

## چارچوب فرآیند طراحی برای استفاده مجدد از ساختمان‌های موجود نمونه موردی: سیلوی قدیم گندم شیراز\*

زهرا افتخار<sup>۱</sup>، مریم اختیاری<sup>۲\*</sup>، مسعود طاهری شهرآئینی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد معماری، دانشکده شهرسازی و معماری، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

<sup>۲</sup> استادیار گروه معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

<sup>۳</sup> استادیار دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران.

(تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۱/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۹۸/۴/۱)

### چکیده

با توجه به روند توسعه و تغییر در جوامع امروزی و زوال اجتناب‌ناپذیر ساختمان‌ها، بهسازی و استفاده مجدد تطبیقی، یکی از مناسب‌ترین گزینه‌ها جهت انطباق با شرایط و نیازهای جدید هر بنا است. این عمل چه در مراحل اولیه تصمیم‌گیری و چه در فرآیند طراحی و انتخاب کاربری جایگزین به علت موارد متعدد دخیل در تصمیم‌گیری، با پیچیدگی‌هایی مواجه است. بنابراین در این مسیر چارچوب و سیر مشخص و سیستماتیکی جهت کنترل و هدایت امر نیاز است. نظر به عدم ارائه چنین چارچوبی در ایران، در این مطالعه سعی شده است تا با بررسی پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی از یک ساختمان موجود و بررسی نحوه تعیین کاربری جایگزین مناسب برای آن ضمن معرفی مدل‌های آکادمیک، روند تصمیم‌گیری به عنوان یک الگو قابل استفاده باشد. بدین منظور، سیلوی قدیم شهر شیراز به عنوان نمونه انتخاب و ضمن پتانسیل سنجی، فرآیند انتخاب کاربری جایگزین نیز معرفی گردیده است. نتایج نشان می‌دهد که پتانسیل سیلو برای استفاده مجدد تطبیقی، بالا و نیز کاربری مناسب جایگزین برای آن فرهنگی-گرددشگری می‌باشد. دستاورد این مطالعه می‌تواند به عنوان یک الگو برای طراحان و معماران برای استفاده مجدد تطبیقی از ساختمان‌های موجود با عمر کالبدی حداقل ۲۰ سال و در بافت‌های شهری قابل استفاده باشد.

### واژه‌های کلیدی

انطباق ساختمان، استفاده مجدد تطبیقی، مدل تصمیم‌گیری، پتانسیل سنجی.

\* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول با عنوان: "استفاده مجدد تطبیقی از میراث صنعتی، نمونه موردی: سیلوی قدیم شهر شیراز" است که با راهنمایی سایر نگارندگان به انجام رسیده است. لازم به ذکر است بخش نمونه موردی در این مقاله که برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول و صد درصد زیر نظر نگارنده دوم به انجام رسیده است، در این مقاله با ایده کاملاً جدیدی پس از رساله و با توسعه رساله به‌کار گرفته شده است.

\*\* نویسنده مسئول: تلفن: ۰۷۱-۲۶۱۳۱۰۶۲، نمابر: ۰۷۱-۳۶۲۲۰۴۴۷، E-mail: maryam\_ekhtiari@yahoo.com

## مقدمه

یک مداخله جدید و یا استفاده مجدد را اعمال می‌کند (Ijla & Broström, 2015, 53). اگرچه تطبیق ساختمان‌ها یک فرایند جدید نیست، اما تبدیل آن‌ها به کاربری‌های دیگر، در مقیاس کلان و به طور منظم یک پدیده جدید است. استفاده مجدد از ساختمان‌ها در ابتدا به عنوان بخشی از جنبش حفاظت توسعه یافت و سپس در طول دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ و با توجه به نگرانی رو به رشد برای محیط زیست، به جریان اصلی گفت و گوی معماری پیوست (Penlington, 2010, 12). هزینه‌های سنگین و مشکلات مرتبط با امنیت ساختمان منجر به جایگزین شدن استفاده مجدد تطبیقی به عنوان جایگزینی مناسب با ساخت و سازهای جدید و زدودن زمین‌های خالی در نوسازی شهری شد. در ۱۹۶۱ در کتاب مرگ و زندگی شهرهای بزرگ آمریکایی<sup>۱</sup> جین جیکوبز<sup>۲</sup>، در ستایش ساختمان‌های تاریخی عادی چنین نوشت: «شهرها به شدت به ساختمان‌های قدیمی نیاز دارند. احتمالاً رشد مناطق و خیابان‌های نیرومند بدون آنها ممکن نیست. منظور من از ساختمان‌های قدیمی، ساختمان‌های کهن موزه‌ای یا ساختمان‌های قدیمی مرمت شده‌ای که در وضعیت عالی و گرانی قرار دارند نیست - اگر چه این‌ها اجزای خوبی‌اند - بلکه منظورم تعداد زیادی ساختمان‌های ساده معمولی و کم قیمت است که شامل برخی ساختمان‌های قدیمی زهوار در رفته نیز می‌شود» (Cantell, 2005, 40). صاحب نظران معتقدند که تصمیم‌گیری در زمینه انطباق ساختمان‌ها با مشکلات بسیاری مواجه است. اهمنگ<sup>۳</sup> (Ohemeng, 1998)، داگلاس<sup>۴</sup> (Douglas, 2006) و بال<sup>۵</sup> (Ball, 1999) تصمیم در روند انطباق ساختمان‌ها را با پیچیدگی‌های بسیاری همراه می‌دانند، سه دلیل عمده مانند در نظر گرفتن فاکتورهای بسیار در روند تصمیم‌گیری، وجود ذی‌نفعان بسیار با نظرات مختلف در روند تصمیم‌گیری و اثرگذاری بر آن و احتمال اختیار و وسعت گزینه‌های بسیاری، از تخریب و توسعه تا استفاده مجدد، مؤثر بر تصمیم نهایی و قطعی، پیچیدگی‌ها و مشکلات کار را افزون می‌نماید. کینکید<sup>۶</sup>، گروه‌های درگیر را شامل سرمایه‌گذاران، تولیدکنندگان، توسعه‌دهندگان، قانون‌گذاران، کاربران و مالکان و بازاربایان می‌داند. اولویت‌های متفاوت و متنوع این افراد، اهداف و تقاضاهای متفاوتی را به دنبال دارد. علت پیچیدگی تصمیم‌گیری در این فرایند آن است که هر یک از افراد در لایه‌های مختلف نقش تصمیم‌گیری شاخص‌تری دارند. یکی دیگر از مسائل انطباق، طیف وسیع گزینه‌های موجود برای سهامداران در پروژه‌های انطباق است (بنازاده، ۱۳۹۱، ۷۲). با توجه به پیچیدگی‌های این امر، اهمیت بررسی مدل‌های تصمیم‌گیری تبیین می‌گردد. ابزارهای تصمیم‌گیری به صورت‌های مختلفی همچون چک لیست، مدل‌های نظری و مدل‌های ریاضیاتی وجود دارند. با توجه به موارد ذکر شده آنچه که این پژوهش در پی رسیدن به آن است، ارائه سیری مشخص و سیستماتیک در فرایند استفاده مجدد تطبیقی با استفاده از مدل‌های معرفی شده است تا بتواند در راستای تصمیم‌گیری در

روند توسعه و تغییر در جوامع امروزی ساختمان‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. به طوری که فرسودگی و زوال آن‌ها اجتناب‌ناپذیر است. ساختمان‌ها، دارایی‌های عمده و بخش مهمی از عملیات مدیریت امکانات را تشکیل می‌دهند. گرچه در طولانی مدت نیازمند تعمیر و نگهداری مداوم و مرمت هستند؛ در نهایت می‌توانند به علت متروک ماندن، برای هدف اصلی خود، نامناسب شوند و یا به علت تغییر در تقاضای خدمات آن‌ها، زائد محسوب شوند. گاهی اوقات ساختمان‌ها در شرایط خوبی هستند اما خدمات و فناوری آن‌ها منسوخ شده است؛ که در این صورت یک فرایند مقاوم سازی می‌تواند صورت گیرد. اما اگر یک کاربری خاص، دیگر مرتبط و یا مطلوب نباشد و امکان تبدیل شدن به کاربری و هدفی جدید برای آن مهیا گردد، فرآیندی را طی می‌کند که این فرآیند را استفاده مجدد تطبیقی گویند (Langston et al., 2008, 1710). استفاده مجدد تطبیقی، یک استراتژی مؤثر برای تشویق حفاظت از ساختمان‌های خالی از سکنه یا با زمان تخریب زودرس از طریق بازسازی ساختمان‌های قدیمی برای استفاده جدید، با ارائه جایگزین مناسب اقتصادی است (Langston, Yung & Chan, 2013, 233). ساختمان‌ها می‌توانند به دلایلی چون منسوخ شدن اقتصادی، ازکارافتادگی عملکردی، ازکارافتادگی فنی، اجتماعی و یا حقوقی، بسیار زودتر از پایان یافتن عمر فیزیکی‌شان منسوخ گردند. ساختمان‌های قدیمی ترمیم‌پذیر است دارای شخصیتی باشند که به طور قابل توجهی به فرهنگ جامعه و حفظ سیمای تاریخ آن کمک کنند. در این صورت، حفاظت از آنها امری مهم است و میراث ذاتی و ارزش‌های فرهنگی آن‌ها را حفظ می‌کند (Langston et al., 2008, 1710). استفاده تطبیقی یا استفاده مجدد تطبیقی، یک روش مداخله در طیف گسترده‌ای از رویکردهای حفاظت است. سطوح مداخله می‌توانند از حفاظت خالص، تا تکمیل بهسازی و یا بازآفرینی یک ساختمان باشند. حفاظت خالص به معنی مداخله ضروری برای حفاظت ساختمان اصلی از هر گونه تخریب بیشتر است و بازآفرینی به معنی تخریب و دوباره‌سازی است. استفاده مجدد تطبیقی در وسط این طیف وسیع از روش‌ها قرار دارد. در این روش، برخی از ساختمان‌های قدیمی را حفظ می‌کنند اما تلاشی برای حفظ عملکرد آن‌ها ندارند (Farrell-Lipp, 2008, 63). تفاوت استفاده مجدد با سایر سطوح انطباق‌پذیری در آنست که در این شیوه مداخله، نقش معمار پر رنگ‌تر است و خلاقیت بیشتر بروز می‌نماید. البته در برخی موارد بدون حضور معمار و طراح این تغییر کاربری اتفاق می‌افتد، مثلاً ساختمان‌های مسکونی و تجاری به سادگی و با تغییرات جزئی توسط کاربران، به ساختمانی اداری تبدیل می‌گردند (Penling-ton, 2010, 12). استفاده مجدد تطبیقی به جای تلاش برای ادامه دادن استفاده موجود ساختمان از طریق ارتقاء و یا بازگرداندن آن به یک دوره زمانی خاص، به دنبال پیدا کردن کاربری‌های جدیدی برای آن است. این مفهوم به استفاده ساختمان پایبند نیست، اما به تاریخ و ساختار آن احترام می‌گذارد در حالی که

- سیلوی قدیم شهر شیراز - بیان می نماید تا سیردقیق مراحل تصمیم گیری تبیین گردد.

مراحل اولیه و انتخاب کاربری جایگزین مورد استفاده قرار گیرد. به همین دلیل چارچوب فرآیند مورد نظر را در یک نمونه موردی

## معرفی اجمالی نمونه مورد مطالعه

ساختمانی در نظر گرفته شده، سیلوی قدیم شهر شیراز است. ساخت این سیلو در سال ۱۳۱۴ و در دوره پهلوی اول، توسط آلمانی ها، هم زمان با سلسله سیلوهایی که در سطح کشور احداث می شده است، آغاز می شود. کار تکمیل و نصب دستگاه ها و راه اندازی سیلو توسط روس ها انجام شده و در سال ۱۳۳۴ بهره برداری از آن رسماً آغاز می شود. سیلوی شیراز در سائیتی به مساحت حدود ۶ هکتار قرار دارد که حدود ۲ هکتار آن را محوطه و فضای سبز تشکیل می دهد و ساختمان سیلو با مساحت ۲۴۰۰ مترمربع در گوشه شمال غرب آن واقع است. در حال حاضر مجموعه به ۵ قسمت تفکیک شده است که شامل بخش مهمانسرا و خانه های سازمانی، انبارها، بخش های اداری، ساختمان سیلو و سایت تالار مرکزی شیراز است.

فعالیت این سیلو از سال ۱۳۸۰ به علت بوجود آمدن ترافیک ناشی از تردد کامیون های حامل گندم در شهر و همچنین ایجاد آلودگی هوا ناشی از تولید ریزگردهایی همچون خرده گاه در هوا متوقف شده است. این سایت در حال حاضر در قلب بخش مسکونی و فرهنگی شهر قرار گرفته و در طرح تفصیلی شهر شیراز با عنوان کاربری ناسازگار و نامتجانس شناخته شده و با پیشنهاد کاربری اداری روبروست. این در حالی است که با توجه به ظرفیت های منطقه قرار گیری سایت سیلو (منطقه ۳ شهرداری - نقشه شماره ۵) در سال های اخیر طرح تالار مرکزی مهر شیراز با کاربری فرهنگی در این سایت به تصویب رسیده و در مجاورت سیلوی مذکور در حال احداث است. این سیلو نیز با توجه به ارزش های میراثی خود به عنوان میراث صنعتی شهر محسوب شده و جهت امکان سنجی استفاده مجدد تطبیقی از آن به منظور حفظ کالبد و در عین حال مطابقت با سیاست های مطرح در زمینه تغییر کاربری آن، مناسب است.

## انتخاب فرآیند طراحی بر اساس مدل های مورد مطالعه

به طور کلی در هر مرحله از فرآیند انطباق ساختمان ها ابزارهای متنوعی مورد نیاز است، بیشتر ابزارهای موجود در مراحل انتهایی فرآیند پاسخگو می باشند. در حالی که ابزارهای مورد نیاز در ابتدای راه همچنان کمبودهایی دارند. برای یافتن فرآیند طراحی سیلوی شیراز و یافتن ابزارهای مناسب تحلیلی، مدل های بسیاری مطالعه شدند و سه دسته اصلی تبیین گردیدند که شامل:

• **مدل های پیش از فرآیند طراحی:** که تعیین کننده میزان قابلیت ساختمان های موجود جهت استفاده مجدد می باشند. مدل های مدل چادلی (Wilkinson, 2011) مدل اهمنگ (Ohe -) meng 1998) مدل گریدتس و ون در وورت (Geraedts and Van der



تصویر ۲- سمت راست: نمای شرقی سیلو، سمت چپ: نمای جنوبی سیلو.



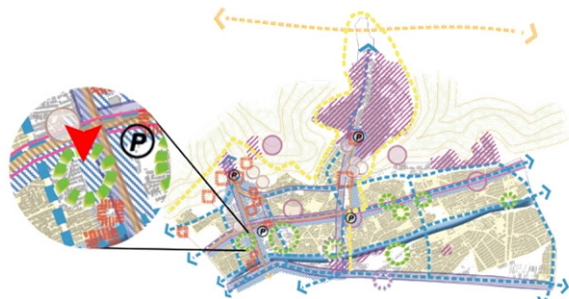
تصویر ۱- سمت راست: نمای شمالی سیلو، سمت چپ: نمای غربی سیلو.



نقشه ۵- سایت مورد نظر و موقعیت سیلو در میان کاربری‌های موجود در سایت:  
 ۱. سیلو / ۲. سایت تالار مهر شیراز / ۳. باغ / ۴. بخش‌های اداری / ۵. مهمانسرا و خانه‌های  
 سازمانی / ۶. انبارها سیلو.  
 ماخذ: نگارندگان بعد از Google Map



نقشه ۶- پراکندگی کانون‌های تاریخی- فرهنگی- تفریحی.  
 ماخذ: نگارندگان پس از GIS (آنالیز فرنگی- اجتماعی)



نقشه ۷- ساختار پیشنهادی منطقه ۳.  
 ماخذ: طرح تفصیلی شیراز (آنالیز سیاسی)



نقشه ۱- جایگاه سایت سیلو از نظر کیفیت بصری در سطح منطقه.  
 ماخذ: نگارندگان پس از GIS (آنالیز زیست محیطی)



نقشه ۲- سلسه مراتب دسترسی و راه‌ها در منطقه ۳ و پیرامون سایت مورد نظر.



نقشه ۳- سلسه مراتب عملکردی دسترسی‌ها به سایت سیلو.  
 ماخذ: نگارندگان بعد از Google Map



نقشه ۴- موقعیت مراکز و مکان‌های فرهنگی- تاریخی منطقه ۳

۱. آرامگاه سعدی / ۲. حوض ماهی / ۳. باغ دلگشا / ۴. چاه بیرزن / ۵. چاه قلعه بندر
۶. قلعه فهندژ / ۷. هفت تان / ۸. مقبره شاه شجاع / ۹. تخت ضرابی / ۱۰. چاه مرتاض علی / ۱۱. گهواره دید / ۱۲. دروازه قرآن / ۱۳. آرامگاه خواجوی کرمانی / ۱۴. نقش برجسته / ۱۵. مقبره باباکوهی / ۱۶. باغ تخت / ۱۷. باغ جهان نما / ۱۸. چهل مقام / ۱۹. آرامگاه وصال شیرازی / ۲۰. آرامگاه حافظ / ۲۱. باغ نو / ۲۲. باغ ملی / ۲۳. امامزاده علی بن حمزه / ۲۴. امامزاده شاه زاده حسین / ۲۵. گاراژ فردوسی / ۲۶. قلعه شاهپیان / ۲۷. موزه تاریخ طبیعی.

Voordt, 2007), مدل کینی, مدل لانگستون و همکاران (Langs-  
 2007, ton & Shen), مدل کانيجس (Conejos, Langston, 2010),  
 مدل تئو و لین (Teo & Lin, 2011)<sup>۷</sup> در این دسته قرار می‌گیرند.  
 • **مدل‌های حین فرآیند طراحی:** که هدایت‌کننده فرآیند  
 طراحی یعنی بررسی وضع موجود و تعیین سطح مداخله در بنا را  
 شامل می‌شود. مدل‌های مدل کینکید (Kincaid, 2003), مدل

### گام اول: محاسبه عمر فیزیکی در مدل ARP لانگستون و همکاران

در این مدل، ابتدا به محاسبه عمر فیزیکی با استفاده از یک پرسشنامه و تعیین ضرایب آن در یک اکسل می‌پردازد. عمر فیزیکی ساختمان اصلی بر اساس بستر محیطی، مشخصات اشغال و تمامیت ساختاری آن و مجموعه‌ای از اظهارات با پاسخ‌های بله و خیر، پیش بینی می‌شود. سه معیار اصلی چون بستر زیست محیطی، مشخصات اشغال و مشخصات سازه‌ای برای تنظیم پرسشنامه در نظر گرفته شده است. سوالات ستاره‌دار در جدول ۱، دو برابر وزن داده شده تا اهمیت نسبی شان نشان داده شود. برخی از سوالات برای ارائه امتیازهای مثبت انتخاب شده در حالی که برخی منفی و بقیه خنثی (مثبت یا منفی) هستند. نوع سوالات به طور مساوی در سراسر الگو توزیع شده است. الگوریتم محاسبه، یک پایه ۱۰۰ ساله را مفروض داشته و سپس بر اساس پاسخ‌ها به سوالات، امتیازهایی را (به سال) به آن افزوده یا کسر می‌کند. تخمین‌ها با محافظه‌کاری به نتایج ۲۰، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ یا ۳۰۰ سال گرد شده‌اند. جهت کمک به پیش‌بینی عمر فیزیکی ساختمان به سال، یک قالب محاسبه اکسل<sup>۱۵</sup> ایجاد شده است. بنابراین در کار طراحی سیلوی شیراز نیز، ابتدا با استفاده از اکسل محاسبه کننده عمر فیزیکی ساختمان و بر اساس پاسخ‌های پرسشنامه تعیین شده در این مدل که در زیر نمایش داده شده است، عمر فیزیکی سیلوی قدیم شیراز ۲۰۰ سال پیش بینی شد.

### گام دوم: محاسبه عمر مفید در مدل ARP لانگستون و همکاران

به جهت تعیین عمر مفید، مدل در ابتدا به محاسبه میزان منسوخ شدن می‌پردازد و هفت نوع منسوخ شدن شامل منسوخ شدن فیزیکی، منسوخ شدن اقتصادی، منسوخ شدن عملکردی، منسوخ شدن تکنیکی، منسوخ شدن اجتماعی، منسوخ شدن حقوقی، منسوخ شدن سیاسی در نظر گرفته و برای هر کدام تعریفی جهت تنظیم شاخص تعیین کرده و برای هر کدام ابزار و تکنیکی جهت میزان بندی محاسبه لحاظ می‌کند. در این مدل بیان می‌گردد که منسوخ شدن فیزیکی می‌تواند با بررسی سیاست و عملکرد تعمیر و نگهداری، اندازه‌گیری شود. اگر عناصر ساختمان به طور مناسبی تعمیر و نگهداری نشوند، عمر مفید ساختمان به طور مؤثری کاهش می‌یابد. در اینجا یک مقیاس ایجاد شده است به طوری که ساختمان‌هایی با بودجه زیاد تخصیص یافته به تعمیر و نگهداری، کاهش عمر مفید ۲۰٪ و ساختمان‌های با بودجه کم نگهداری، کاهش ۲۰٪ دریافت می‌کنند. امتیازهای میانه نیز امکان پذیراند برای مثال شدت تعمیر و نگهداری متوسط یک کاهش عمر مفید ۱۰٪ دریافت می‌کند. منسوخ شدن اقتصادی می‌تواند با موقعیت یک ساختمان نسبت به مرکز شهر و یا منطقه تجاری مرکزی اندازه‌گیری شود. اگر یک ساختمان در منطقه‌ای با جمعیت نسبتاً کم واقع شده باشد، عمر مفید آن به طور مؤثری کاهش

آرپ (Arup, 2008)، مدل آلن و کلوبات (Alanne & Klobut, 2003)، مدل رزنفلد و شوهت (Rosenfeld & Shohet 1999)، مدل زاواداسکاس (Zavadaskas et al., 2008)، مدل بین و مینزل (Yin & Menzel, 2011)<sup>۱۶</sup> و مدل تن و همکاران (Tan, Shen & Langston, 2014) در این دسته قرار می‌گیرند.

● **مدل‌های پس از فرآیند طراحی:** یا همان ابزارهای ارزیابی که وضعیت ساختمان را پس از اتمام فرآیند انطباق مورد سنجش و سپس امتیاز دهی قرار می‌دهند. این ابزارها اصولاً بر مبنای اهداف توسعه پایدار شکل گرفته‌اند. مدل‌های برییم<sup>۱۷</sup>، لیدد<sup>۱۸</sup>، کازیبی<sup>۱۹</sup> در این دسته قرار می‌گیرند.

پس از بررسی مدل‌ها لازم بود که جهت طراحی، فرآیند درست و حساب شده‌ای در نظر گرفته شود تا چارچوب طراحی به شکلی منطقی پیش رود. در این راستا چند مرحله با توجه به مطالعات در نظر گرفته شد که شامل مرحله اول تعیین عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری همچون قانون‌گذاران، سرمایه‌گذاران، سازندگان و کاربران، مرحله دوم شامل تجزیه و تحلیل بافت موجود شامل مشخصات فیزیکی، ارزش‌های میراثی، عملکرد اصلی و نیازهای منطقه، مرحله سوم شامل تصمیم‌گیری اقدامات حفاظت و فازبندی آن، مرحله چهارم شامل تعیین پتانسیل استفاده مجدد و مرحله پنجم تصمیم‌گیری برای تغییرات عملکردی بوده است. با توجه به مدل‌ها و روند تنظیمات و مراحل ارائه شده در آنها، سعی گردید تا به شکلی واقع‌گرایانه، این چارچوب برای طراحی تنظیم شود. لذا با انتخاب چند مدل پیش از طراحی و حین طراحی مراحل و گام‌های دقیقی جهت تعیین چارچوب طراحی تنظیم گردید که در ادامه بیان می‌گردد. این چارچوب شامل دو مرحله و هر کدام شامل گام‌هایی است.

### مرحله اول: تعیین پتانسیل استفاده مجدد ساختمان

پیش از آنکه دست به اقدامی در ساختمان سیلو بزیم، ابتدا باید بررسی می‌شد که آیا این ساختمان دارای پتانسیل استفاده مجدد مناسبی برای ادامه حیات است یا خیر؟ برای این منظور از میان مدل‌های مختلف، مدل لانگستون و همکاران انتخاب گردید. در این مدل یک الگوریتم پیشنهاد شده است که عمر فیزیکی<sup>۱۲</sup> و سن فعلی<sup>۱۳</sup> و ارزیابی منسوخ شدن<sup>۱۴</sup> فیزیکی، اقتصادی، عملکردی، تکنیکی، اجتماعی و حقوقی را دریافت کرده و شاخصی از پتانسیل استفاده مجدد را با درصد بیان می‌کند و بدین صورت درجه بندی برای پتانسیل استفاده مجدد از بناها ارائه می‌دهد. زمانی که سن فعلی ساختمان نزدیک به عمر مفید آن و کمتر از آن است، مدل تشخیص می‌دهد که برنامه‌ریزی برای استفاده مجدد باید آغاز گردد (Langston & Shen, 2007, 195).

بنابراین مدل شامل چند مرحله چون محاسبه عمر فیزیکی، محاسبه عمر مفید با در نظر گرفتن امتیازهایی برای هر کدام از فاکتورهای منسوخ شدن و در نهایت محاسبه میزان پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی با قرار دادن آن در فرمول پیشنهاد شده است. در ادامه سه مرحله به تفکیک بیان می‌گردد.

جدول ۱- پرسشنامه عمر فیزیکی سیلو بر اساس اکسل محاسبه کننده عمر فیزیکی لانگستون.

ردیف	شاخص	بلی / خیر؟	توضیحات
۱.	آیا ساختمان در فاصله ۱ کیلومتری رودخانه قرار گرفته است؟	خیر	
۲.	آیا سایت ساختمان در یک زمین پایدار قرار دارد؟	بله *	
۳.	آیا میزان بارندگی در سایت کمتر از متوسط ۵۰۰ میلی متر در سال است؟	بله	
۴.	آیا ساختمان در محیطی سبز قرار گرفته است؟	بله	
۵.	آیا ساختمان در معرض وقوع سیل و شسته شدن قرار دارد؟	خیر	
۶.	آیا ساختمان در معرض فعالیت طوفان شدید قرار دارد؟	خیر	
۷.	آیا ساختمان در معرض آسیب زلزله قرار دارد؟	بله	
۸.	آیا ساختمان در منطقه‌ای با امکان آتش سوزی قرار داد؟	خیر	
۹.	آیا ساختمان در یک منطقه با ناآرامی‌های مدنی قرار دارد؟	خیر *	
۱۰.	آیا حیوانات یا حشراتی وجود دارند که می‌توانند به بافت ساختمان آسیب برسانند؟	خیر *	
۱۱.	آیا ساختمان به طور عمد در ساعات‌های کاری معمول مورد استفاده قرار می‌گیرد؟		
۱۲.	آیا نوعی از فعالیت‌های صنعتی در درون ساختمان صورت می‌پذیرد؟	بله *	
۱۳.	آیا ساختمان به روی عموم مردم باز است؟	خیر	
۱۴.	آیا ساختمان به صورت اجاره در اختیار کاربران است؟	خیر	
۱۵.	آیا یک مدیر یا سرپرست ساختمان به طور معمول وجود دارد؟	بله *	
۱۶.	آیا ساختمان به عنوان یک دارایی بلند مدت تعیین شده است؟	بله *	
۱۷.	آیا ساختمان مصالح خطرناک را دربرداشته یا با آن مواجه است؟	خیر	
۱۸.	آیا تراکم اشغال ساختمان بیش از ۱ نفر در هر ۱۰ مترمربع است؟		
۱۹.	آیا ساختمان تحت نظارت و کنترل امنیتی، حفاظت شده است؟	بله	
۲۰.	آیا ساختمان به طور کامل بیمه شده است؟	بله	
۲۱.	آیا اجزای سازه‌ای ساختمان به صورت مصالح بنایی هستند؟	خیر	
۲۲.	آیا سازه ساختمان به طور قابل توجهی مورد بازسازی قرار گرفته است؟	خیر	
۲۳.	آیا ساختار سازه‌ای ساختمان پیچیده و غیر متعارف است؟	خیر	
۲۴.	آیا اجزای سازه‌ای ساختمان بادوام بوده و قابل استفاده مجدد می‌باشند؟	بله *	
۲۵.	آیا سازه‌ای در فاصله بسیار ناچیز در مجاورت ساختمان قرار دارد؟	خیر	
۲۶.	آیا ساختمان دارای یک سیستم فونداسیون مستحکم و پایدار است؟	خیر *	
۲۷.	آیا استانداردهای طراحی و کیفیت ساخت در ساختمان رعایت شده است؟	بله	
۲۸.	آیا ساختمان به طور مناسبی نسبت به ورود آب، عایق بندی و مقاوم سازی شده؟	بله *	
۲۹.	آیا ساختمان در مقابل آتش سوزی‌های احتمالی مقاوم سازی شده است؟	بله	
۳۰.	آیا ساختمان به عنوان یک بنای یاد بود عمومی و یا شاخص شهری طراحی شده؟	خیر	

منبع: (Langston et al., 2010, 7)

عملکردی می‌تواند با تعیین میزان انعطاف پذیری در طرح یک ساختمان اندازه‌گیری شود. اگر طرح بندی ساختمان انعطاف ناپذیر باشد، عمر مفید ساختمان به طور موثری کاهش می‌یابد. مقیاسی ایجاد شده است که با آن ساختمان‌های با هزینه انعطاف پذیر کردن کم، کاهش ۰٪ و ساختمان با هزینه انعطاف پذیر کردن بالا یک کاهش ۲۰٪ دریافت می‌کنند. امتیازهای

می‌یابد. در اینجا نیز مقیاسی ایجاد شده است که چنانچه آن ساختمان‌ها در منطقه‌ای با تراکم جمعیت بالا واقع شده باشد کاهش ۰٪ و چنانچه در یک منطقه با تراکم جمعیت پایین واقع شده باشد، کاهش ۲۰٪ دریافت می‌کند. امتیازهای میانه نیز امکان پذیر هستند، مانند تراکم جمعیتی متوسط با دریافت کاهش ۱۰٪ (Langston & Shen, 2007, 200). منسوخ شدن

عنوان p.a. (اعشاری)،  $O_3$  منسوخ شدن اجتماعی (%) به عنوان p.a. (اعشاری)  $O_6$  نشان دهنده منسوخ شدن حقوقی و  $O_7$  نشان دهنده منسوخ شدن سیاسی است (%) به عنوان p.a. (اعشاری). با استفاده از این روش، یک ساختمان با دریافت بیشترین میزان تنزل برای هر یک از انواع منسوخ شدن، عمر مفیدی در حدود یک سوم عمر فیزیکی خود خواهد داشت.

اما برای تعیین این مهم برای سیلوی شیراز، طبق بررسی های صورت گرفته، نرخ تنزل برای هر یک از منسوخ شدن های فیزیکی ( $O_1$ )، اقتصادی ( $O_2$ )، عملکردی ( $O_3$ )، تکنیکی ( $O_4$ )، اجتماعی ( $O_5$ )، حقوقی ( $O_6$ ) و سیاسی ( $O_7$ ) به ترتیب ۱۰٪، ۱۵٪، ۱۰٪، ۵٪، ۰٪ و ۰٪ ارزیابی شدند. بنابراین عامل تنزل سالانه ۰۰۳٪ و با توجه به سن فعلی ساختمان ( $L_b = 62$ )، عمر مفید سیلو از معادله شماره (۱) به صورت زیر محاسبه گردید:

$$L_u = \frac{200}{(1 + 0.003)^{200}} = 109.86 \quad (2)$$

#### گام سوم: محاسبه پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی در مدل ARP لانگستون و همکاران

مرحله بعدی پس از محاسبه عمر مفید، تعیین میزان پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی است. مدل لانگستون و همکاران فرمولی ارائه داده اند که با کمک مقادیر  $EL_u$  (عمر مفید مؤثر)<sup>۱۸</sup>،  $EL_b$  (سن مؤثر ساختمان)<sup>۱۹</sup> و  $EL_p$  (عمر فیزیکی مؤثر)<sup>۲۰</sup> که به ترتیب با ضرب  $L_u$ ،  $L_b$  و  $L_p$  در ۱۰۰ و تقسیم بر  $L_p$  تعیین می شوند، خط افزایش و خط کاهش پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی را به ترتیب توسط فرمول های (۵-۵) و (۵-۶) تعیین می کنند.

$$\Rightarrow \quad Elb < Elu \quad ARP (\text{افزایشی}) = 100 - \frac{\left(\frac{EL_b}{100}\right)}{EL_u} \times EL_b \quad (4)$$

$$\Rightarrow \quad Elb > Elu \quad ARP (\text{کاهشی}) = 100 - \frac{\left(\frac{EL_b}{100}\right)}{100 - EL_u} \times (100 - EL_b)$$

در اینجا  $EL_u$  مخفف عمر مفید مؤثر (سال ها) و  $EL_b$  مخفف سن مؤثر ساختمان (سال ها) است. مقادیر پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی (ARP) بالاتر از ۵۰، دارای پتانسیل بالا برای استفاده مجدد تطبیقی محسوب می شوند در حالی که مقادیر بین ۴۹-۲۰ پتانسیل متوسط و رنج میان ۱۹-۱ پتانسیل کم را نشان می دهند. مقدار ARP صفر، نشان دهنده نداشتن پتانسیل است. هنگامی که  $Elb$  و  $Elu$  برابر هستند، بیشترین مقدار پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی ممکن برای آن مرحله از چرخه عمر ساختمان ایجاد شده است. مقادیر بالای ۸۵ نشان می دهند که فعالیت های برنامه ریزی باید به طور جدی آغاز شوند (همان).

در این بخش با استفاده از فرمول تعریف شده پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی برای سایت مورد نظر محاسبه می گردد که به شرح زیر است. بنابر فرمول های بالا، مقادیر عمر مفید مؤثر ( $EL_u$ ) و سن مؤثر ساختمان ( $EL_b$ ) به ترتیب ۵۴/۹۳ و ۳۱ سال

میانهمان نیز مانند هزینه های منعطف سازی معمول با کاهش ۱۰٪ امکان پذیر پذیر هستند. منسوخ شدن تکنیکی را می توان با مصرف انرژی عملیاتی ساختمان اندازه گیری کرد. اگر یک ساختمان برای آسایش ساکنان خود متکی به سطوح بالای انرژی باشد، عمر مفید ساختمان به طور موثری کاهش می یابد. مقیاسی ایجاد شده است که ساختمان های با نیاز انرژی پایین، کاهش ۲۰٪ دریافت می کنند در حالی که ساختمان های با نیاز انرژی زیاد یک کاهش ۲۰٪ دریافت می کنند. امتیازهای میانهمان نیز مانند عملکرد انرژی عملیاتی متناسب با دریافت کاهش ۱۰٪ امکان پذیر است (همان). منسوخ شدن اجتماعی می تواند با ارتباط میان عملکرد ساختمان و بازار، اندازه گیری شود. اگر امکان پذیری یک ساختمان بر اساس عواید خارجی باشد، عمر مفید ساختمان به طور موثری کاهش می یابد. مقیاسی ایجاد شده است چنانکه ساختمان ها با فضای اشغال شده و مالکیت کامل کاهشی ۲۰٪ و ساختمان های با فضای کاملاً آجاره داده شده کاهشی ۲۰٪ دریافت می کنند. امتیازهای میانهمان مانند مالکیت و آجاره متعادل با دریافت کاهش ۱۰٪ نیز امکان پذیر است. منسوخ شدن حقوقی نیز می تواند با کیفیت طرح اصلی اندازه گیری شود. عمر مفید ساختمان به طور موثری کاهش می یابد اگر ساختمان ها با استاندارد پایین طراحی و ساخته شده باشند. مقیاسی نیز ایجاد شده است که ساختمان های با کیفیت بالا، کاهش ۲۰٪ و ساختمان های با کیفیت پایین، کاهش ۲۰ درصدی دریافت می کنند. امتیازهای میانهمان نیز امکان پذیر است مانند دریافت کاهش ۱۰٪ با کیفیت متوسط. (همان) منسوخ شدن سیاسی می تواند با سطح علاقه عمومی و محلی جامعه اطراف یک پروژه اندازه گیری شود. اگر سطح بالایی از (محدودیت) مداخلات سیاسی وجود داشته باشد، عمر مفید به طور موثری کاهش می یابد. مقیاسی ایجاد شده که ساختمان هایی با سطح پایینی از دلبستگی، کاهش ۰ درصدی و ساختمان هایی با سطح بالایی از دلبستگی کاهش ۲۰ درصدی دریافت می کنند. امتیازهای میانهمان نیز امکان پذیر اند مانند علاقه عمومی نرمال با دریافت کاهش ۱۰ درصدی (همان).

با توجه به موارد مطرح شده در مورد تعیین درصد امتیاز منسوخ شدن، عمر مفید از معادله (۱) تعیین می شود. صورت معادله برای این مفهوم که عمر مفید در واقع عمر فیزیکی را تنزل می دهد، اعمال می شود و از روش بلند تاسیس تنزل<sup>۱۶</sup> به عنوان اساس خود در جایی که «نرخ تنزل»<sup>۱۷</sup> به عنوان مجموع عوامل منسوخ شدن سالانه است، استفاده می کند (به عنوان مثال هر عامل بر عمر فیزیکی تقسیم می شود).

$$L_p = \frac{L_p}{(1 + \sum_{i=1}^7 O_i)^{L_p}} \quad (1)$$

در اینجا  $L_p$  نشان دهنده عمر فیزیکی (سال)،  $O_1$ ، منسوخ شدن فیزیکی (%) به عنوان p.a. (اعشاری)،  $O_2$ ، منسوخ شدن اقتصادی (%) به عنوان p.a. (اعشاری)،  $O_3$ ، منسوخ شدن عملکردی (%) به عنوان p.a. (اعشاری)،  $O_4$ ، منسوخ شدن تکنیکی (%) به

کنترل فرآیند تعیین شده مشخص شد و از میان هر گروه، یک الی دو نماینده جهت تشکیل کمیته‌ی تصمیم‌گیری انتخاب گردید. بنابراین کمیته از هفت عضو شامل دو نماینده از بخش قانون‌گذاران شامل یک مقام برنامه ریز (D<sub>۱</sub>) و یک مقام محلی (D<sub>۲</sub>)، یک نماینده از بخش سرمایه‌گذاران شامل یک مقام از شهرداری (D<sub>۳</sub>)، سه نماینده از بخش سازندگان شامل سه مقام معمار (D<sub>۴</sub>)، طراح (D<sub>۵</sub>) و متخصص در زمینه استفاده مجدد تطبیقی (D<sub>۶</sub>) و نیز یک نماینده از بخش کاربران شامل یک مقام به عنوان استفاده‌کننده متنی از سیلو (D<sub>۷</sub>) تشکیل گردید.

با بررسی‌های صورت گرفته بر روی طرح تفصیلی شهر شیراز و وضعیت موجود سایت مورد نظر، میزان سازگاری کاربری‌ها با کاربری‌های مجاور و منطقه مورد نظر، نیاز محدوده طراحی، سیاست‌های مد نظر در طرح تفصیلی و نیز پتانسیل‌های ساختاری سیلو، پنج کاربری مختلف جهت استفاده مجدد از بنای سیلو شامل کاربری ورزشی / تفریحی در قالب یک باشگاه صخره نوردی و ورزش‌های صعودی (A<sub>۱</sub>)، یک کاربری فرهنگی در قالب موزه هنرهای معاصر شیراز (A<sub>۲</sub>)، یک کاربری گردشگری در قالب هتل لوکس (A<sub>۳</sub>)، یک کاربری آموزشی در قالب دانشکده هنر و معماری (A<sub>۴</sub>) و یک کاربری تجاری در قالب یک مجتمع تجاری - تفریحی (A<sub>۵</sub>) جهت انطباق و تغییر در عملکرد اصلی سیلو در نظر گرفته شدند.

**گام دوم: ارزیابی هر یک از گزینه‌ها پیش از اظهار نظر:**  
در این گام، یک بررسی جامع شامل بررسی ساخت سایت، بستر ساختمان، اجزا ساختاری و زیست‌محیطی ساختمان، سیستم‌های مکانیکی، امنیت و دسترسی و صرفه‌جویی انرژی باید به عمل آید. اعضای کمیته باید از سایت بازدید کنند. سپس اعضای کمیته پس از تعیین وزن معیارها، هر یک از گزینه‌ها را با استفاده از معیارهای مورد نظر، ارزیابی می‌کنند. در برخی موارد باید اهمیت تصمیم‌گیرنده نیز در نظر گرفته شود.  
لذا در این مرحله معیارهای مد نظر جهت ارزیابی گزینه‌های تعیین شده انتخاب گردید. این معیارها بر اساس معیارهای معین در مدل کیفی کنترل‌کننده فرآیند جهت شناسایی

بدست می‌آیند. چون  $EL_b < EL_u$  است بنابراین از معادله (۳) برای محاسبه عدد پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی استفاده می‌کنیم:

$$\left\{ \begin{array}{l} ARP = 100 - \frac{((54.93)^2 / 100)}{54.93} \times 31 = 82.97 \quad (5) \\ ARP > 50 \end{array} \right.$$

بنابر عدد بدست آمده نتیجه می‌شود که پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی از سیلو بالا و رو به افزایش است.

### مرحله دوم: تعیین کاربری جایگزین

در این مرحله که پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی سیلوی شیراز تعیین گردیده، نیاز است تا کاربری جایگزین سیلو تعیین و تصمیم‌گیری گردد. برای این منظور مدل تن و همکاران انتخاب گردید. این مدل با استقرار یک روش فازی به ادغام ویژگی‌های ساختمان با دیدگاه‌های ذینفعان می‌پردازد.

### مدل انتخاب استفاده مجدد فازی تن و همکاران (۲۰۱۴)

در این مدل پنج گام برای تعیین کاربری جایگزین مشخص شده که با کمک منطق فازی و براساس نظر متخصصان، کاربری مشخص و تعیین می‌گردد. در ادامه کلیه مراحل به تفکیک بیان می‌گردد و سیلوی شیراز بر آن اساس مسیر تعیین کاربری را طی می‌نماید.

**گام اول: تشکیل کمیته‌ی تصمیم‌گیری و ارزیابی اولیه:** در این مرحله یک کمیته تصمیم‌گیری شامل اعضا از بخش‌های مختلف اثرگذار بر تصمیم استفاده مجدد تشکیل می‌شود و پس از بررسی‌های صورت گرفته بر روی وضعیت موجود، گزینه‌های پیشنهادی جهت کاربری جایگزین در ساختمان موجود تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است که جهت تعیین ذی‌نفعان مختلف و معیارهای دخیل در تصمیم‌گیری استفاده مجدد تطبیقی نیز مدل‌های متعددی ایجاد شده‌اند که می‌توانند جهت کنترل فرآیند راهگشا باشند.

در پژوهش سیلوی شیراز، ذی‌نفعان بر اساس مدل کیفی میسریشوی و گان کی (Misirlisoy & Günçe, 2016, 96) جهت

جدول ۲- معیارهای مد نظر جهت ارزیابی گزینه‌های تعیین شده.

معیار	توضیح
فیزیکی	اصالت شخصیت معماری (C <sub>۱</sub> ) / زیباشناسی (C <sub>۲</sub> ) / دسترسی معلولین (C <sub>۳</sub> ) / مقیاس انسانی (C <sub>۴</sub> )
اقتصادی	دسترسی سایت (C <sub>۵</sub> ) / تراکم جمعیت در محل (C <sub>۶</sub> ) / سود حاصل از نیاز بازار (C <sub>۷</sub> ) / فرصت بازار (C <sub>۸</sub> ) / منابع مالی برای هزینه‌های تعمیر و نگهداری (C <sub>۹</sub> )
عملکردی	سیرکولاسیون فضایی (C <sub>۱۰</sub> ) / انطباق پذیری (C <sub>۱۱</sub> ) / رابطه فضا - ساختار (C <sub>۱۲</sub> ) / انعطاف پذیری فضاها (C <sub>۱۳</sub> )
زیست محیطی	سایت و محل (C <sub>۱۴</sub> ) / کیفیت محیطی اطراف (C <sub>۱۵</sub> ) / روابط همسایگی (C <sub>۱۶</sub> ) / جهت‌گیری ساختمان (C <sub>۱۷</sub> )
سیاسی	الزام برنامه‌ریزی حفاظت (C <sub>۱۸</sub> ) / مقررات ساختمان (C <sub>۱۹</sub> ) / طرح جامع شهری (C <sub>۲۰</sub> ) / طرح کاربری و منطقه‌بندی زمین (C <sub>۲۱</sub> ) / مالکیت (C <sub>۲۲</sub> )
اجتماعی	مفهوم اجتماعی در جامعه محلی (C <sub>۲۳</sub> ) / روح ساختمان (C <sub>۲۴</sub> ) / علاقه عمومی به ساختمان (C <sub>۲۵</sub> )
فرهنگی	مفهوم فرهنگی در جامعه محلی (C <sub>۲۶</sub> ) / اهمیت تاریخی (C <sub>۲۷</sub> ) / سندیت (C <sub>۲۸</sub> )



$$\tilde{w}_i = \frac{1}{t} [\tilde{w}_i^1 \oplus \tilde{w}_i^2 \oplus \dots \oplus \tilde{w}_i^t],$$

$$i = 1, 2, \dots, s.$$

ماتریس تصمیم‌گیری فازی و وزن فازی معیارها توسط تبدیل عبارات زبانی به اعداد فازی مثلثی طبق جدول ارائه شده فرموله می‌شوند. در این مرحله، با استفاده از فرمول شماره ۶، میانگین رتبه‌بندی‌ها و میانگین وزن دهی‌های فازی اعضای کمیته برای هر یک از گزینه‌ها و معیارها در سیلوی شیراز محاسبه گردید.

معمولاً مشکلات تصمیم‌گیری تحت عدم قطعیت، ابهام، ریسک، مزیقه‌ی زمان و فقدان یا ناقص بودن برخی اطلاعات شکل می‌گیرند. تصمیم‌گیرندگان ترجیح می‌دهند تا حس خود را در شرایط فازی «خوب»، «نسبتاً»، «ضعیف» و ... بیان کنند. لذا این مدل از منطق فازی جهت ارزیابی و وزن دهی معیارها و گزینه‌های مورد نظر ذینفعان و تصمیم‌گیرندگان بهره می‌گیرد (Tan, Shen & Langston, 2014, 69).

در سیلوی شیراز، وزن‌ها و رتبه‌های اتخاذ شده براساس نظرات کمیته تصمیم‌گیری با توجه به گزینه‌های مختلف برای استفاده مجدد به عنوان  $A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_n\}$  و نیز معیارهای انتخاب مشخص شده در جدول ۲  $G = \{G_1, G_2, \dots, G_s\}$  کمیته‌ی تصمیم‌گیری  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_i\}$  که پیش‌تر شکل گرفته، اهمیت معیارها و درجه‌بندی گزینه‌ها ارزیابی می‌شود.

لذا به عنوان نمونه در جدول ۴، نظرات اعضای کمیته تصمیم‌گیری که به شاخص اصالت شخصیت معماری (C<sub>1</sub>)

پتانسیل‌های استفاده مجدد تطبیقی از ساختمان‌های میراثی به منظور پی‌بردن به مزایای ناشی از اجرای استفاده مجدد تطبیقی در قالب هر یک از گزینه‌های ارائه شده، تعیین شدند. این معیارها در هفت عنوان پتانسیل‌های فیزیکی، اقتصادی، عملکردی، محیطی، سیاسی، اجتماعی و فرهنگی مطابق جدول زیر تعیین شدند (Tan, Shen & Langston, 2014, 70). پس از آن هر یک از افراد کمیته با تعیین وزن مورد نظر خود به ارزیابی هر یک از گزینه‌ها براساس معیارهای مشخص شده پرداختند.

**گام سوم: جمع‌آوری وزن‌ها و رتبه‌بندی:** در این گام، ماتریس‌های تصمیم‌گیری فازی  $\tilde{A}^{(k)} = (\tilde{a}_{ij}^{(k)})_{s \times n}$  در یک مجموعه ماتریس تصمیم‌گیری فازی  $\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{s \times n} = [a_{ij}, a_{mij}, a_{ui}]_{s \times n}$  جمع می‌شوند، و جمع وزن ویژگی‌ها  $\tilde{w}_i^k = [w_{ii}^k, w_{mi}^k, w_{ui}^k]$  در یک مجموعه وزن ویژگی‌های  $\tilde{w}_i = [w_{ii}, w_{mi}, w_{ui}]$  جمع می‌شوند. یک اپراتور میانی معمولاً برای جمع‌آوری نظرات تصمیم‌گیرندگان در مورد رتبه‌بندی ویژگی‌ها و وزن‌ها استفاده می‌شود. میانگین رتبه‌بندی‌های فازی  $\tilde{a}_{ij}$  و میانگین وزن دهی‌های فازی  $\tilde{w}_i$  ویژگی‌ها  $G_i$  می‌تواند به شرح زیر ارزیابی شود:

$$\tilde{a}_{ij} = \frac{1}{t} [\tilde{a}_{ij}^1 \oplus \tilde{a}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{a}_{ij}^t], \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, s, j = 1, 2, \dots, n,$$

جدول ۳- نمونه جدول رتبه‌بندی و وزن دهی شاخص (C<sub>1</sub>) توسط کمیته تصمیم‌گیری از مجموعه شاخص‌های (C<sub>1</sub>) تا (C<sub>28</sub>) از ۷ معیار اصلی جدول ۲.

معیارها	تصمیم‌گیرندگان	وزن‌ها	رتبه‌ها				
			A1	A2	A3	A4	A5
C1	D1	H	P	G	F	MP	MP
	D2	H	F	G	MG	MG	VP
	D3	M	VG	F	G	VP	VP
	D4	MH	P	F	MP	P	VP
	D5	MH	F	G	VG	MP	P
	D6	H	F	G	MG	F	F
	D7	ML	F	F	P	MG	VL

جدول ۴- عبارات زبانی جهت وزن دهی و رتبه‌بندی و اعداد فازی متناظر آن‌ها.

اعداد فازی	عبارات زبانی برای رتبه‌بندی		اعداد فازی	عبارات زبانی برای وزن دهی	
(0, 0, 1)	خیلی ضعیف	(VP)	(0, 0, 0.1)	خیلی کم	(VL)
(0, 1, 3)	ضعیف	(P)	(0, 0.1, 0.3)	کم	(L)
(1, 3, 5)	نسبتاً ضعیف	(MP)	(0.1, 0.3, 0.5)	نسبتاً کم	(ML)
(3, 5, 7)	معمولی	(F)	(0.3, 0.5, 0.7)	متوسط	(M)
(5, 7, 9)	نسبتاً خوب	(MG)	(0.5, 0.7, 0.9)	نسبتاً زیاد	(MH)
(7, 9, 10)	خوب	(G)	(0.7, 0.9, 1)	زیاد	(H)
(9, 10, 10)	خیلی خوب	(VG)	(0.9, 1, 1)	خیلی زیاد	(VH)

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{li}^-}{a_{uij}}, \frac{a_{li}^-}{a_{mij}}, \frac{a_{li}^-}{a_{lij}} \right), i \in C \quad (4)$$

$$a_{ui}^* = \max_j a_{uij}, i \in B$$

$$a_{li}^- = \min_j a_{lij}, i \in C$$

B و C، مجموعه معیارهای سود و هزینه هستند. توسط فرمول ۷ و ۸، ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمال شده، تعیین می‌شود. در این مرحله برای نمونه موردی مورد مطالعه یعنی سیلوی شیراز، برای اطمینان از سازگاری میان رتبه‌های میانگین گرفته، مجموعه ماتریس تصمیم فازی به یک ماتریس متناظر نرمال گردید. با توجه به این که در این مطالعه همه معیارها به عنوان معیار سود در نظر گرفته شده‌اند، از فرمول ۷ استفاده شد.

#### گام پنجم: محاسبه‌ی FARV و NFARV برای هر یک از گزینه‌ها:

در این بخش  $\tilde{A}^{(k)} = (\tilde{a}_{ij}^{(k)})_{s \times n}$  یک ماتریس تصمیم‌گیری است که درجه‌بندی گزینه‌ها را توصیف می‌کند و در آن:  $\tilde{a}_{ij}^{(k)} = [a_{lij}^k, a_{mij}^k, a_{uij}^k]$  ارزش ویژگی است که توسط تصمیم‌گیرنده معین می‌شود.  $d_k \in D$  برای گزینه  $x_j \in X$  با توجه به ویژگی  $G_i \in G$  و  $w = (w_1, w_2, \dots, w_s)^T$  بردار وزن ویژگی است که توسط یک اپراتور و مقدار استفاده مجدد فازی (FARV) هر یک از گزینه‌ها جمع شود و به عنوان:

$$FARV_j = \sum_{i=1}^s \tilde{w}_i \otimes \tilde{r}_{ij} \quad (9)$$

که در آن  $\tilde{r}_{ij}$  امتیاز فازی نرمال شده‌ی گزینه‌ها است  $x_j \in X$  با توجه به ویژگی  $G_i \in G$  است. سپس FARV هر یک از گزینه‌ها می‌تواند رتبه‌بندی شود. FARV برای هر گزینه با استفاده از فرمول ۹ محاسبه می‌شود. برای سازگاری، FARV، نرمال شده (NFARV) تا مقدار فازی در

زیرمجموعه معیار فیزیکی وزنی خاص و به هر گزینه‌ی کاربری جایگزین نیز رتبه‌ای در ارتباط با این شاخص داده‌اند، بیان گردیده است.

یک مجموعه‌ی متغیر زبانی مناسب می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان برای قضاوت صحیح در رابطه با گزینه‌ها کمک کند. عبارات زبانی و تابع عضویت می‌توانند از ارزیابی کارشناس داده‌های گذشته استخراج شوند و می‌توانند برای جا دادن موقعیت‌های فردی تغییر یابند. عدد فازی مثلثی، ساده‌ترین عدد فازی است و غالباً برای بیان عبارات زبانی در تحقیقات استفاده می‌شود. در این مطالعه، عبارات زبانی برای نمایش بر اساس مطالعات قبلی مشخص شده. و در جدول ۳ نشان داده شده است. به عنوان مثال اگر یک تصمیم‌گیرنده نظر خود نسبت به وزن دهی ویژگی «اقتصادی» را به عنوان «زیاد» عنوان کند، قضاوت او می‌تواند به عنوان یک عدد فازی  $(0, 7, 0, 9, 1, 0)$  بیان شود (همان).

لذا هر کدام از عناصر جدول ۳ بر اساس عبارات زبانی در جدول ۴ ترجمه شده و در جای خویش قرار می‌گیرند و در نهایت میانگین وزن‌ها و رتبه‌ها بر اساس فرمول ۶ گرفته شده و در جدولی قرار می‌گیرد و در زیربخشی از جدول میانگین وزن‌ها و رتبه‌ها مربوط به سیلوی شیراز در جدول ۵ ذکر می‌گردد، که در آن، میانگین وزن‌ها و رتبه‌ها در معیار  $(C_1)$  مشخص شده است.

#### گام چهارم: نرمال کردن ماتریس تصمیم فازی پیچیده: برای

اطمینان از سازگاری میان رتبه‌های میانگین گرفته، مجموعه ماتریس تصمیم فازی  $\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{s \times n} = [a_{lij}, a_{mij}, a_{uij}]_{s \times n}$  به ماتریس متناظر  $\tilde{R}^{(k)} = (\tilde{r}_{ij}^{(k)})_{s \times n}$  نرمال می‌شود که در آن:

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{lij}}{a_{ui}^*}, \frac{a_{mij}}{a_{ui}^*}, \frac{a_{uij}}{a_{ui}^*} \right), i \in B \quad (7)$$

جدول ۵- میانگین وزن‌ها و رتبه‌ها برای هر شاخص از هر معیار سیلوی شیراز. با توجه به نظر کمیته تصمیم‌گیری.

Criteria	Weightings			Ratings														
				A1			A2			A3			A4			A5		
C1	0.50	0.70	0.86	3.00	4.57	6.29	5.29	7.29	8.71	4.29	6.00	7.57	2.14	3.71	5.57	0.57	1.29	2.71
C2	0.49	0.66	0.80	3.00	5.00	7.00	5.71	7.29	8.43	4.14	5.71	7.29	1.86	3.43	5.29	2.00	3.57	5.43
C3	0.54	0.71	0.84	2.14	3.71	5.43	4.00	5.86	7.71	2.43	4.14	6.14	2.29	4.14	6.00	1.43	3.00	5.00

جدول ۶- نرمال کردن ماتریس فازی برای شاخص‌های سیلوی شیراز بر اساس نظرات کمیته تصمیم‌گیری و گزینه‌های کاربری جایگزین.

Criteria	Weightings			Ratings														
				A1			A2			A3			A4			A5		
C1	0.50	0.70	0.86	0.34	0.52	0.72	0.61	0.84	1.00	0.49	0.69	0.87	0.25	0.43	0.64	0.07	0.15	0.31
C2	0.49	0.66	0.80	0.36	0.59	0.83	0.68	0.86	1.00	0.49	0.68	0.86	0.22	0.41	0.63	0.24	0.42	0.64
C3	0.54	0.71	0.84	0.28	0.48	0.70	0.52	0.76	1.00	0.32	0.54	0.80	0.30	0.54	0.78	0.19	0.39	0.65

رنج [۰,۱] نگه داشته شود (همان). در این مرحله، ارزیابی های تصمیم گیرندگان جمع شده و به عنوان مقدار استفاده مجدد تطبیقی فازی (FARV) با استفاده از فرمول ۹ برای هر یک از گزینه ها محاسبه گردید. جدول ۷، عدد FARV را برای هر یک از گزینه های پیشنهادی در سیلوی شیراز نشان می دهد.

سپس به منظور ایجاد سازگاری و نگه داشتن مقدار فازی در رنج [۰,۱] برای هر گزینه، مقدار استفاده مجدد فازی نرمال گردید. جدول ۸، عدد NFARV را برای هر یک از گزینه ها در سیلوی شیراز نشان می دهد.

### گام شش: رتبه بندی NFARV

روش های تصمیم گیری معیارهای چندگانه دیگری مانند

جدول ۷- عدد FARV محاسبه شده برای هر یک از گزینه ها در سیلوی شیراز.

Farv A1	6.9962	13.0873	19.6328
Farv A2	10.1666	16.7282	22.5402
Farv A3	9.4561	15.9907	21.9136
Farv A4	6.3161	12.0936	18.4817
Farv A5	4.8093	9.9571	16.225

جدول ۸- مقدار عدد استفاده مجدد فازی نرمال شده برای هر یک از گزینه ها.

Nfarv A1	0.310388	0.58062	0.871013
Nfarv A2	0.451043	0.74215	1
Nfarv A3	0.419522	0.70943	0.972201
Nfarv A4	0.280215	0.536535	0.819944
Nfarv A5	0.213365	0.441749	0.719825

A1	0.585660287
A2	0.733835547
A3	0.702645717
A4	0.543307069
A5	0.45417188

تصویر ۳- رتبه های بدست آمده برای هر یک از گزینه ها.

نتایج رتبه‌های بدست آمده برای هر گزینه به شرح زیر است: با توجه به ضرایب نزدیکی، رتبه‌بندی پنج گزینه پیشنهادی به ترتیب به صورت  $A_4, A_3, A_1, A_2, A_5$  است. یعنی از پنج کاربری انتخابی کاربری فرهنگی در قالب موزه هنرهای معاصر شیراز  $A_4$ ، رتبه اول را کسب نمود و کاربری گردشگری در قالب هتل لوکس  $A_3$  رتبه دوم را به دست آورد و به ترتیب باشگاه صخره نوردی و ورزش‌های صعودی  $A_1$ ، کاربری آموزشی در قالب دانشکده هنر و معماری  $A_2$  و کاربری تجاری در قالب یک مجتمع تجاری - تفریحی  $A_5$  رتبه‌های سوم و چهارم و پنجم را در جایگزینی عملکرد سیلو به دست آوردند.

لذا، با وجود روش‌های مختلفی برای درجه‌بندی اعداد فازی مانند مرکز وزن، تشخیص عدد فازی و تاپسیس فازی در این مطالعه روش غیر فازی سازی ساده برای نمایش استفاده می‌شود.

فرمول غیر فازی سازی اعداد فازی مثلثی به شرح زیر است:

$$d = (a_l + 2a_m + a_u) / 4 \quad (10)$$

به منظور درجه بندی اعداد فازی بدست آمده برای هر یک از گزینه‌ها، از روش غیر فازی سازی ساده و فرمول ۱۰ استفاده گردید.

## نتیجه

ممکن است به وجود بیاید، این است که چه عملکردی جایگزین ساختمان موجود گردد. این سیر شامل دو مرحله اصلی است. مرحله اول تعیین پتانسیل استفاده مجدد ساختمان است که خود شامل سه گام محاسبه عمر فیزیکی در مدل لانگستون و همکاران (گام کمی-کیفی)، محاسبه عمر مفید در مدل ARP لانگستون و همکاران، (گام کمی-کیفی) و محاسبه پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی در مدل ARP لانگستون و همکاران، (گام کمی) است و مرحله دوم تعیین کاربری جایگزین است که شش گام تشکیل کمیته‌ی تصمیم‌گیری و ارزیابی اولیه، (گام کیفی)، جمع ارزیابی هر یک از گزینه‌ها پیش از اظهار نظر، (گام کیفی)، جمع آوری وزن‌ها و رتبه‌بندی، (گام کمی-کیفی)، نرمال کردن ماتریس تصمیم فازی پیچیده، (گام کمی-کیفی)، محاسبه ی FARV و NFAVR برای هر یک از گزینه‌ها، (گام کمی-کیفی) و رتبه بندی NFAVR، (گام کمی) را دربرمی‌گیرد. این چارچوب به طراحان جهت استفاده مجدد تطبیقی ساختمان‌ها توصیه می‌گردد. در مدل لانگستون با توجه به نحوه محاسبات و نوع سؤالات، بنا لازم است تا حداقل عمر کالبدی ۲۰ سال را دارا باشد تا بتوان در این مرحله محاسبات عمر مفید بر روی آن انجام پذیرد. در ضمن حتماً بنا باید در یک بافت انسان ساخت شامل بافت شهری یا روستایی باشد که البته برخی سؤالات فقط برای بافت شهری معنا دار است. در گام دوم یعنی استفاده از مدل فازی ساختمان‌های مختلف دارای عمر کالبدی بیش از ۲۰ سال و بیشتر در بافت شهری قابلیت محاسبات دارند. لذا این الگو برای ساختمان‌های موجود با کاربری‌های متفاوت اعم از صنعتی یا غیرصنعتی با حداقل عمر کالبدی ۲۰ سال در بافت‌های شهری پیشنهاد می‌گردد.

بعلاوه چنانکه جوامع ما در جست‌وجوی راه‌هایی برای پایدار شدن هستند، استفاده مجدد تطبیقی یک گذرگاه برای فرآیند بی‌فایده تخریب و بازسازی است. مزایای زیست‌محیطی، همراه با صرفه‌جویی در انرژی و مزایای اجتماعی باز یافت یک مکان میراثی با ارزش، استفاده مجدد تطبیقی را به یک جزء اساسی از توسعه پایدار تبدیل می‌کند. بنابراین وجود مدل‌های کمی

در این پژوهش، روش پتانسیل‌سنجی برای استفاده مجدد تطبیقی و همچنین روش یافتن کاربری جایگزین برای یک ساختمان نمونه واقعی در شهر شیراز ارائه و جزئیات آن تشریح گردید. لازم به ذکر است که انتخاب مدل‌های پیشنهادی در این فرآیند بر اساس مطالعات صورت گرفته بر روی انواع مدل‌های ارائه شده در مراحل مختلف تصمیم‌گیری که شامل مدل‌های پیش از فرآیند طراحی و حین فرآیند طراحی و همچنین مطالعه مدل‌های کمی و کیفی موجود، صورت گرفت. در نهایت انتخاب مدل‌ها بر اساس فاکتورهایی چون دربرگیری همه جنبه‌های انطباق شامل جنبه‌های فیزیکی، اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی، حقوقی و مکانی و... و نیز همه ذینفعان، کمی بودن، سادگی، سهولت در استفاده و فهم مدل و همچنین قابلیت کاربرد آن‌ها در همه مناطق از جمله ایران، صورت گرفت.

بر اساس نتایج بدست آمده، ساختمان سیلوی قدیم شهر شیراز با عمر فیزیکی ۲۰۰ سال و عدد پتانسیل استفاده مجدد تطبیقی ۸۲٫۹۷ در مدل لانگستون و همکاران، دارای پتانسیل بالا و رو به افزایش برای استفاده مجدد تطبیقی است و کاربری مناسب جایگزین برای سیلو با توجه به بررسی‌ها و محاسبات صورت گرفته گزینه  $A_4$  (کاربری فرهنگی / موزه هنرهای معاصر شیراز) می‌باشد در حالی که استفاده مجدد با کاربری گردشگری به عنوان یک هتل لوکس  $A_3$  نیز با توجه به ضریب بسیار نزدیک آن به گزینه  $A_4$  باید تحت بررسی قرار گیرد.

این مقاله از طریق یک روش تحقیق اثباتی به صورت استنتاجی با جمع‌بندی روش‌های مختلف در مدل‌های مختلف در پی ارائه الگویی برای فرآیند استفاده مجدد است و از طریق یک نمونه موردی اثبات می‌نماید که چارچوب دقیق و علمی جهت فرآیند استفاده مجدد از ساختمان‌ها وجود دارد. نتیجه اصلی و کلیدی این مقاله، اثبات سیر ارائه شده به عنوان الگویی قابل تعمیم برای استفاده مجدد تطبیقی از ساختمان‌های موجود با عمر کالبدی حداقل ۲۰ سال در بافت شهری و روستایی است که می‌تواند مورد استفاده معماران و طراحان قرار گیرد. بر اساس گفته خود لانگستون، تنها مشکلی که در بافت روستایی

ضروری می نماید که می تواند موضوع مورد توجه پژوهش های آتی در این حوزه قرار گیرد.

و کیفی استفاده مجدد تطبیقی به صورت بومی و در انطباق با شرایط موجود در ایران در راستای اهداف توسعه پایدار امری

## پی نوشت ها

and State University, USA.

Conejos, S & Langston, C (2010), Designing for future building adaptive reuse using adaptSTAR, *International Conference on Sustainable Urbanization*, Hong Kong, China.

Douglas, James (2006), *Building Adaptation*, Routledge, London

Farrell-Lipp, H.L (2008), *Strategies between old and new: Adaptive use of an industrial building*, Master thesis: University of Cincinnati.

Geraedts, R.P & Van der Voort, D (2007), A tool to measure opportunities and risks of converting empty offices into dwellings, in *Proceedings of International conference Sustainable urban areas*, Rotterdam.

Ijla, A. and T. Broström (2015), The Sustainable Viability of Adaptive Reuse of Historic Buildings: the experiences of Two World Heritage Old Cities; Bethlehem in Palestine and Visby in Sweden, *International Invention Journal of Arts and Social Sciences*, 2(4), pp. 52-66. 32.

Kincaid, D (2003), *Adapting buildings for changing uses: guidelines for change of use refurbishment*, Routledge, London.

Langston, C & Shen, L.Y (2007), Application of the adaptive reuse potential model in Hong Kong: A case study of Lui Seng Chun, *International Journal of Strategic Property Management*, 11(4), pp. 193-207.

Langston, C; Wong, Francis K. W; Hui, Eddie C. M & Shen, Livin (2008), Strategic assessment of building adaptive reuse opportunities in Hong Kong, *Building and Environment*, 43(10), pp. 1709-1718

Langston, Craig; Liu, Chunlu; Beynon, David; de Jong, Ursula; Langston, Yu Lay; Merlino, Dean; Haynes, Tom; Bennett, Kirsty & Williams, Peter (2010), *Strategic assessment of building adaptive reuse opportunities ARC Linkage Project LP0776579 Final report 2010*, Mirvac School of Sustainable Development. Paper 141.

Langston, C; Yung, E.H.-K & Chan, E.H.-W (2013), The application of ARP modelling to adaptive reuse projects in Hong Kong, *Habitat International*, 40, pp. 233-243.

Mısırlısoy, D & Günçe, K (2016), Adaptive reuse strategies for heritage buildings: a holistic approach, *Sustainable Cities and Society*, 26, pp. 91-98.

Ohemeng, F.A (1998), *Rehabilitation versus demolition and redevelopment: a value-based decision framework for private commercial properties*, Ph.D. thesis, University of Salford.

Penlington, H (2010), *Dirty laundry: The adaptive reuse of an existing building*, Master thesis: Unitec Institute of Technology, Auckland, New Zealand.

Rosenfeld, Y & Shohet, I. M (1999), Decision support model for semi-automated selection of renovation alternatives, *Automation in Construction*, 8(4), pp. 503-510.

Tan, Y; Shen, L.-y & Langston, C (2014), A fuzzy approach for

1 The Death and Life of Great American Cities.

2 Jane Jacobs.

3 Ohemeng (1996).

4 James Douglas (2006).

5 Ball (1999).

6 Kincaid.

7 Chudley (1981), Ohemeng(1996), Geraedts & van der Voort (2003, 2007), Kenny, Langston et al (2007), Conejos (2010), Teo & Lin (2011).

8 Kincaid (2002), Arup (2008), Alanne & Klobut (2003), Rosenfeld & Shohet (1999), Zavadaskas et al. (2008), Yin & menzel (2011), Tan (2014).

9 Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM).

10 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED).

11 Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE).

12 Physical Life.

13 Current Age.

۱۴ منسوخ شدن به عنوان یک روش مناسب برای کاهش عمر فیزیکی انتظار داشته به منظور محاسبه عمر مفید ساختمان، است.

15 Physical Life Calculation.

16 Long-Established Method of Discount.

17 Discount Rate.

18 Effective Useful Life.

19 Effective Building Age.

20 Effective Physical Life.

۲۱ Lb به عنوان سن فعلی ساختمان (به سال) تعیین می شود.

## فهرست منابع

بنازاده، بهاره (۱۳۹۱)، بهسازی و طراحی مجدد کارگاهی صنعتی در منطقه ۴ شیراز با رویکرد پایداری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

Alanne, K & Klobut, K (2003), *A decision-making tool to support integration of sustainable technologies in refurbishment projects Building Simulation*, Eindhoven-Netherlands.

Arup, E.B.S.S (2008), *Existing Building: Survival Strategies: A Toolbox for Re-energising Tired Assets*, Arup and Property Council of Australia (PCA), Victorian Division, Australia.

Ball, R (1999), Developers, regeneration and sustainability issues in the reuse of vacant buildings, *Building Research and Information*, 27(3), pp.140-148

Cantell, S.F (2005), *The adaptive reuse of historic industrial buildings: regulation barriers, best practices and case studies*, *The adaptive reuse of historic industrial buildings: Regulation barrier, best practices and case studies*, Master Thesis: Virginia Polytechnic Institute

Yin, H & Menzel, K (2011), Decision support model for building renovation strategies, World Academy of Science, *Engineering and Technology*, 76, pp. 245-252.

Zavadskas, E.K; Kaklauskas, Arturas; Tupeniate, Laura & Mickatyte, Aiste, (2008), Decision-making model for sustainable buildings refurbishment. Energy efficiency aspect, in *The 7th International conference Environmental engineering*.

adaptive reuse selection of industrial buildings in Hong Kong, *International Journal of Strategic Property Management*, 18(1), pp. 66-76.

Teo, EAL & Lin, G (2011), Building adaption model in assessing adaption potential of public housing in Singapore, *Building and Environment*, Vol. 46, No. 7, pp. 1370-9.

Wilkinson, S (2011), *The relationship between building adaptation and property attributes*, Ph.D. thesis, Deakin University.

# Design Process Framework for Reusing Existing Buildings

## Case Study: Old Wheat Silo of Shiraz

*Zahra Eftekhari<sup>1</sup>, Maryam Ekhtiari<sup>\*\*2</sup>, Masoud Taheri Shahraini<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Master in Architectural, Faculty of Architecture and Urbanism, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

<sup>2</sup> Assistant Professor, Faculty of Art and Architecture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

<sup>3</sup> Professor, Faculty of Architecture and Urbanism, Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.

(Received 14 Apr 2019, Accepted 22 Jun 2019)

The process of change and development in today's societies has affected buildings too, in a way that their wear and deterioration is inevitable. Eventually, they may be deserted and no longer be suitable to serve their primary purpose, or due to lack of demand for their services, they may be made redundant. Under such circumstances, naturally, their initial usage does not fulfill the current requirements. Therefore, the possibility of upgrading and reusing as well as creating a different usage in order to adapt a building to the new conditions and needs may be assessed. Today's societies face the problem of dealing with the deserted buildings that they have inherited. Meanwhile, revival through creation of a new function and adaptive reuse of such buildings give a new life to the building, instead of restoration and various types of maintenance for instance in a museum. This also returns it to the urban life cycle, which is one of the ideal available alternatives to the today's societies. Buildings and the industrial heritage that are left in the heart of urban centers, are results of the deindustrialization in urban settings in the country over the recent years. The heritage of the past industry, by protecting such areas as a symbol of the history of modernism in Iran, is known as "industrial heritage". The industrial heritage links the contemporary age to the past and reinforces the spirit of the place. This place can be considered as a space where collective memories are revived and preserved. Some of the issues discussed in relation to the industrial heritage are: physical recovery and changing the functional structure, adapting the industrial heritage to the needs and requirements of today's society, and an economic revival through creation of

new usages in order to make the industrial buildings profitable. Therefore, adaptive rehabilitation and reuse are the most suitable options for adaptation to the new requirements and needs of each individual building. This process, both in the early stages of decision-making and in the design and alternative use selection process, is faced with complexities due to the many factors involved in the decision making. Therefore, a clear and systematic framework and course of action are needed to control and guide the process. Due to lack of such a framework in Iran, this study seeks to investigate the potential for adaptive reuse of an existing building and examine how to determine the appropriate alternative for it. This is done by introducing academic models, to use a template for the decision making process. For this purpose, the old silo of Shiraz was selected as a sample. In addition to assessing its potential, the alternative use selection process was introduced. The results indicate that the silo has a high potential for adaptive reuse, and an appropriate alternative use for the silo is a cultural tourist attraction. The results of this study can be used as a template for adaptive reuse of existing buildings by designers and architects.

**Keywords:** Building Adaptation, Adaptive Reuse, Decision-Making Model, Assessing Potential.

\*This Article is extracted from the second author's M.A. thesis entitled: "Adaptive Reuse of Industrial Heritage, Case Study: Old Silo of Shiraz City", under supervision of other authors. Therefore, the case study which has been extracted from the second author's thesis is developed with a new idea and supervised by first author.

\*\*Corresponding Author: Tel: (+98-71) 36131062, Fax: (+98-71) 36230447, E-mail: maryam\_ekhtiari@yahoo.com.