

## تحلیل و بررسی شاخص‌های طراحی معماری و شهرسازی پایدار (نمونه موردی: انستیتو تکنولوژی شهر مصدر)

حامد کامل‌نیا، سمیه جهان‌پناه، فرزانه فریدونی

<sup>۱</sup> دکتری معماری، استادیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه فردوسی مشهد، [Kamelnia@um.ac.ir](mailto:Kamelnia@um.ac.ir)

<sup>۲</sup> کارشناس معماری، مهندسین مشاور سازآب شرق، [S.Jahanpanah@gmail.com](mailto:S.Jahanpanah@gmail.com)

<sup>۳</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد معماری، مهندسین مشاور سازآب شرق، [farzane.fereiduni@gmail.com](mailto:farzane.fereiduni@gmail.com)

### چکیده

امروزه توسعه شهرها بدون توجه به کاهش منابع طبیعی و بحران انرژی، پیامدهای جبران ناپذیری را در پی دارد که به موجب آن چه بسا بخش عمده‌ای از منابع آیندگان رو به کاهش یا اتمام است و این امر موجب روی آوردن به طراحی پایدار شده است. مطالعه و بررسی مبحث پایداری در معماری صرفاً وابسته به پایداری ساختمان‌ها نمی‌باشد بلکه بیش از آن به کلیتی به هم پیوسته و تأثیرگذار در ارتقاء رفاه ساکنین و بالا بردن کیفیت زندگی انسان‌ها اشاره دارد که موجب توجه به مسئله توسعه شهر پایدار می‌گردد. در تعریف؛ طراحی و توسعه پایدار شهری، توسعه‌ای را گویند که نیازهای نسل امروز را بدون محدود کردن امکانات نسل‌های آینده برای رفح نیازشان پاسخگو باشد [۱].

در راستای دست‌یابی به شاخصه‌های عینی طراحی پایدار بر آن شدیم شهر مصدر را به عنوان نمونه موردی اجرا شده مورد تحلیل و بررسی قرار دهیم.

شهر مصدر با بهره‌گیری از ویژگی‌های معماری سنتی بومی در عین طراحی مدرن و منحصر به فرد و اجرای دقیق و برنامه‌ریزی شده، به عنوان اولین شهر کاملاً سازگار با محیط زیست، "شهر پایدار، بدون کربن و بدون آلودگی" معرفی می‌شود.

بررسی‌های صورت گرفته در حوزه پایداری در این شهر، بر مبنای مطالعات نظری مربوطه به موضوعاتی از جمله توجه به محیط زیست، تحرک اجتماعی و رشد اقتصادی اشاره دارد.

در این مقاله پیرو بازدید گروه تحقیقاتی معماری و انجام مطالعات میدانی از انستیتو تکنولوژی این شهر که بخش بهره‌برداری شده آن می‌باشد، به ویژگی‌ها، نقاط قوت و گاهاً ضعف پروژه و هر آنچه آن را به اولین شهر پایدار، مبدل ساخته است، اشاره می‌شود.

واژه‌های کلیدی: "معماری پایدار"، "شهر مصدر"، "سازگار با محیط زیست"، "شهر پایدار"

## Analysis of indicators of sustainable architecture and urban design (Case study: Masdar Institute of Technology)

Hamed Kamelnia<sup>1</sup>, Somaye Jahan panah<sup>2</sup>, Farzane Fereiduni<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Assistance of Architecture & Urbanism Design Faculty, Ferdowsi university of Mashhad, Email: [kamelnia@ferdowsi.um.ac.ir](mailto:kamelnia@ferdowsi.um.ac.ir)

<sup>2</sup> Bachelor of Architecture, Consulting Engineers Sazab'e shargh: [s.jahanpanah@gmail.com](mailto:s.jahanpanah@gmail.com)

<sup>3</sup> Student of master degree, Ferdowsi university of Mashhad, Email: [farzane.fereiduni@gmail.com](mailto:farzane.fereiduni@gmail.com)

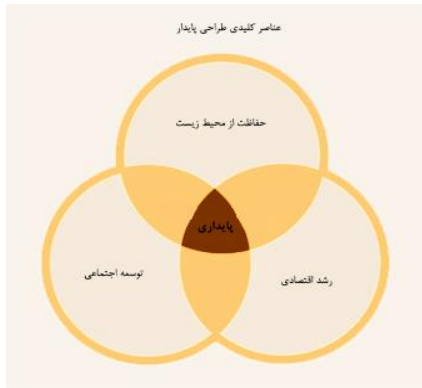
Studying the topic of sustainability in architecture is not solely dependent on the sustainability of buildings, but over the whole interconnected and influence in promoting the well-being of residents and enhance the quality of life refers, Regarding the issue of sustainable development is the cause.

Masdar city while enjoying traditional local architectural features and unique modern design and a detailed implementation plan, as the first city environmentally friendly, "sustainable city, without carbon and without pollution" is introduced.

Studies in the field of sustainability in the city, based on theoretical studies related to issues such as respect for the environment, social mobility and economic growth point.

In this paper, following the visit of architectural research and field studies of the Institute of Technology of the city that is part of its operation, features, referred strengths and occasionally weakness project.

Keywords: "sustainability architecture", "masdar city", "sustainable city"



تصویر ۱- دیاگرام عناصر کلیدی پایداری

منبع: نگارندگان

طبق مطالعات و نمودار فوق عناصر کلیدی طراحی پایدار عبارتند از:  
 حفاظت از محیط زیست  
 توسعه اجتماعی  
 رشد اقتصادی

بررسی شاخص‌های پایداری در معماری و شهرسازی شهر  
 مصدر

چگونگی تأمین و ایجاد بستر مناسب تحقق اهداف فوق از جمله مهم‌ترین مباحث معماری و شهرسازی امروزه می‌باشد. در این بین می‌توان به طرح پروژه‌ای کاملاً متفاوت با نام "شهر مصدر" به عنوان نمونه‌ای از این تلاش‌ها و یکی از مهم‌ترین دستاوردهای معماری و شهرسازی نوین نام برد. شهر "مصدر" که توسط معمار مشهور انگلیسی "نورمن فاستر" طراحی شده است، اولین شهر پاکیزه دنیاست که کاملاً سازگار با محیط زیست بوده و به نام "شهر پایدار، بدون کربن، بدون آلودگی" نامیده شده است.

از این رو شاخص‌های طراحی معماری و شهرسازی شهر پایدار را در شهر مصدر مورد تحلیل و بررسی قرار داده‌ایم تا با دستیابی به نقاط ضعف و قوت شان در ادامه مسیر طراحی پایدار به پاسخ‌های روشن تری دست یابیم.

بهره‌گیری از منابع انرژی

• اصول طراحی در بهره‌گیری از انرژی باد

بی‌شک استفاده از انرژی باد در اقلیم گرم و خشک مصدر در تعدیل دما تأثیرگذار می‌باشد.

از این رو در این شهر، طراحی و ساخت برج باد مدرن شهر مصدر در عین بهره‌گیری از سیستم برج‌های باد سنتی با ارتفاع ۴۵ متر صورت گرفته است، که می‌تواند با دریافت جهت‌بادهای فوقانی توسط سنسورهای پیش‌بینی شده، آن را دریافت و به فضای باز میدان در پایین هدایت کند.

## مقدمه

تا سال ۲۰۳۰، ۶۰ درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد [۲].

افزایش شهرنشینی منجر به افزایش تقاضای انرژی، افزایش زیرساخت‌ها و لزوم توجه در حفظ و مراقبت از منابع انرژی می‌شود. پیرو مطالعات فوق طراحی معماری پایدار وابسته توجه به عوامل زیست محیطی و استفاده بهینه از منابع انرژی می‌باشد.

شهر پایدار وابسته به معماری پایدار می‌باشد و این دو مقوله جدا از هم بدست نمی‌آیند.

اصطلاح توسعه پایدار پس از گزارش کمیسیون براتلند در سال ۱۹۹۲ به طور وسیعی مورد بحث و بررسی قرار گرفت و اختلاف نظرهایی بر سر معنای آن وجود دارد.

اگرچه مفهوم محوری در تمام تعابیر یکی است، بدان معنا که جامعه-ای پایدار است که در آن شرایط انسانی و اقتصادی و اکوسیستم جاری مقبول و در حال بهبود باشد.

معماری و شهرسازی پایدار

تعریف پایداری

دهخدا پایداری را به معنای بادوام، ماندنی آورده است [۳].

کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه (World Commission on Environmental and Development) (WCED) نیز آن را این گونه تعریف می‌کند؛ "توسعه پایدار فرآیندی است که نحوه استفاده از منابع، هدایت سرمایه‌گذاری‌ها و سمت‌گیری تکنولوژی و توسعه آن را با نیازهای حال و آینده سازگار می‌سازد" لذا توسعه پایدار عبارت از دگرگونی اساسی در کیفیت زندگی، تفکر، تولید و مصرف می‌باشد" [۴].

شاخص‌های پایداری شهری

توسعه پایدار شهری به معنای فراهم آوردن شرایطی است که شهرنشینان امروز و فردا بتوانند درون آن در کمال آرامش و امنیت زندگی کنند و ضمن تندرستی، از رفاهی نسبی بهره‌مند گردند.

در قالب نظریه‌ها و تجربیات موجود در مقیاس جهانی اصول و معیارهای زیادی را می‌توان برای توسعه پایدار در مقیاس شهر، روستا، محله، منطقه و ... بر شمرد. در مبانی توسعه پایدار باید به همگرایی دیدگاه سه گروه توجه شود:

نخست اقتصاددانان که روش‌هایی را مبتنی بر به حداکثر رساندن رفاه انسانی با توجه به محدودیت‌های سرمایه و فن‌آوری موجود در نظر می‌گیرند. دومین دیدگاه مربوط به اکولوژیست‌ها است که بر حفاظت از تمام زیرمجموعه‌های سیستم اکولوژیکی تأکید دارند. نقطه نظرات جامعه‌شناسان نیز سومین دیدگاه را تشکیل می‌دهد. بر اساس این نگرش، انسان‌ها نقش اصلی را در توسعه پایدار دارند و الگوهای اجتماعی آنان برای تعیین راه‌حل‌ها و تدابیر مناسب به منظور دست-یابی به توسعه پایدار نقش مهمی را ایفا می‌کند [۵].

در شهر مصدر جهت استفاده از انرژی زمین حفاری‌هایی صورت گرفته است که می‌تواند سرمایش حرارتی و تأمین آب گرم خانگی را فراهم آورد.

طبق تحقیقات بخش عمده‌ای از بار سرمایشی شهر با استفاده از چیلرهای جذبی می‌تواند به طور دائم از گرمای زمین گرمایی تأمین گردد که تأمین آب گرم حمام‌ها و شست‌وشو، از این طریق نیز امکان پذیر می‌باشد.

#### • اصول طراحی در بهره‌گیری از آب

حفاظت از آب و استفاده از انرژی آن، نیز در جهت کاهش دما در شهر مصدر بسیار قابل توجه و مورد بررسی می‌باشد. بر مبنای پیش بینی‌های طراح، قرار بر آن است تا مصرف آب این شهر برابر ۶۰٪ آب مصرفی شهرهای عادی با همین اندازه باشد. طبق مطالعات هشتاد درصد آب در شهر مصدر بازیافت می‌شود و خانه‌ها و اداره‌ها دارای سه خط آب خواهند بود:

الف. آب شهری ب. آب خاکستری پ. آب فاضلاب

هدف در استفاده بهینه از آب موجود، بازیافت آن در هر چند نوبتی که امکان دارد، می‌باشد و حتی از لجن فاضلاب نیز برای تولید برق استفاده می‌شود.

سامانه‌های شبنم‌گیری، جمع‌آوری آب باران و حس‌گرهای الکترونیکی نیز از جمله نکات مورد توجه طراحی جهت تحقق بالاترین حد بهره‌وری مصرف آب در طراحی شهر از استفاده می‌شود. علاوه بر کاربرد آب در طراحی مناظر و استفاده از بناهای آبی نظیر فواره‌ها، برکه‌ها و ... حضور آب در فضاهای باز به طور غیرمستقیم در خنک کردن محیط و ایجاد محیطی آرامش بخش تأثیر دارد؛ تأمین آب آن‌ها نیز به صورت سیستماتیک و با چرخش آب و بازگشت آن به آب نماها در طراحی لحاظ شده است.



تصویر ۵- استخر انستیتو تکنولوژی

منبع: نگارندگان

این‌گونه نهایت استفاده از انرژی باد در مقابل زیان‌های بادهای گرم منطقه کویری امارات قرار می‌گیرد [۶].



تصویر ۲- ساختمان انستیتو تکنولوژی شهر مصدر

منبع: [www.masdar.ae](http://www.masdar.ae)

#### • اصول طراحی در بهره‌گیری از انرژی خورشید

بخش اعظم انرژی الکتریکی در شهر مصدر، از پنل‌های فتوولتائیک تولید می‌شود، طبق مطالعات یک برج ۱۰۰ کیلووات می‌تواند انرژی الکتریکی ۱۰-۱۵ خانه را به صورت سالانه تأمین نماید.

استفاده از سرمایش حرارتی بوسیله کلکتورهای خورشیدی برای تولید آب و رطوبت زدایی هوا دیگر کاربرد استفاده از انرژی خورشید است که نیز موجب کاهش مصرف انرژی الکتریکی برای یک سیستم تهویه مطبوع می‌شود.

آب گرم حمام و شست‌وشو نیز از این طریق تأمین می‌شود.



تصویر ۳- تصویر راست: خوابگاه دانشجویی انستیتو تکنولوژی

تصویر چپ: مرکز تحقیقات تکنولوژی

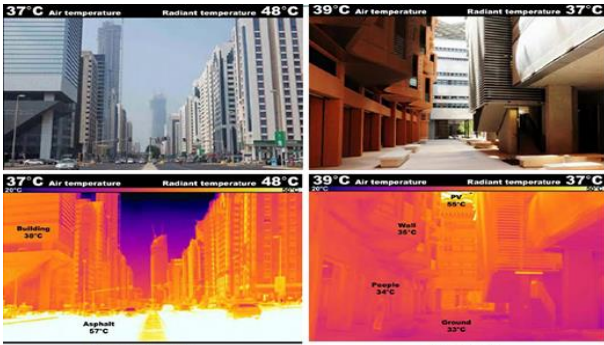
منبع: نگارندگان



تصویر ۴- مزرعه فتوولتائیک - حاشیه شهر مصدر

منبع: [www.masdar.ae](http://www.masdar.ae)

#### • اصول طراحی در بهره‌گیری از زمین



تصویر ۸- نمودار بررسی دمای هوا در شهر مصدر و شهرهای مشابه امارات  
منبع: [www.masdar.ae](http://www.masdar.ae)

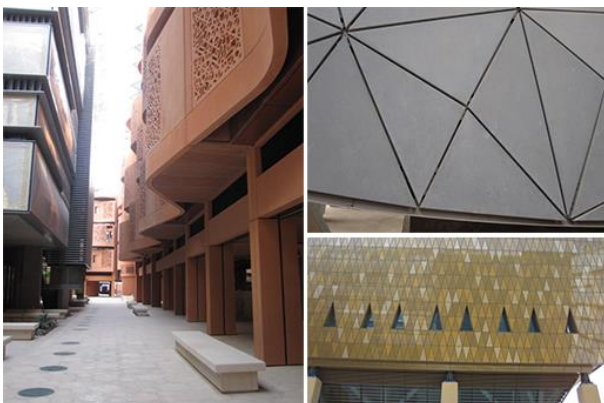
• مصالح

طبق مشاهدات در شهر مصدر از جدیدترین محصولات سازگار با محیط زیست استفاده شده است.

استفاده از مصالح مدرن در عین حال با قابلیت‌ها و ویژگی‌های مصالح بومی منطقه از دیگر خصوصیات بارز طرح می‌باشد که در مطالعات میدانی بسیار قابل توجه بود.

نمای ساختمان‌های مؤسسه شهر مصدر در جهت کاهش انتقال حرارت توسعه یافته‌اند. بعضی از مصالح به کار رفته در قسمتی از نمای ساختمان‌های مؤسسه مصدر دارای خاصیت سبکی و بازتاب کننده نور روز به آپارتمان‌های مسکونی می‌باشند.

مصالح کاربردی در بعضی از این ساختمان‌ها استفاده از سازه‌های بتنی مدرن می‌باشند که پوشش خارجی آن‌ها از نوعی پلاستیک شفاف و سخت به نام اتیلن-تترافلوراتیلن تشکیل شده و در بالای آن صفحات فتوولتائیک قرار گرفته است. در نقطه مقابل، ساختمان‌های مسکونی با پوششی شبیه به خاک رس قرمز رنگ که برگرفته از زبان معماری بومی منطقه است با استفاده از الگوهای پارامتریک اصیل، نماهایی منحصر به فرد را ایجاد نموده، که بدون اغراق بخشی جدانشدنی از هویت شهر مصدر را تشکیل می‌دهند.



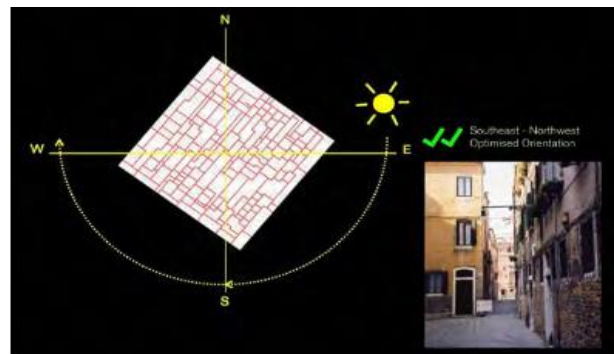
تصویر ۹- بخشی از مصالح به کارفته در نمای بناهای انستیتو تکنولوژی شهر مصدر  
منبع: نگارندگان



تصویر ۶- استفاده از آب در حیاط‌های میانی انستیتو تکنولوژی  
منبع: نگارندگان

۱.۱. عناصر طراحی معماری و شهرسازی مؤثر در صرفه جویی انرژی

- ✓ حفاظت از محیط زیست
- جهت‌گیری مناسب



تصویر ۷- جهت‌گیری ساختمان‌ها در شهر مصدر با توجه به اصول معماری منطقه

منبع: [www.masdar.ae](http://www.masdar.ae)

جهت‌گیری مناسب ساختمان‌ها که موجب به حداقل رساندن اثرات منفی تابش خورشید و کنترل جریان باد و افزایش بهره‌وری انرژی می‌شود.

علاوه بر مسائل فوق کل این شهر رو به شمال شرقی است تا جریان بادهای خنک شب در این شهر، بیشترین مقدار باشد و قرار گرفتن آن در معرض بادهای گرم روز کاهش یابد.

• فرم فشرده ساختمان‌ها- یکپارچگی

فرم فشرده ساختمان‌ها با کوچه‌های باریک موجب ایجاد سایه اندازی شده و در کاهش دمای شهر تأثیر بسزایی دارد. این فرم فشرده، موجب ایجاد کوچه‌های باریک در شهر شده است که سایه اندازی بنا در سطح آن دمای هوا را به شدت کاهش می‌دهد و در افزایش آسایش حرارتی و کیفیت زندگی آن‌ها تأثیرگذار است.

✓ رشد اجتماعی

• طراحی مرکز محله‌ها، میدان‌های شهری، حیاط‌های داخلی در انستیتو تکنولوژی شهر مصدر که بخش ساخته شده آن می‌باشد و در واقع مدولی از کل مجموعه است حیاط مرکزی سرسبز به همراه آب نماها و سکوه‌های نشستن، نه تنها کیفیت فضایی را در آن افزایش داده است بلکه مرکز تجمع افراد و ایجاد تحرک اجتماعی است. در این مرکز محله‌ها به هیچ وجه نشانی از کویر و بیابان که موقعیت مکانی آن می‌باشد به چشم نمی‌خورد و این از جمله نکات طراحی حائز اهمیت آن به شمار می‌آیند.



تصویر ۸- میدان و مراکز محله‌های طراحی شده در شهر مصدر

منبع: [www.masdar.ae](http://www.masdar.ae)

تصویر ۹- سمت چپ، بالا: حیاط مرکزی انستیتو تکنولوژی مصدر

منبع: نگارندگان

• طراحی فضای عابر پیاده، دوچرخه‌سواری در راستای تحرک اجتماعی

طراحی این شهر در راستای طراحی شهر پایدار و زیر صفر به گونه‌ای است که غالب فضاها دسترسی بوسیله حمل و نقل نداشته و به صورت مسیر پیاده یا دوچرخه طراحی شده است. طراحی مسیرهای کوتاه، رسیدن به مرکز محله‌ها و دسترسی‌ها و آب و هوای مطلوب به دست آمده موجب شده است که میل افراد در پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری افزایش یابد.

• نمای دوپوسته

بهره‌گیری از نمای دو پوسته در شهر مصدر علاوه بر وظیفه اصلی آن که کاهش دمایی باشد، با ایجاد یکپارچگی در پوسته‌های نما با توجه به مصالح به کار رفته سازگار با محیط و البته متنوع در رنگ و ساختار جلوه بصری مطلوبی را نیز ایجاد کرده است.



تصویر ۱۰- نمای دو پوسته در ساختمان انستیتو تکنولوژی مصدر

منبع: نگارندگان

• حمل و نقل

سیستم حمل و نقل شهر مصدر شامل ماشین‌های برقی (prt) و وسایل نقلیه عمومی برقی در مسیرهای مشخص و بدون تولید آلودگی و مصرف انرژی‌های پاک می‌باشند.

جهت ورود به شهر مصدر ماشین‌های prt مسیر مشخصی را با سیستم خود کنترل پیموده و به داخل شهر وارد می‌شوند، تا کنون و در انستیتو تکنولوژی مصدر تنها وسیله نقلیه این ماشین‌ها و در مسیر گفته شده می‌باشند و سایر مسیرها به صورت پیاده یا با دوچرخه پیموده می‌شوند.

اما در آینده مترو وسایل نقلیه عمومی در ادامه مسیر ساخت پروژه بهره‌برداری خواهند شد.

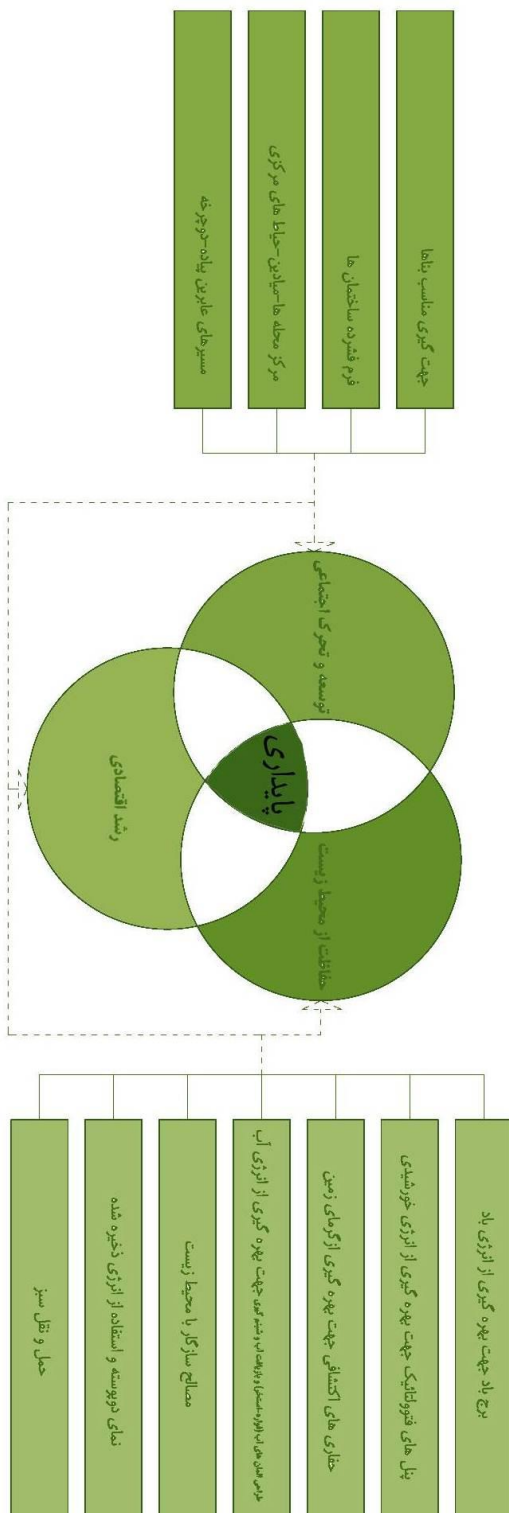


تصویر ۱۱- حمل و نقل پاک در شهر مصدر

منبع: نگارندگان

آنچه بی‌شک نگاه همگان را به شهر مصدر معطوف کرده است لمس عینی نمود مطالعات و تحقیقات پایداری در آن است، از این رو ست که شهر مصدر به عنوان شهر سازگار با محیط زیست و کربن صفر شناخته می‌شود.

در نمودار ذیل در یک جمع‌بندی شاخص‌های طراحی با توجه به توضیحات فوق جهت دستیابی به شهر پایدار عنوان شده است.



## ✓ رشد اقتصادی

مجموع عوامل فوق در کاهش هزینه‌ها و رشد اقتصادی موثرند. چرا که استفاده بهینه از منابع انرژی و کاهش مصرف آن، مهم‌ترین عامل در صرفه‌جویی اقتصادی می‌باشد.

۱،۲. کنترل تأمین آسایش در طراحی شهر مصدر توسط

### شاخص KPI

شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI)، یا همان شاخص‌های کلیدی موفقیت (KSI) به طراح امکان می‌دهند تا روند سیر به سوی اهداف کلان سازمانی را تعریف و اندازه‌گیری نمایند.

هنگامی که یک طرح مأموریت کلان خود را مشخص نموده، تمامی ذینفعان را شناسایی کرده و اهداف خود را تعریف می‌کند، به روشی نیاز دارد تا پیشرفت خود را به سوی اهداف اندازه‌گیری نماید. شاخص‌های کلیدی عملکرد این امر را ممکن می‌سازند. در شهر مصدر عناصر ذیل توسط محققان تأیید شده‌اند:

جدول ۱: جدول شاخص‌های پایداری در شهر مصدر

ردیف	شاخص KPI	هدف
۱	مصرف انرژی	۴۰٪ کاهش
۲	استفاده از آب درونی	۴۰٪ کاهش
۳	استفاده از آب بیرونی	
۴	بهره‌وری از زباله‌ها	۵۰٪ انحراف از محل‌های دفن زباله
۵	ساخت و ساز زباله	۷۰٪ انحراف از محل‌های دفن زباله
۶	مصالح کربنی	۱۵٪ کاهش در ساخت و ساز کل

از این رو می‌توان گفت شهر مصدر تا حدودی توانسته است توقعات از شهر پایدار را برآورده سازد.

شهری سازگار با محیط زیست و انرژی صفر که با رویکردهای طراحی حداکثر استفاده را از منابع انرژی دارد.

## نتیجه‌گیری

در این مقاله راه‌کارهای طراحی جهت دستیابی به توسعه شهری پایدار با مطالعه تحقیقات و تعاریف انجام شده و با بررسی این راه-کارها در بخش اجرا شده شهر مصدر، انسیتو تکنولوژی که به عنوان مدولی از کل شهر معرفی شده است مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت و بی‌تردید موارد دیگری نیز پیرامون این موضوع در این شهر توسط کارشناسان آن مورد مطالعه قرار گرفته است که در تکمیل شهر بروز می‌نماید.

## مراجع

- [۱] Rees, reseland, ۱۹۹۱
- [۲] Global sustainable cities network\_pdf
- [۳] دهخدا، ص ۴۷
- [۴] شهانقی، ۱
- [۵] شیرازی زاده
- [۶] <http://ifco.ir> شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت، طراحی شهر پایدار
- [۷] کیال، امیر و عقیلی، مهدیه، طراحی شهر بر مبنای توسعه پایدار (نمونه موردی: شهر مصدر در امارات عربی)، اولین همایش ملی معماری پایدار
- [۸] Global sustainable cities network - ۲۳<sup>rd</sup> january ۲۰۱۴
- [۹] <http://masdarcity.ae>
- [۱۰] <http://urbanquester.wordpress.com/>
- [۱۱] <http://ifco.ir/building/build/masdarcity> project
- [۱۲] <https://www.masdar.ac.ae/>