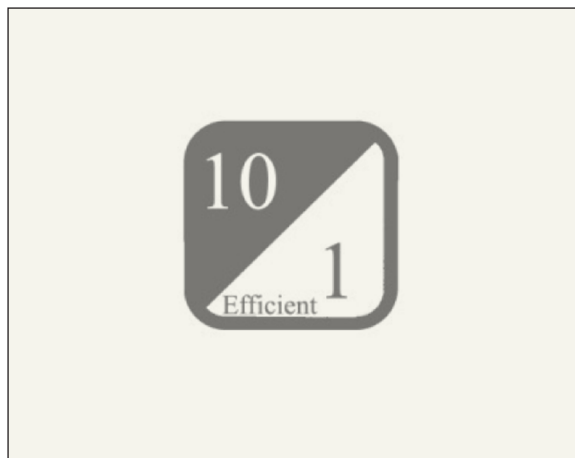
- ذخیره‌ی انرژی‌های طبیعی و تجدیدپذیر می‌تواند باعث ایجاد منبع ارزشمند انرژی برای تولید و کاربرد محصولات شود.



۳. سالم

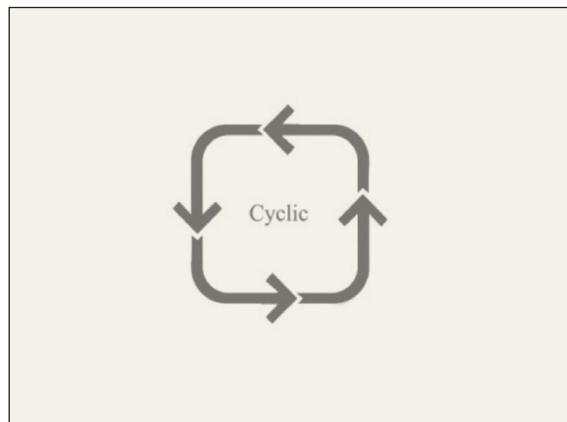
- برگ درختان در پاییز محصول پسماند درخت است، اما منبع تغذیه ارگانیک دیگر تلقی می‌شود. بنابراین از آنجا که خود محصولات و خروجی یک محصول یا فرایند وارد زمین، آب، هوا یا فضای اطراف می‌شود باید آسیبی به دیگر سامانه‌ها وارد نساخته و منبع تغذیه سامانه‌های دیگر باشند.

- یک فرایند یا محصول سالم و بی‌خطر آسیب فیزیکی یا شیمیایی به زندگی بشر و موجودات نمی‌زند.



۴. بهره‌ور

- محصول باید به گونه‌ای طراحی شود که میزان مصرف انرژی، آب و مواد مصرفی در تولید و استفاده از آن نود درصد کمتر از محصولات با کاربرد مشابه در سال ۱۹۹۰ باشد.

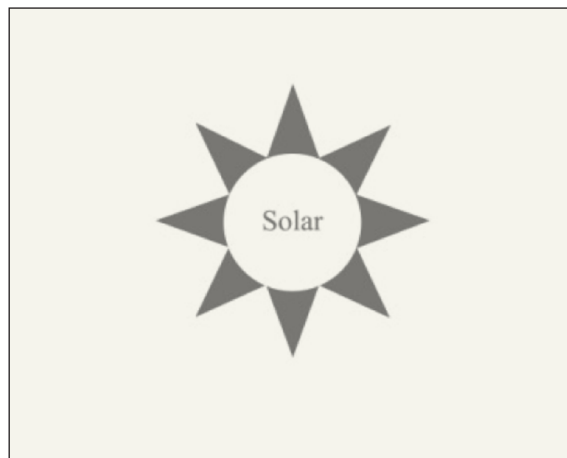


۱. چرخه‌ای

- از مواد قابل بازیافت و قابل هضم در چرخه‌ی زیستی استفاده نمایید.

- به جای نشر پسماندها و مواد سمی، فقط موادی را نشر دهید که در چرخه‌ی زیستی منبع تغذیه باشند.

- اگر مواد طبیعی و مصنوعی بتوانند در چرخه‌ی زیستی هضم شده و به مواد دیگر تبدیل شوند، هیچ‌گاه منابع انرژی به پایان نمی‌رسند. بنابراین محصولات باید بخشی از چرخه‌ی طبیعی باشند.



۲. خورشیدی

- مواد و انرژی مصرفی باید از انرژی‌های تجدیدپذیر حاصل شوند: (انرژی خورشیدی، کاربرد فتوسل و سطوح فتوولتائیک، باد، امواج، انرژی ماهیچه‌ای، زمین گرمایی،

- کاهش مصرف مواد و انرژی در تولید به معنای کاهش مصرف سوخت و دیگر منابع انرژی، کاهش هزینه‌ی مصرفی و همچنین کاهش تولید آلودگی است. به بیان دیگر افزایش بهره‌وری مواد و مصرف انرژی به معنای آسیب کمتر به محیط زیست است.



۵. اجتماعی

- منابع یا سرمایه‌ی انسانی، مهمترین سرمایه در تولید محسوب می‌شود. بنابراین باید به حقوق انسان‌ها و عدالت اجتماعی احترام گذاشت. بر این اساس باید بهره‌کشی و استثمار و سوء استفاده از انسان‌ها حذف شده، حقوق کودکان، معلولین و... در شرایط کار رعایت شده و ایمنی و سلامت کاربران تأمین گردد.

رویکرد مبتنی بر طبیعت طراحی را از الگوی تکنولوژیکی و صنعتی به الگوی اکولوژیکی و بیولوژیکی هدایت نموده و تغییر مسیر می‌دهد. هر چند این روش اصولاً بر محصول تمرکز دارد، اما می‌تواند در سطح سامانه‌های وسیع‌تری همچون جوامع، سازمان‌ها، اقتصاد بومی و... کاربرد پیدا کند. همچنین می‌تواند در طراحی دقیق محصول نیز مورد استفاده قرار گیرد. (مثل بهره‌گیری از راه حل‌های کاربردی ملهم از عناصر زیستی جهت طراحی عملکرد و زیبایی محصول: بیونیک)

- طراحی کاربر محور (UCD)^{۴۶}

طراحی کاربر محور امروزه مفهومی بسیار گسترده دارد و همان‌گونه که از عنوان آن مشخص است از فازهای تحقیقاتی تا طراحی، تولید، بسته‌بندی، استفاده و دفع محصول، کاربر را محور تصمیم‌گیری قرار می‌دهد. در این شیوه نیز طبیعت به

عنوان سامانه‌ی کل و بستر زندگی انسان بسیار حائز اهمیت است و طراحی نباید به سامانه‌ی طبیعی آسیب وارد نماید. این رویکرد می‌تواند از بعد اجتماعی یک فرایند فراگیر تلقی شود و می‌کوشد تا در طراحی به یک اتفاق آراء دست یابد و همه‌ی کاربران را با تنوع وسیعی از دانش و معلومات پوشش دهد. این روش توسط کریستوفر دی^{۴۷} در معماری و توسط هیلاری کاتام^{۴۸} و همکارانش در انجمن طراحی به منظور طراحی ساختمان‌ها و مراکز خدمات عمومی (بهداشت، آموزش و زندان‌ها) مورد استفاده قرار گرفته است (6 - 5, 2009, dti).

- اصول منزینی^{۴۹}

منزینی برخی از پیشرفته‌ترین تفکرات را در تئوری و کاربرد اکودیزاین ایجاد نموده است. او در مقاله‌ای با نام «طراحی برای پایداری، چگونه به طراحی راه حل‌های پایدار بپردازیم» دستورالعمل‌های طراحی پایدار را این‌گونه عنوان می‌کند (9-10, 2008, Manzini):

۱. فرضیات اصلی را بررسی نمایید.
۲. از آنچه که موجود است استفاده نمایید. (استفاده مجدد و یا متریقی ساختن آنچه موجود است.)
۳. حرکت و جابه‌جایی را به حداقل برسانید. (بومی ساختن تولید و مصرف محصولات و کوچک ساختن محدوده‌ی چرخه‌ی زیستی محصولات از استخراج تا دفع)
۴. از انرژی‌های تجدیدپذیر طبیعی استفاده نمایید.
۵. سامانه‌های همزیست ایجاد نمایید. (ایجاد چرخه‌های بسته و فاقد پسماند با ایجاد و ترکیب چرخه‌های همزیست)
۶. یکپارچه‌سازی کنید و به اشتراک بگذارید. (از یاد محصولات برای مصرف شخصی متناقص با پایداری است. خدمات مرتبط را یکپارچه ساخته و نیاز به تجهیزات و محصولات را با ارائه خدمات و چند کاربردی نمودن محصولات کاهش دهید.)
۷. به افراد و انجمن‌ها قدرت و اختیار دهید. (به فکر سامانه‌هایی باشید که در آن‌ها افراد و جوامع در حل مشکلات خود نقش دارند.)
۸. سازمان‌هایی منعطف با شبکه ارتباطی ایجاد نمایید. (پایدار شدن، فرایند فراگیری اجتماعی است. به فکر سامانه‌هایی باشید که بازخوردها را تقویت نموده و ظرفیت خود را در فراگیری از

بازخوردها، تجارب و جهت‌گیری مجدد افزایش دهند.)

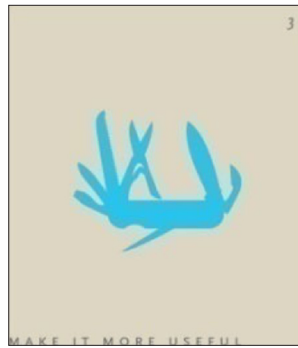
هدایت خواهد نمود» (dti, 2009, 6).

در پایان شیوه‌ای با عنوان «راهنمای عرصه‌ی طراحان جهت پایداری» ارائه می‌شود که شامل چرخه‌ی طراحی پایدار است که از چهار بخش اصلی تشکیل شده است. در واقع هر بخش منحصر به یک سؤال بنیادین در طراحی است و اصول ارائه شده در هر بخش نیز مبتنی بر سؤال مذکور می‌باشند. ساختار این چرخه بر اساس مطالعات و روش‌های طراحی پایدار ارائه شده توسط متفکران این گرایش تشکیل شده است که در این مقاله به آن‌ها اشاره شد، اما از آنجا که دستورالعمل‌های ارائه شده در این بخش دارای جزئیات واضح و کاربردی بوده و در عرصه طراحی صنعتی ملموس‌تر به نظر می‌رسند، ترجیح داده شد تا در این مقاله به آن‌ها پرداخته شود. چند مثال کاربردی جهت وضوح این اصول ارائه شده است.

ایزیو منزینی در کتاب «هر روز پایدار» بحث را از منظر اصول و وسعت سیستمی شروع می‌کند تا زندگی روزمره پایدار را در یک بستر شهری تجسم بخشد. این امر در تعریف مجدد انواع محصولات و خدماتی که ممکن است در چنین جامعه‌ای مورد نیاز واقع شوند طراحی را با چالش روبرو می‌کند. منزینی می‌گوید: «گذر به سوی پایداری در ابعاد روزمره می‌تواند به صورت زیر تشریح شود: در دوره‌ی کوتاه زمانی بیلیون‌ها نفر از مردم باید به تعریف مجدد پروژه‌های زندگی خود بپردازند. هر چند که تفاوت‌های زیادی وجود دارد، اما مسیرهای جدیدی که می‌توانند و می‌خواهند انتخاب نمایند، خط سیر متداولی خواهند داشت، خط سیری که ما را با تمام تفاوت‌ها و تنوع‌ها به سوی آینده پایدار

– راهنمای عرصه طراحان جهت پایداری (Lunar, 2010)

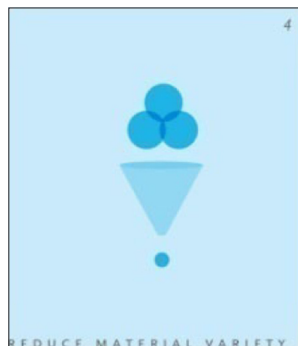




۳. محصول را سودمندتر طراحی نمایید:

این مورد ممکن است در نگاه اول نقطه‌ی متضاد قانون شماره‌ی ۲ به نظر برسد، اما تفاوت بزرگی بین درجه‌ی سودمندی محصول و پیچیدگی آن وجود دارد. ایجاد مزیت کاربرد دیگر منطقی یا طبیعی برای یک محصول فقط آن را مطلوب‌تر و جالب‌تر نمی‌سازد، بلکه به کاهش تعداد محصولاتی که در مسیر دفن زباله‌ها حرکت می‌کنند نیز کمک می‌کند. محصولات چند کاربردی می‌توانند میزان مصرف را کاهش داده و باعث افزایش راحتی و آسودگی کاربر شوند.

مراقب باشید: مواظب باشید تا چند کاربردی بودن باعث کاهش کیفی و عملکردی بودن محصول نشود. ضعف عملکرد یک بخش از محصول می‌تواند منجر به این شود که استفاده کننده تمام محصول را رها نموده و به دنبال محصول کاربردی‌تری برود.



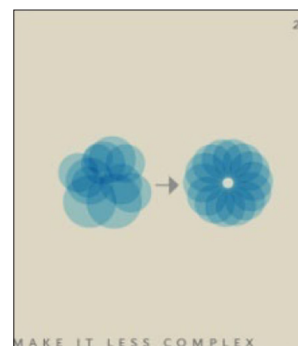
۴. تنوع مواد کاربردی را کاهش دهید

طراحی تمام اجزای محصول با یک جنس می‌تواند بازیافت آن را در پایان طول عمر محصول آسان‌تر، بهره‌ورتر و سودمندتر گرداند.



۱. فرضیه‌ی طراحی را مورد سؤال قرار دهید

رویکردهای دیگر مرتبط با مشکل موجود را مورد توجه قرار دهید. آیا فاکتور فرمی که در ذهن داشتید بهترین راه حل است؟ آیا فاکتور فرمی وجود دارد که بهترین راه حل باشد؟ آیا ممکن است تعمیر قالبی مشکل را حل نماید؟ شاید پاسخ یا راه حل در یک محصول موجود باشد؟
مراقب باشید: اطمینان حاصل نمایید که هنگام استفاده از این روش به اهداف اقتصادی مشتری توجه می‌نمایید. در صورتی که تغییر رفتاری بتواند مشکل موجود را حل نماید، ممکن است نیاز به طراحی محصول برای مشتری برطرف گردد.



۲. با پیچیدگی کمتری طراحی نمایید

طرح‌های ساده و زیبا می‌توانند میزان مواد کاربردی، وزن و فرایند تولید را کاهش دهند. طرح‌های ساده معمولاً به معنای تنوع کمتر مواد کاربردی هستند و می‌توانند به بازیافت‌پذیری یک محصول کمک نمایند.

مراقب باشید: ساده‌سازی طرح‌ها گاهی می‌تواند باعث این فرصت شود که سودمندی و کاربردی بودن یک محصول بدون افزایش تأثیر اکولوژیکی آن افزایش یابد.

مراقب باشید: اطمینان حاصل نمایید که به نام کاهش تنوع مواد، از مواد مضر استفاده نکنید. در حد امکان باید از مواد بازیافت‌ناپذیر، تجدیدناپذیر و سمی اجتناب نمود. تصمیم اولیه در استفاده از مواد بازیافتی، بازیافت‌پذیر، تجدیدپذیر و تجزیه‌پذیر به لحاظ زیستی برای اجزای اصلی طرح به کاهش تنوع مواد کاربردی بدون تأثیرات جانبی منفی کمک می‌کند.

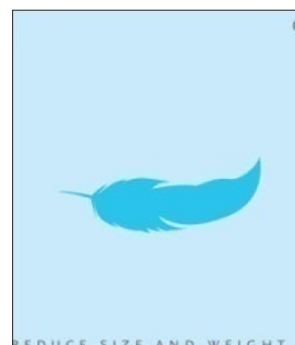


۵. از کاربرد مواد شیمیایی و مواد سمی یا مضر اجتناب

ورزید

از کاربرد موادی همچون پی‌وی‌سی، نئوپرین یا پلی‌استایرین^۱ و مواد شیمیایی سمی و افزودنی‌هایی همچون بیسفنول‌ای، و فرمالدئید^۲ باید تا حد امکان امتناع شود. برخی از این مواد دارای معادل‌ها یا همتاهای غیرسمی مثل کاپلی استر^۳ یا بیوپلاستیک‌ها هستند، افزودنی‌ها نیز می‌توانند با انتخاب خردمندانه مواد، حذف گردند.

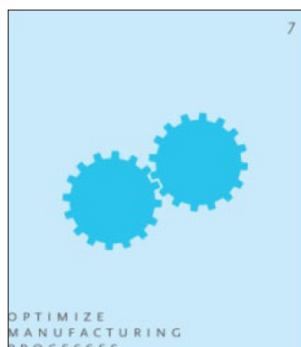
مراقب باشید: به انرژی مصرفی در چرخه‌ی کامل تولید مواد جایگزین انتخاب شده و شیوه احتمالی دفع محصول توجه نمایید. اگر شیوه بازیافت یا دفع مناسب قابل تضمین باشد، موادی که کمتر دوستدار طبیعت هستند ممکن است انتخابی ایمن، با بهترین قابلیت اجرایی و کمترین انرژی مصرفی باشند.



۶. اندازه و وزن محصول را کاهش دهید

محصولات کم وزن می‌توانند با افزایش راندمان فرایند حمل و نقل، میزان هزینه‌ی مصرفی و نشر کربن را کاهش دهند. میزان وزن محصول می‌تواند با تمرکز بر انتخاب مواد سبک، ساده‌سازی طرح و حذف اتصالات و بست‌ها و اجزای غیرضروری کاهش یابد.

مراقب باشید: ماندگاری محصول را قربانی کاهش وزن نکنید. محصولاتی با ماندگاری کمتر، بیشتر نیازمند جایگزینی هستند و حمل دوباره اجزای کم وزن ضرر بیشتری نسبت به حمل یکباره اجزای مشابه سنگین‌تر دارد.



۷. فرایند تولید را بهینه‌سازی نمایید

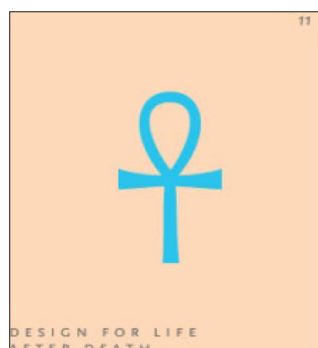
تصمیم بگیرید که چه فرایند تولیدی بیشتر مناسب محصول شماست. برای محصولاتی با حجم کمتر یا اجزایی با پیچیدگی کمتر، فرم‌دهی با ایجاد خلأ نسبی را جایگزین قالب تزریقی نمایید. در مورد اشیای هندسی و فلزی پیچیده، ریخته‌گری را جایگزین ماشین‌کاری نمایید. پوشش پودری گزینه‌ی مناسبی به جای رنگ بر روی فلز است، زیرا پودر اضافی می‌تواند جمع‌آوری شده و دوباره استفاده شود در صورتی که در پاشش رنگ این امکان وجود ندارد.

مراقب باشید: فرایندهای تولید سامانه‌های پیچیده‌ای هستند و اغلب اتلاف مواد و انرژی می‌تواند در این سامانه‌ها مخفی شود. با تولیدکننده صحبت نمایید تا مطمئن شوید از کل فرایند مطلع هستید و همه‌ی وجوه را در نظر گرفته‌اید.

قابلیت ارتقاء را داشته باشند اما ماندگاری آن‌ها در طراحی در نظر گرفته نشده است، قبل از آمادگی برای ارتقاء ممکن است بشکنند و یا از بین بروند. طراحی برای ماندگاری نیز می‌تواند منجر به اضافه شدن پیچیدگی غیرضروری به طرح شده و مانع ارتقاء پذیری آن شود.



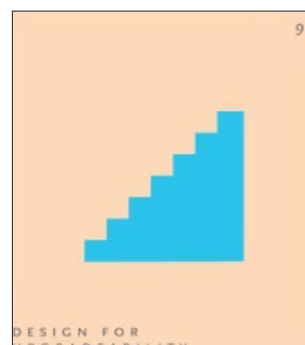
۱۰. طرح‌هایی ماندگار و با کیفیت بالا ایجاد نمایید
افراد خواستار محصولاتی با کیفیت بالا هستند که مدت‌ها پس از حذف محصولات رقابتی نیز زیبا به نظر رسیده و عملکرد مناسبی داشته باشند و مایل به پرداخت اندک مبلغی بیشتر برای این نوع طرح‌ها هستند. محصولاتی که به درستی طراحی شده‌اند می‌توانند از «فرهنگ دور ریختن»^۹ که بر محصولات الکترونیکی غالب است سبقت جویند.
مراقب باشید: همه محصولات نباید برای همیشه دوام بیاورند. محصولاتی که ذاتاً استفاده‌ی محدود و یا یکباره دارند، مانند محصولات مصرفی پزشکی، بسته‌بندی غذا، مسواک‌ها (حداقل سر مسواک) باید به گونه‌ای طراحی شوند که ماندگار نباشند. محصولات یا اجزای موقت را به گونه‌ای طراحی نمایید که بتوانند در چرخه‌ی غذایی صنعتی جذب شوند. این امر می‌تواند با قابلیت بازیافت کامل و یا تجزیه‌پذیری زیستی و کود شدن و بازگشت به زمین صورت پذیرد.



۸. بسته‌بندی را مطابق و هماهنگ با محصولات طراحی نمایید

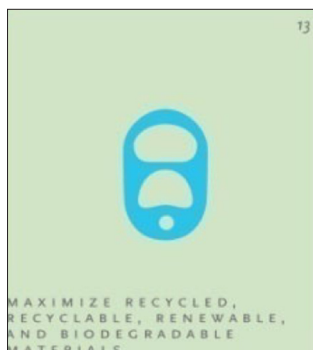
اگر محصولی با الگوی بسته‌بندی پایدار و مطابق سلیقه‌ی روز در ذهن طراحی شود، مشتری ممکن است جذب آن ایده شود. بسته‌بندی سبکی که از مواد پایدار (بازیافتی، بازیافت‌پذیر، تجزیه‌پذیر به لحاظ زیستی) تشکیل شده باشد، احتمالاً میزان نشر کربن و اتلاف مواد خام را می‌تواند کاهش دهد.

مراقب باشید: همیشه به ذهن بسپارید که پیچیدگی غیرضروری بسته‌بندی، حتی اگر گاهی خلاقانه باشد، غیرضروری است. به یاد داشته باشید که تمام اصول طراحی پایدار محصول به بسته‌بندی مرتبط هستند.



۹. طراحی برای ارتقاپذیری

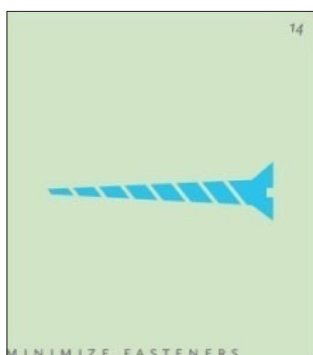
در صنعت الکترونیک، تکنولوژی به کار رفته در محصول می‌تواند قبل از طراحی منسوخ شده باشد. طراحی محصولاتی که می‌توانند پا به پای تغییرات سریع تکنولوژیکی ارتقا یابند می‌تواند باعث صرفه‌جویی در پول و مصرف مواد شود.
مراقب باشید: محصولاتی که به گونه‌ای طراحی شده‌اند تا



۱۳. از مواد بازیافتی، بازیافت‌پذیر، تجدیدپذیر و تجزیه‌پذیر زیستی استفاده نمایید

این مورد واضح است اما باید همیشه در ذهن حفظ شود. طراحی با پلاستیک‌های بازیافتی یا پلاستیک‌هایی که به سهولت بازیافت‌پذیر هستند (HDPE, PP, S.PVC), پلاستیک‌هایی که به لحاظ زیستی تجزیه‌پذیرند (LA, PHB), پلی‌آمید، پلی‌اتیلن مشتق از طبیعت، کاغذ، مقوا، چوب، استیل ضد زنگ، آلومینیوم و... توصیه می‌شود.

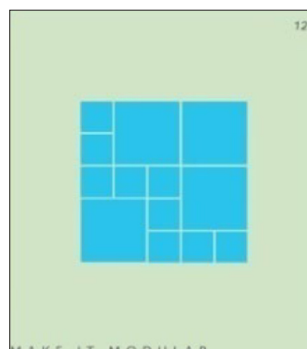
مراقب باشید: یافتن منابع مواد پایدار از فواصل دور می‌تواند گاهی بیشتر از سودمندی، منجر به ضرر گردد. پلاستیک‌های تجزیه‌پذیر زیستی که در استرالیا تولید شده‌اند، در چین قالب‌گیری شده‌اند و به امریکا بارگیری و حمل شده‌اند می‌توانند زیان‌آورتر از پلاستیک‌های استاندارد باشند که محل تولید و استفاده از آن‌ها نزدیک‌تر به نقطه فروش محصولات است.



۱۱. طراحی برای زندگی پس از مرگ

اغلب محصولات برای همیشه دوام ندارند. محصولاتی که به گونه‌ای طراحی شده‌اند تا پس از پایان کاربرد آغازین خود کاربرد ثانویه داشته باشند، ارزش افزوده‌ای برای محصول دارند و می‌توانند پاسخگوی نیازی باشند که می‌تواند توسط محصول خریداری شده دیگر پاسخ داده شود.

مراقب باشید: سعی در اضافه نمودن کاربرد غیرضروری ثانویه به طرح، اغلب پیچیدگی محصول را می‌افزاید. زندگی ثانویه‌ی یک محصول را به گونه‌ای طراحی کنید که نیاز به هیچ بخش اضافی یا پیچیدگی نداشته باشد که در طرح اصلی یا اولیه مورد نیاز نیست.



۱۲. مدولار طراحی کنید

مزیت طرح‌های مدولار فقط سهولت بازیافت در پایان طول عمر محصول نیست، بلکه ساده‌تر تعمیر می‌شوند و در نتیجه بیشتر دوام می‌آورند. طرح‌های مدولار با راندمان بالاتری تولید شده و حمل و نقل می‌شوند و نیازمند مصرف انرژی کمتری در آغاز زندگی محصول هستند.

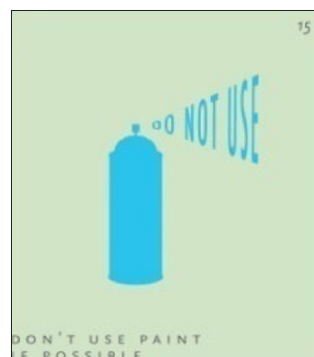
مراقب باشید: طراحی محصولات مدولار به گونه‌ای که باعث پیچیدگی بیش از حد آن‌ها شود علاوه بر نداشتن مزیت، مضراتی نیز دارد. اضافه کردن اتصالات، بست‌های فلزی و مواد زائد مخالف قانون شماره‌ی ۳ و ۴ است.

۱۴. اتصالات را به حداقل برسانید

به حداقل رساندن اتصالات باعث می‌شود که بخش بزرگی از محصول در پایان طول عمر، بسیار ساده‌تر بازیافت‌پذیر باشد و از این‌رو جدا کردن اجزای چفت شده بدون استفاده از ابزار می‌تواند به طور کامل و سریع انجام شود. این امر اتصالات چندگانه را از لیست قطعات محصول حذف نموده و مقدار زمان ضروری مونتاژ محصول و خروج از خط تولید را کاهش می‌دهد، بنابراین هزینه تولید را از دو وجه می‌کاهد.

مراقب باشید: گاهی اوقات یک اتصال‌دهنده می‌تواند مانع حد زیادی از پیچیدگی اجزاء و تنوع مواد کاربردی شود. همچنین اگر بست یا عامل اتصالی جنس برابر با بخش‌هایی که اتصال می‌دهد داشته باشد، بخش مونتاژ شده کامل می‌تواند بدون دموونتاژ بازیافت شود.

هرمان میلر این صندلی را به گونه‌ای طراحی نموده است که مواد به کار رفته در آن بازیافت‌پذیر بوده و محصول در پایان عمر خود می‌تواند در زمان کمتر از پانزده دقیقه کاملاً دموونتاژ شود تا هر جزء در مسیر بازیافت قرار گیرد.



۱۵. از رنگ استفاده نکنید

رنگ کردن یک جنس عموماً بازیافت آن را در پایان طول عمر محصول دشوارتر می‌سازد، زیرا رنگ نمی‌تواند به سهولت از شیء جدا شود. در نتیجه بسیاری از محصولات رنگ شده بازیافت نمی‌شوند و یا به صورت نادرستی ذوب می‌شوند تا رنگ سوزانده شده و فوم‌های سمی و مواد بازافتی با کیفیت پایین تولید شود. محصولاتی را طراحی نمایید که از زیبایی طبیعی مواد بهره‌مند باشند.



مراقب باشید: حذف رنگ از ظاهر قطعات ممکن است باعث بازده کمتر در فرایند قالب‌گیری شود، زیرا همه‌ی قطعات بیرون آمده از قالب، بدون رنگ دارای سطح مناسب و مطلوب نیستند. در این مورد با تولیدکننده قطعات بحث نمایید تا میزان قابل پذیرش بازده این فرایند را تعیین نمایید. همچنین اطمینان حاصل کنید که بخش‌های غیرقابل استفاده دوباره آسیاب شده و جهت ساخت قطعات دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

Herman Miller Mirra Chair



(تصویر ۵) صندلی Mirra، اثر هرمان میلر



(تصویر ۶) چاپگر مدل فتواسمارت ۷۸۵۰، تولید شرکت HP

معماری، طراحی صنعتی و...) پاسخگویی به نیازهای انسان است. اما باید توجه داشت که حیات و بقای انسان در گرو سلامت، دوام و پایداری محیط زیست است. طراحی سبز امروزه وظیفه‌ی طراحان دانسته می‌شود، لذا اشراف بر این مقوله و آشنایی با اصول و راه‌حل‌های طراحی پایدار در انجام صحیح این وظیفه طراحان را یاری خواهد نمود.

چاپگر مدل فتواسمارت ۷۸۵۰، از قطعات پلاستیک بازیافت‌پذیر تشکیل شده است که فاقد رنگ می‌باشند. ایجاد خراش در سطح محصول ظاهر این محصول را کمتر تحت تأثیر قرار می‌دهد. این مدل چاپگر، محصولی پایدار محسوب می‌شود.

نتیجه

هدف گرایش‌های مختلف طراحی (طراحی شهری،

mental Impact, www.fpl.fs.fed.us/documents/pdf1998/Levan98b.pdf, 2010-07-09.

6. Manzini, Ezio (2008), Design for Sustainability, How to design sustainable solutions, www.sustainable-everyday.net/manzini/, 2010-07-12.

7. McDonough, William and Michael Braungart (2002), Cradle to Cradle: remaking the way we make things, North Point Press, New York.

8. Mont, Oksana (2001), Introducing a product-service (PSS) concept in Sweden.pdf, www.iii.lu.se/publication.nsf, 2010-07-12

9. (2009), Design & Sustainability, A Scoping Report.pdf, www.dti.gov.uk, 2010-07-07

10. (2010), The Brundtland Report, www.ace.mmu.ac.uk/esd/action/Brundtland_Report.html, 2010-07-09

11. (2010), The Designers Field Guide To Sustainability, www.lunar.com/docs/the_designers_field_guide_to_sustainability_v1.pdf, 2010-07-09

50. Sustainable Everyday

51. Pvc, Neoprene Or Polystyrene

52. Bisphenola And Formaldehyde

53. Copolyester

54. Throw Away Culture

منابع:

۱. احمدی، فرهاد، (۱۳۸۲)، معماری پایدار، آبادی، شماره‌ی ۴۰ و ۴۱، ۹۴.

2. Datschefschi, Edwin, (2001), The Total Beauty of Sustainable Products, Crans-Près-Céligny, Rotovision, Switzerland.

3. Gertsakis, John and Helen Lewis (2003), Sustainability and The Waste Management Hierarchy, www.maine.gov/spo/recycle/hierarchy/index.html, 2010-07-09.

4. Lehni, Markus, (2000), eco-efficiency, www.wbcsd.org/web/publications/eco_efficiency_creating_more_value.pdf, 2010-07-09.

5. LeVan, Susan L. (1998), Life Cycle Assessment, Measuring Environ-

25. Sustainable Everyday Life

26. Hierarchy Of Waste Management

27. Eco-Efficiency Concept

28. Von Weizsacker, Lovins

29. Hypercar

30. Rocky Mountain Institute

31. Fria

32. Ursula Tichner

33. Life Cycle Assessment

34. Cradle To Cradle

35. McDonough And Braungart

36. Closed Resource Loops

37. Zero Waste

38. Product Service Systems

39. Walter Stahl

40. Product Life Institute

41. Bespoke Products-Services

42. Biothinking/Biomimicry

43. Datschefschi

44. Janine Benyus

45. Total Beauty Of Sustainable Products

46. User-Centred Design

47. Christopher Day

48. Hilary Cottam

49. Manzini's Principle

بی‌نوشت:

1. Eco-Design

2. Leopold

3. Naess

4. Mumford

5. Bookchin

6. Packard

7. Schumacher

8. Silent Spring

9. Rachel Carson

10. Design For The Real World

11. Victor Papanek

12. Holism

13. Fragmentalism

14. Sustainable Development

15. Sustainable Design

16. Brundtland

17. Green Thinking

18. Green Consumer Revolution

19. Green Imperatives

20. Victor Papanek

21. The Total Beauty Of Sustainable Products

22. Datschefschi

23. Design For The Environment

24. Ezio Manzini