

# The role of materials in green buildings: identifying risks and barriers

# نقش مصالح در ساختمان های سبز : شناسایی ریسک ها و موانع

Turan Karimayi \*

M.Sc. in Engineering & Construction Management,  
Department of Civil Engineering, Imam Khomeini  
International University (IKIU), Qazvin, Iran

Faezeh Taherkhani

B.Eng. Student, Faculty of Civil & Architectural Engineering,  
Islamic Azad University (Qazvin Branch), Qazvin, Iran

Shadi Motamedi

M.Sc. Student, Department of Civil Engineering, Imam  
Khomeini International University (IKIU), Qazvin, Iran

توران کریمایی \*

کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

فائزه طاهرخانی

دانشجوی کارشناسی، دانشکده مهندسی عمران و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد قزوین)، قزوین، ایران

شادی معتمدی

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

\*Corresponding author's email address:  
tk\_civil@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۲۸

## Abstract

The construction industry has a profound impact on the environment, the economy and public health. Public concerns about the impact of the construction industry on global climate change, energy consumption and public health, causes to researchers and executives focus on sustainable design and green building implementation. In order to properly design and implement a green building, it is necessary to identify the factors that may hinder the progress and even success of the project and to adopt an appropriate response to address these obstacles. The concept of green building is recently introduced in Iran, so this need is felt more than ever. Given that very limited executive experience of green buildings in Iran risks identification can be helpful to GB implementation. The aim of the present study is to identify the most important barriers and risks related to the green building materials sector. At first, using previous researches, risks and barriers were identified and then they were classified according to the stages of the project life cycle and the aspects of sustainability.

## Keywords

Green building, green building materials, risk, barriers, construction industry

## چکیده

صنعت ساخت و ساز تاثیر عمیقی بر روی محیط زیست، اقتصاد و سلامت عمومی دارد. دغدغه های عمومی پیرامون تاثیر صنعت ساخت و ساز بر تغییرات اقلیم جهانی، مصرف منابع انرژی و سلامت مردم، باعث تمرکز محققان و عوامل اجرایی بر طراحی پایدار و اجرای ساختمان سبز شده داده است. به منظور طراحی و اجرای صحیح ساختمان سبز لازم است تا عواملی که ممکن است مانع پیشرفت و حتی موفقیت پروژه هستند شناسایی شده و پاسخی مناسب جهت رویارویی با این موانع اتخاذ گردد. مفهوم ساختمان سبز در کشور ایران اخیرا معرفی گردیده است، بنابراین این نیاز بیش از پیش احساس می گردد. چرا که شناسایی خطرها بخصوص با توجه به این که تجربه اجرایی ساختمان های سبز در ایران بسیار کم است کمک شایانی در اجرای آن خواهد نمود. هدف پژوهش حاضر، شناسایی مهم ترین موانع و ریسک های مرتبط با بخش مصالح ساختمان سبز است. در ابتدا با استفاده از پژوهش های پیشین ریسک ها و موانع شناسایی گردیده و در ادامه دسته بندی موانع با توجه به مراحل چرخه حیات پروژه و همچنین وجوه پایداری صورت گرفته است.

## کلمات کلیدی

ساختمان سبز، مصالح ساختمان سبز، ریسک، موانع، صنعت ساخت

بتواند زندگی بشر را در همین سطح پیشرفته ای فعلی حفظ کند. پایداری توسعه دقیقا این معنا را به همراه دارد. از پیامدهایی که انسان را به سمت مفهوم توسعه پایدار سوق داد، می توان به تولید بی رویه گازهای گلخانه ای، گرم شدن زمین، تغییرات اقلیم، آلودگی هوا، مصرف بی رویه انرژی های تجدید ناپذیر اشاره نمود. طبق پیش بینی تحلیل گران سوخت های فسیلی در ۱۰۰ سال آینده بسیار کمیاب خواهند شد. یکی از پاسخ های روبروی این مشکل استفاده از

## ۱- مقدمه

با گسترش سرسام آور پروژه های صنعتی و عمرانی و در پی مشاهده پیامدهای اجتناب ناپذیر آن بشر دچار این نگرانی جدی شد که مبادا این توسعه پرسرعت که به منظور رفاه و آسایش سیری ناپذیر او برپا شده است روزی حیات از این سیاره برچیند و یا در خودش بینانه ترین حالت منابع، مصالح و ظرفیتی برای این کره ی خاکی باقی نگذارد تا



5 (1), 2020

دوره ۵، شماره ۱

بهار ۱۳۹۹

فصلنامه پژوهشی



انرژی های تجدید پذیر و بطور کلی کاهش نیاز به منابع انرژی تجدیدناپذیر است. از طرفی همین موارد هم نیازمند صرف هزینه‌ی قابل توجهی هستند. بنابراین چه در مصرف سوخت‌های فسیلی و چه تامین انرژی از منابع تجدید پذیر بهینه مصرف کردن انرژی نکته کلیدی و اساسی است که می‌تواند توسعه ی بشری را تضمین و یا حتی صرفه اقتصادی را توجیه پذیر کند.

در این زمینه نقش صنعت ساخت بسیار پر رنگ است. مصرف انرژی در مراحل مختلف حیات یک ساختمان از انرژی نهفته صرف شده در تامین مصالح تا انرژی مصرفی در دوره ساخت، بهره برداری و تخریب مورد توجه است. تمامی این مسائل رعایت الزاماتی نظیر الزامات مرتبط با حوزه توسعه پایدار را در مرکز توجهات قرار داده است. در نتیجه، مفهوم ساختمان سبز و طراحی پایدار برای حذف و یا کاهش این اثرات و انطباق هرچه بیشتر فرایند طراحی، ساخت و بهره برداری ساختمان ها با معیار های پایداری توسعه یافته است [۱].

ساختمان سبز عبارتست از: "تامین نیازهای عملکردی مشخص ساختمان با کمینه کردن مزاحمت و بهبود عملکرد اکوسیستم محلی، منطقه ای و جهانی در هر دو زمان حین ساخت و پس از آن و مشخص کردن دوره حیات خدمات با بهینه کردن کارایی مدیریت منابع و عملکرد بهره برداری و کمینه کردن ریسک های مربوط به سلامت بشر و محیط زیست". که تمامی مشخصات ذکر شده تامین کننده سه پایه اصلی توسعه پایدار یعنی ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی هستند [۲].

طراحی ساختمان سبز فرآیند پیچیده ای است که در آن متغیر های بسیاری وجود داشته و هر متغیر گستره ای از مقادیر را می پذیرد. این مرحله به قدری مهم است که هر گونه تصمیم گیری در آن بر روی خصوصیات پایداری تاثیر می گذارد [۳]. به بیان ساده، یک راه حل بصورت اساسی با انتخاب یک مقدار برای هر متغیر، طراحی و سپس ترکیب آنها با یکدیگر شکل می گیرد. بنابراین چنین خصوصیات ترکیبی، فضای طراحی گسترده ای را برای مسئله طراحی سبز ساختمان نشان می دهد که می تواند شامل صدها و حتی میلیون ها گزینه مطرح شده باشد [۴].

پس از تصمیم و انتخاب در بخش طراحی چالش جدیدی به نام عدم قطعیت در مراحل بعد خود را نمایان می کند. در پروژه های صنعت ساخت عاملی که موفقیت پروژه را به چالش می کشد عدم قطعیت است. پروژه های بسیاری بوده اند که طراحی بسیار موفق به لحاظ روایت در نظر گرفته شده داشته اند ولی بدلیل عدم پیش بینی خطرات پیش رو و همچنین داشتن پاسخی مناسب در مواجهه با آن ها به موفقیت دست نیافته و شکست خورده اند [۵].

زمانی می توان از موفقیت یک پروژه اطمینان حاصل کرد که خطرات پیش رو و عوامل بازدارنده شناسایی شده باشند و پاسخی مناسب برای آن ها اتخاذ شود. بنابراین تلاش می شود با در نظر گرفتن معیارهای پایداری و شرایط موجود در کشور ایران، ریسک ها و خطرات مرتبط با مصالح در ساختمان سبز را شناسایی نمود. با توجه به موضوع عنوان شده یعنی شناسایی ریسک های مرتبط با مصالح در پروژه های ساختمان سبز باید زیر عاملی از این مهم را به عنوان اولویت و هدف اصلی موضوع مورد بررسی قرار داد که در خطرات پیش رو در طول حیات پروژه ساختمان سبز نقش مهمی را دارد. این

عامل مصالح ساختمانی است که هزینه پروژه، پایداری پروژه و حتی بهیچگی مصرف انرژی پروژه نیز تحت تاثیر آن است و باتوجه به این که مصالح جزو ارکان اصلی پروژه های ساختمانی هستند و تاثیر بسزایی بر نتایج دارند این پژوهش قصد دارد در انتخاب مصالح طراحی ساختمان سبز با در نظر گرفتن عدم قطعیت، بتواند با توجه به شرایط موجود در کشور ایران و ریسکهای مرتبط با مصالح، تصمیمی مناسب را جهت انتخاب مصالح در فاز طراحی اتخاذ نمود.

## ۲- پیشینه پژوهش

### ۲-۱- توسعه پایدار

ریشه این ایده مربوط به قرن های ۱۶ و ۱۷ میلادی می باشد که در اروپا با عنوان مدیریت پایدار جنگل ها در میان ۱۷ کشور پذیرفته شد. در سال ۱۹۶۲ میلادی کارسون<sup>۱</sup> با انتشار کتاب بهار خاموش<sup>۲</sup> به ارتباط میان رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست اشاره کرد [۶] و به همین ترتیب پژوهشگران دیگر نیز تا سال ۱۹۸۰ میلادی رشد و توسعه و عواقب آن را تحلیل کردند تا اینکه در سال ۱۹۸۰ میلادی اتحادیه بین المللی حفظ طبیعت استراتژی حفظ جهان را منتشر کرد و در آن اصطلاح توسعه پایدار را عنوان نمود که امروزه به عنوان یکی از اولین مراجع توسعه پایدار شناخته می شود [۷]. سرانجام در سال ۱۹۸۷ میلادی اتحادیه کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه گزارشی را با عنوان آینده مشترک ما چاپ کرد که معمولا با عنوان گزارش برانتلند<sup>۳</sup> نیز شناخته می شود. "توسعه پایدار توسعه ای می باشد که نیاز های کنونی را بدون ایجاد وقفه در رفیع نیاز آیندگان برآورد کند" [۸]. پس از این بیان در سال های بعد چهار چوب اصلی توسعه پایدار با ابعاد محیط زیستی، اجتماعی و اقتصادی شکل گرفت. در راستای جهانی شدن و اجرایی شدن مفهوم توسعه پایدار جلسات متعددی در نقاط مختلف برگزار شد که بصورت خلاصه بصورت زیر بیان می گردند:

سال ۱۹۹۲ کنفرانس سازمان ملل در ریو دوژانیرو با عنوان حفظ زمین که مفهوم توسعه پایدار را یک مفهوم فراگیر بین المللی عنوان نمودند. کنوانسیون تغییر آب و هوا در اجلاس ریو با هدف تثبیت غلظت گازهای گلخانه ای ناشی از فعالیت های صنعتی در سطحی که از آسیب های ناشی از تغییرات اقلیمی بر زندگی انسان و حیات روی زمین بکاهد تدوین گردید [۹]. سال ۱۹۹۷ کنفرانس سازمان ملل در شهر کیوتو ژاپن، کشورهای توسعه یافته بر اهداف مشخصی جهت کاهش تولید گازهای گلخانه ای توافق نمودند. در نتیجه توافق چهارچوب کلی تحت عنوان پروتکل کیوتو<sup>۴</sup> حاصل گردید. از اهداف اساسی پروتکل کیوتو می توان به ایجاد ساختار اجرایی مناسب برای حصول به اهداف کنوانسیون و نیز تقویت تعهدات کشورهای ضمیمه یک کنوانسیون در کاهش انتشار و انتقال کمک های فنی و مالی به کشورهای در حال توسعه و کشورهایی که بشدت متاثر از آثار تغییر اقلیم هستند، اشاره نمود [۹].

آخرین رویداد مهم بین المللی حول مسئله محیط زیست و توسعه پایدار نشست سال ۲۰۱۵ سازمان ملل با عنوان تغییر اقلیم در کشور فرانسه و شهر پاریس بوده است. در نتیجه ای این کنفرانس توافقی جهانی با عنوان توافق پاریس در جهت کاهش اقدامات منجر



5 (1), 2020

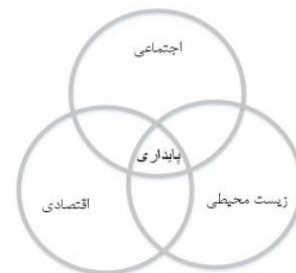
دوره ۵، شماره ۱

بهار ۱۳۹۹

فصلنامه پژوهشی

مهندسی مدیریت ساخت

به تغییرات اقلیمی حاصل شد. لازم به ذکر است که کشورمان ایران نیز این توافق را پذیرفته است و ملزم به کاهش میزان انتشار آلاینده‌های زیست محیطی از سال ۲۰۲۰ میلادی شده است. این در حالی است که هنوز برنامه مناسبی به منظور اقدام در نظر گرفته نشده است. پایداری سه عامل ۱- زیست محیطی ۲- اقتصادی و ۳- سلامت اجتماعی را با هم ترکیب می‌کند. برای ترسیم مؤلفه‌های پایداری و نشان دادن ارتباط آنها چندین روش وجود دارد. نمودار ون<sup>۵</sup> در شکل ۱ توسط آقای آدامز<sup>۶</sup> در سال ۲۰۰۶ ارائه گردیده است. در این تعریف هر مؤلفه با دیگر مؤلفه‌ها وجه اشتراک داشته و وجه اشتراک تمامی مؤلفه‌ها منجر به پایداری می‌گردد.



شکل ۱ نمودار ون توسعه پایدار حاصل از وجه اشتراک سه مؤلفه [۱۰]

## ۲-۲- توسعه پایدار و صنعت ساخت

صنعت ساخت و ساز که بخش اعظمی از فعالیت های یک کشور را تشکیل می دهد نیازمند توجه به مفهوم پایداری است چرا که بخش قابل توجهی از اقتصاد و تعامل با محیط زیست را در برمی گیرد. سهم قابل توجه در مصرف انرژی، تولیدات پسماند و مواد زائد، انتشار گازهای گلخانه ای و مصرف منابع نیازمندی بخش ساخت و ساز به توسعه پایدار را دو چندان نموده است. از منظر اجتماعی و اقتصادی، کمیسیون اروپا در سال ۲۰۰۶ اظهار نمود که ۱۱ میلیون نفر به طور مستقیم در صنعت ساخت و ساز استخدام هستند و این صنعت را بزرگترین کارفرمای صنعتی اروپا اعلام کرد چرا که ۷ درصد از کل اشتغال و ۲۸ درصد از اشتغال صنعتی در اروپا را به خود اختصاص می دهد. در سال ۲۰۰۳ مبلغی بالغ بر ۹۱۰ میلیارد یورو در بخش ساخت و ساز سرمایه گذاری شده است ۱۰ درصد تولید ناخالص ملی و ۵۱٫۲ درصد از تشکیل سرمایه ناخالص ثابت را در اروپا شامل می شود این آمار و ارقام در سطح جهانی حدود ۱۰ درصد تولید ناخالص داخلی و ۷ درصد اشتغال زایی جهان را در سال ۲۰۰۳ به خود اختصاص داده است [۱۱].

در مقابل از منظر زیست محیطی، این بخش مسئول مصرف انرژی بالا، تولید پسماند و مواد زائد، انتشار گاز گلخانه ای، آلودگی های بیرونی و درونی، آسیب های زیست محیطی و کاهش منابع است. این صنعت در سطح جهانی، حدود ۶۰ درصد مواد خام را استفاده می کند که تبدیل این مواد خام مستلزم مصرف مقادیر بالای انرژی است و بنابراین ۵۰ درصد هزینه ی کل انرژی در کشورهای توسعه یافته برای این صنعت پرداخت می شود [۱۲].

ساخت و ساز پایدار این چنین تعریف شده است: "مدیریت یک محیط پاک و سالم بر اساس بهره‌برداری مؤثر از منابع طبیعی و اصول

اکولوژیکی". هدف از طراحی ساختمانهای پایدار کاهش آسیب آن بر روی محیط و منابع انرژی و طبیعت است، که شامل قوانین زیر می‌باشد: ۱- کاهش مصرف منابع غیرقابل تجدید. ۲- توسعه محیط طبیعی. ۳- حذف یا کاهش مصرف مواد آسیب رسان بر طبیعت در صنعت ساختمان سازی. بنابراین به طور خلاصه ساختمان پایدار را می‌توان اینچنین تعریف نمود: ساختمانی که کمترین ناسازگاری و مغایرت را با محیط طبیعی پیرامون خود و در پهنه وسیعتر با منطقه و جهان دارد.

## ۳-۲- توسعه پایدار و ساختمان پایدار

ساختمان های مسکونی یکی از موارد مهم در صنعت ساخت و ساز به شمار می روند که مسئول بخش اعظمی از تولیدات گاز گلخانه ای و مصرف انرژی می باشند. شورای بین المللی پژوهش و خلافت<sup>۷</sup> در ساخت هفت ویژگی مربوط به ساختمان پایدار را که در تمام مراحل طراحی، ساخت و ساز و در طی چرخه حیات آن با متخصصین همراهی می کند را فهرست بندی نمود این ویژگی ها عبارتند از: ۱- استفاده از منابع تجدید پذیر. ۲- استفاده از مصالح قابل بازیافت. ۳- کاهش مصرف منابع. ۴- از بین بردن مواد سمی. ۵- اعمال هزینه در چرخه حیات. ۶- حفاظت از محیط زیست. ۷- تمرکز بر روی کیفیت محصول. این ویژگی ها بر منابع مورد نیاز در طراحی محیط ساختمان و اعمال آن بر چرخه حیات که شامل زمین، انرژی، مصالح و اکوسیستم است اثر گذار هستند. [۱۳]. طبق تعریف آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا<sup>۸</sup> ساختمان پایدار به ساختاری تعلق می گیرد که در آن منابع کارا و محیط زیست در طول چرخه حیات در نظر گرفته شده‌اند و شاید بتوان آن ها را نمونه گسترش یافته از طراحی کلاسیک با تمرکز بر اصول زیست محیطی، اقتصادی، پایداری و راحتی ساکنان دانست. این مفهوم برای نخستین بار در آمریکا دلیل نیاز به طراحی ساختمان ها با مصرف انرژی موثرتر و دوست دار محیط زیست شکل گرفت [۱۴].

## ۴-۲- ساختمان سبز

عناوین سبز و پایدار در واقع صفاتی هستند که وجود سازگاری با محیط زیست و ماندگاری در یک موضوع مصنوع، مثلاً ساختمان را مشخص می‌کنند. ساختمان سبز در راستای توسعه رویکرد پایدار در بخش ساختمان به معنای انطباق پذیری هرچه بیشتر فعالیت های انسانی با محیط زیست و کاهش اثرات مخرب بر آن و نقش ساختمان کنونی در تولید آلاینده‌ها و صدمه زدن به سلامتی انسان‌ها مطرح می‌گردد. هدف ساختمان سبز احداث ساختمان‌های سازگار با محیط زیست و حفظ انرژی است. طراحی سبز از روش‌های نوین طراحی است و در راستای توسعه پایدار بوده و در زمینه‌های مختلف انرژی، مصالح و غیره همراه با بکارگیری تکنولوژی رو به جلو حرکت می‌نماید. این واژه به ساختمانی تعلق می‌گیرد که در آن استفاده از منابع کارا و اثرات زیست محیطی در طول چرخه حیات در نظر گرفته شده‌است و شاید بتوان آن را نمونه گسترش یافته از طراحی کلاسیک با تمرکز بر اصول زیست محیطی، اقتصادی، پایداری و راحتی ساکنان دانست [۱۵]. مفهوم ساختمان سبز برای نخستین بار در آمریکا

بدلیل نیاز به طراحی ساختمان‌ها با مصرف انرژی موثرتر و دوستدار محیط‌زیست شکل گرفته است. در تعریفی دیگر ساختمان سبز مجموعه وسیعی از آرایه‌ها مانند تکنیک‌ها، مهارت‌ها و عمل‌ها را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد تا بتواند تاثیرات منفی ساختمان بر محیط‌زیست و سلامتی انسان را کاهش دهد.

یک ساختمان سبز شامل موارد زیادی از تکنیک‌ها می‌باشد: استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر، سقف‌های سبز، مخزن‌های جمع‌آوری آب باران، مصالح با ضریب حرارتی و تاثیر گذاری پایین و... که همه و همه با هدف کاهش اثر بر محیط زیست می‌باشند و بسته به نواحی مختلف هر کدام نقش پر رنگ خود را نمایان می‌کنند [۱۶]. طراحی پایدار واژه‌ای می‌باشد که بدین منظور از آن استفاده می‌شود. چندین نقطه کلیدی که در طراحی پایدار اهمیت دارد کاهش مصرف انرژی، بهینه‌سازی سیستم ساختمان و همچنین استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر می‌باشد. استاندارد‌ها و راهنمایی‌های متعددی جهت دستیابی و ارزیابی ساختمان‌های سبز ایجاد شده اند نظیر LEED, BREAAM, CASBEE و سایر تدوین شده‌اند.

#### ۲-۴-۱- موارد مورد ارزیابی در ساختمان سبز

به طور کلی استانداردهای ساختمان سبز در پی دستیابی به اهداف توسعه‌ی پایدار وضع گردیده‌اند و از این رو موارد زیر را مورد ارزیابی قرار می‌دهند:

۱. کاهش هزینه‌های ساخت و ارزش سرمایه.
۲. مواد زاید و ضایعات حاصل از ساختمان
۳. آب مصرفی در ساختمان
۴. ایمنی و بهداشت در ساختمان
۵. گازهای گلخانه‌ای منتشر شده توسط ساختمان
۶. بحث عدالت و رضایت در ذینفعان [۱۷].

#### ۲-۴-۲- بحران آسیب به محیط زیست در ایران و نیاز به توسعه پایدار

طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی در سال ۲۰۱۸ میلادی [۱۸] منابع تولید انرژی در دنیای امروز در هفت دسته جای می‌گیرند: ذغال‌سنگ، گاز، انرژی هسته‌ای، انرژی آب، سوخت زیستی انرژی‌های تجدید پذیر. طبق مطالعات انجام شده توسط این آژانس، با فرض اینکه کشورهای جهان پروتکل کیوتو را پذیرفته‌اند و ملزم به کاهش مقدار کربن‌دی‌اکسید تولیدی هستند روند مصرف انرژی در جهان در نمودار تخمین زده شده است که حکایت از ضرورت کاهش روند مصرف انرژی در جهان به عنوان یک امر اجتناب ناپذیر در سال‌های آینده دارد. انرژی از سرمایه‌های ارزشمند ملی و حیاتی هر کشور است و مصرف غیر بهینه آن زبان‌های جبران ناپذیری را در پی خواهد داشت. کشور ایران از بزرگترین و مهم‌ترین کشورهای دارای منابع انرژی دنیا است. در سال‌های اخیر نیز رشد مصرف انرژی در ایران بالغ بر هشت درصد بوده است. به عبارت دیگر رشد مصرف انرژی در ایران بیش از پنج برابر رشد مصرف جهانی است [۱۹].

انرژی در ایران در شش بخش خانگی، تجاری، خدماتی و عمومی، صنعت، حمل و نقل، کشاورزی و پتروشیمی مصرف می‌گردد. هم

اکنون بخش ساختمان بزرگترین مصرف کننده انرژی در کشور است. مصرف انرژی بخش خانگی در سال ۱۳۸۹ بالغ بر ۴۲۴ میلیون بشکه معادل نفت خام بوده است و ۴۰٫۶ درصد از کل مصرف انرژی کشور را در برمی‌گیرد [۲۰]. هدر رفت انرژی در کشور ایران بسیار زیاد است به طوری که مصرف انرژی بخش ساختمان چندین برابر متوسط جهانی است. به همین دلیل افزایش راندمان تجهیزات انرژی و کاهش تلفات انرژی در بخش ساختمان ضروری بنظر می‌رسد. در برنامه ششم توسعه ملی راهکارها و بایدهای کاهش مصرف انرژی و تولید آلاینده‌ها به تصویب رسیده است ولی همچنان همانطور که در داخل کشور مشاهده می‌شود اقدام موثری در این رابطه مشاهده نشده است. با توجه به مطالب عنوان شده مشخص شد که بخش ساختمانی به عنوان مهم‌ترین بخش باید مورد توجه قرار گرفته و مطابق با برنامه ششم توسعه جهت بهبود آن اقدامات و راهکارهای مناسبی ارائه گردد.

#### ۲-۵- خطر و مفهوم آن در ساخت و ساز

خطر یک مفهوم چند بُعدی است. در زمینه صنعت ساخت و ساز، خطر می‌تواند به احتمال رخداد عامل/حادثه‌ای قطعی یا عوامل/حوادثی که در خلال کل فرایند ساخت و ساز ایجاد می‌شوند و یا خسران پروژه ناشی از عدم قابلیت پیشبینی نتایج ساختاری (یا پیامدهای ناشی از شرایط برنامه ریزی و تصمیم‌گیری) و عدم قطعیت مربوط به برآورد نتایج حاصله اطلاق شود. اگر عدم قطعیتی وجود نداشت و آینده قابل شناخت بود، ریسکی پدید نمی‌آمد. به‌طور مشابه، اگر اهداف به‌جای ثابت بودن، انعطاف پذیر بود و قابل تغییر تلقی می‌گردید، ریسکی وجود نمی‌داشت. از این رو، تعامل عدم قطعیت‌ها با اهداف، علت اصلی به وجود آورنده ریسک پروژه است و تنها عدم قطعیت‌هایی که پتانسیل تأثیر بر اهداف را دارند، می‌توانند تبدیل به ریسک پروژه شوند. درک و شناسایی هر چه سریع‌تر خطرات بسیار خوشایند است زیرا در این صورت می‌توان استراتژی مناسبی را به منظور محفوظ ماندن از خطرات خاص یا به حداقل رسانی ابعاد منفی خطر، اتخاذ نمود. فرایند تحلیل خطر و مدیریت واکنش در برابر آن، تنها در خصوص خطرات شناسایی شده، انجام خواهد شد. در خلال چارچوب مدیریت خطر، پیمانکاران نیز باید تصمیم بگیرند که چگونه با هر خطر مواجه شده و آن را برطرف کنند و اقدامات کاهش خطر یا استراتژی‌های مناسبی جهت رفع خطر، اتخاذ کنند. هدف فرآیند مدیریت خطر، رفع کامل تمامی خطرات پروژه نیست، بلکه هدف آن ایجاد چارچوبی سازمان دهی شده برای کمک به تصمیم‌گیرندگان در مدیریت مؤثر و کارآمد خطرات، بخصوص خطرات بحرانی، می‌باشد.

#### ۲-۶- شناسایی و ارزیابی ریسک

ریسک عدم قطعیتی است که امکان اندازه‌گیری آن وجود دارد. گستره عدم قطعیت در پروژه‌ها قابل ملاحظه است و بسیاری از فعالیت‌های مدیریت پروژه از همان مراحل اولیه دوره عمر پروژه، به تبیین و تصمیم‌گیری در مورد مجموعه اقدامات ممکن در برابر عدم قطعیت‌های پروژه می‌پردازد [۲۱].

ریسک پروژه، یک وضعیت یا واقعه غیرمسلّم است که اگر اتفاق بیافتد، یک اثر منفی بر یک یا چند هدف پروژه مانند محدوده، زمان بندی، هزینه و کیفیت دارد. منشأ ریسک پروژه، نامعلومی موجود در تمامی پروژه‌هاست. در محیط پروژه، مدیران باید از مفهوم و طبیعت ریسک، درک کاملی داشته باشند. ریسک می‌تواند بر روی زمان، بهره‌وری، کیفیت و بودجه پروژه اثر بگذارد. در حوزه مدیریت پروژه، بیشترین اثرات ریسک‌ها عبارتند از: عدم موفقیت در تکمیل پروژه با بودجه تعیین شده، عدم موفقیت در تکمیل پروژه در زمان تعیین شده و عدم موفقیت در بدست آوردن کیفیت موردنیاز. نوع شناسی خطرات عمدتاً به این بستگی دارد که آیا پروژه بومی (داخلی) است یا بین‌المللی. خطرات داخلی به کلیه پروژه‌ها صرف‌نظر از بومی یا بین‌المللی بودنشان، مربوط می‌شود. پروژه‌های بین‌المللی در معرض خطرات خارجی نظیر عدم آگاهی از شرایط اجتماعی، طرح‌های سیاسی و اقتصادی، هستند.

به منظور شناسایی ریسک و پاسخ دهی به آن، مناسب‌ترین رویکرد، تعیین گروه‌های ریسک بر اساس منشأ آن‌ها (به جای تأثیر) است. یکی از صاحب‌نظران مدیریت پروژه به نام راندی ترنر<sup>9</sup>، ریسک‌ها را با توجه به تأثیری که دارند و جایی که ریسک در آن کنترل می‌شود، به شرح زیر طبقه‌بندی می‌کند [۲۲]:

ریسک‌های داخلی شامل ریسک‌های داخلی فنی و غیر فنی است:

- ریسک‌های داخلی فنی آنهایی هستند که مستقیماً به فناوری، طراحی، ساخت و بهره‌برداری از تسهیلات و یا طراحی محصول نهایی مربوط می‌شوند. این ریسک‌ها می‌توانند ناشی از تغییرات و یا شکست در دستیابی به عملکرد مورد نظر در پروژه باشند.
- ریسک‌های داخلی غیر فنی ریسک‌هایی هستند که در کنترل مدیران پروژه‌ها یا سازمان‌ها هستند و طبیعت غیر فنی دارند. این ریسک‌ها معمولاً از بازماندن منابع سازمان پروژه (افراد، مصالح و منابع مالی) در دستیابی به عملکرد مورد انتظار ناشی می‌شوند. این ریسک‌ها می‌توانند باعث تأخیر در زمان بندی، بالا رفتن هزینه‌ها یا وقفه در جریان نقدینگی پروژه شوند.

ریسک‌های خارجی که شامل ریسک‌های خارجی قابل پیشبینی و غیر قابل پیشبینی هستند:

- دسته اول، ریسک‌هایی هستند که خارج از کنترل مدیران یا سازمان‌ها بوده و ما انتظار مواجه شدن با آن‌ها را داریم، ولی میزان و وسعت آن‌ها مشخص نیست. معمولاً اطلاعاتی وجود دارد که به ما اجازه می‌دهد تأثیر آن‌ها را برآورد کنیم. ریسک‌های این گروه خود نیز در دودسته جای می‌گیرند: ریسک‌های ناشی از فعالیت‌های مربوط به تأمین مواد خام، کالا و خدمات مورد نیاز که شامل قیمت‌ها، موجودی و مقدار تقاضاست. ریسک‌های مربوط به سیاست‌های مالی که در گردش پول، تورم و مالیات تأثیر می‌گذارد. برای ریسک‌های معلوم که به صورت فعالانه نمی‌توانند مدیریت شوند، باید یک اندوخته احتیاطی اختصاص داد [۲۱].

- دسته دوم، ریسک‌های خارجی - غیر قابل پیشبینی ریسک‌هایی هستند که خارج از کنترل مدیر یا سازمان است و غیر قابل پیش‌بینی هستند. آن‌ها را می‌توان مشخص کرد، ولی نمی‌توان گفت که در یک پروژه خاص کدامیک اتفاق خواهد افتاد. این ریسک‌ها

می‌توانند از اقدامات دولت یا گروه‌های بیرونی، حوادث قهریه، یا شکست در تکمیل پروژه به خاطر تأثیرات خارجی ناشی شوند. دخالت دولت یا مداخله سازمان‌های نظارتی می‌تواند در ارتباط با تأمین مواد خام یا کالاهای تمام شده، نیازهای محیطی، استانداردهای طراحی و تولید و یا قیمت‌گذاری باشد. اقدامات گروه‌های بیرونی می‌توانند شامل اخلاص‌گری یا مزاحمت‌های کاری باشد. حوادث قهریه نیز شامل مواردی چون زلزله، سیل، یا طوفان است. برای ریسک‌های نامعلوم خاص که نمی‌توان به صورت مؤثر مدیریت نمود، باید یک اندوخته مدیریتی اختصاص داد. ریسک پروژه که اتفاق افتاده است را می‌توان یک مشکل یا موضوع فرض کرد و برای آن‌ها پاسخ مناسبی را پیش‌بینی نمود [۲۲].

ریسک‌های حقوقی (قانونی) که ناشی از مقررات و حقوق تصویب شده در کشور است با توجه به حوزه نافذ بودن انواع مقررات در سطوح مختلف کاری تفاوت می‌کند. با توجه به این موضوع در ایران دو نوع ریسک حقوقی وجود دارد: ریسک‌های مربوط به قوانین دولتی یا مقررات داخلی سازمان و نوع بعدی ریسک‌های مربوط به قراردادهای و پیمان‌ها است [۲۲].

#### ۲-۶-۱- ارزیابی کمی ریسک

به منظور ارزیابی کمی ریسک‌ها روش‌های متنوعی وجود دارد که برخی از آن‌ها عبارتند از: روش ارزش پولی<sup>10</sup>، روش درخت تصمیم<sup>11</sup> و روش‌های شبیه‌سازی و مدل‌سازی از جمله روش مونت کارلو<sup>12</sup>. در روش اول، فرصت‌ها به عنوان ارزش مثبت و تهدیدها به عنوان ارزش منفی در نظر گرفته می‌شوند و ارزش مورد انتظار یک تصمیم از جمع جبری ارزشهای مورد انتظار پیشامدهای منشعب شده از آن تصمیم به دست می‌آید. [۲۱].

#### ۲-۶-۲- ارزیابی کیفی ریسک

اجرای تحلیل کیفی ریسک، فرایند اولویت بندی ریسک‌ها برای تحلیل یا اقدام بیش تر از طریق سنجش و تلفیق احتمال وقوع و تأثیر آن‌ها می‌باشد. مزیت اصلی این فرایند در این است که امکان کاهش سطح عدم قطعیت و تمرکز روی ریسک‌های با اولویت بالا را برای مدیران پروژه فراهم می‌سازد. [۲۱].

#### ۲-۶-۳- روش‌های شناسایی ریسک‌ها

روش‌های متداول به منظور شناسایی ریسک‌ها عبارتند از [۲۳]: روش مبتنی بر جمع‌آوری اطلاعات نظیر: مصاحبه، تکنیک دلفی<sup>13</sup>، طوفان مغزی<sup>14</sup> و تحلیل علت ریشه<sup>15</sup>. بررسی مستندات. تحلیل فهرستی<sup>16</sup>. تحلیل مفروضات. تکنیک‌های نموداری نظیر: نمودارهای تأثیر، نمودار علت و اثر<sup>17</sup> و نمودارهای جریان. تحلیل SWOT<sup>18</sup>.

#### ۲-۷- ریسک در ساختمان سبز

رناورا و کراوفورد<sup>19</sup> با اشاره به این که جهت پیوستن ساختمان سبز به جریان‌های اصلی علاوه بر بهبود عملکرد زیست محیطی، بهبود

عملکرد مالی نیز برای نفع رسانی به هر دو طرف سرمایه گذار و مشتری نیاز است، به این نتیجه دست یافتند که ریسک‌های تامین مالی بیشتری را در قیاس با پروژه‌های ساختمانی متداول تحمیل می‌گردد. دلیل این امر نیز تلاش برای تطبیق با استراتژی‌های زیست محیطی و همچنین نیاز به سرمایه اولیه بالا نسبت به ساختمان‌های معمولی بیان شده است. پژوهش آن‌ها ابزار جدیدی را ارائه داده است که فرآیندهای تصمیم‌گیری مبتنی بر رویکرد سنتی در مراحل اولیه تصمیم‌گیری مورد بحث قرار می‌دهد و امکان‌پذیری مالی ساختمان سبز را در حیطه ابعاد زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی را با استفاده از داده‌های پروژه بررسی می‌کند. رویکرد آن‌ها همچنین نواحی را شناسایی می‌کند که استراتژی‌های زیست محیطی درگیر در آن دارای ریسک‌های مالی باشند. نتیجه این امر از طریق کاهش ریسک‌های مالی موجب افزایش اطمینان سرمایه گذاران و توسعه دهندگان می‌شود. [۲۴].

پدینی و آشوری<sup>20</sup> با اشاره به نقاط قوت و منافع موجود در ساختمان‌های سبز عنوان نمودند که جهت دستیابی به ساختمان سبز موانع بسیاری موجود است که باید شناسایی شده و راهکاری به منظور حل مسئله در نظر گرفته شود. منافع و موانع شناسایی شده با توجه به چارچوب مدل پژوهش آن‌ها در پنج دسته کلی بازار، صنعت، عملکردی و فنی، قانونی و مالی جای گرفته اند [۲۵]. جدول ۱ موانع مطرح شده در پژوهش آن‌ها را به تفکیک عوامل نشان می‌دهد. تولین<sup>21</sup> در پژوهش خود تاکید می‌کند که صاحبان پروژه‌های ساختمانی سبز در صورتی که نتوانند گواهی مرتبط با ساختمان سبز ساخته شده در سطحی که از آن پروژه انتظار می‌رود دریافت کنند، ممکن است با ریسک‌هایی همچون شکایت مشتریان، از دست دادن منافع مالیاتی و سودهای حاصل از سرمایه‌گذاری روبرو شوند [۲۶].

بوند<sup>22</sup> در پژوهش خود نتایج حاصل از نظرسنجی صاحبان خانه در استرالیا را در طی سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ را به منظور تعیین شیوه‌های زندگی مناسب که در ارتباط با مصرف انرژی و رفتار مصرف‌کننده است را نشان می‌دهد. همچنین در پژوهش او با استفاده از نتایج مهم‌ترین موانع گسترش ساختمان سبز را هزینه‌های آغازین بالا، عدم آگاهی و اطلاعات کافی مصرف‌کننده‌ها از محاسن بکارگیری تجهیزات ساختمان سبز، تنبلی مردم که تغییر سبک زندگی با ورود تجهیزات جدید عنوان شده است [۲۷].

فوروناتو<sup>23</sup> در سال ۲۰۱۲ عنوان نمود که اخیراً مطالعات نشان داده است که ساختمان‌های دارای گواهی LEED میزان آسیب بیشتری را نسبت به ساختمان‌های سنتی به خود اختصاص می‌دهند. این یافته‌ها انگیزه‌ای را برای پژوهندگان ایجاد نمود و پژوهش نامبرده با هدف شناسایی و ارزیابی زمینه‌های ایمنی و بهداشت در مورد ریسک‌های مرتبط با عناصر طراحی و شیوه‌های مدیریت ساخت و ساز اجرا برای دستیابی به گواهینامه LEED بکار برده شده‌اند، صورت گیرد. به این منظور شش مطالعه موردی و دو مطالعه به منظور اعتبارسنجی با استفاده از پروتکل‌های توسعه یافته از ادبیات موجود انجام گرفت که نتایج آن شامل موارد زیر شد [۲۸]:

کارگران پروژه‌های ساخت و ساز LEED بیشتر در معرض کار در ارتفاع، کار با جریان الکتریکی، در نزدیکی خاک ناپایدار، و تجهیزات سنگین در مقایسه با کارگران مشغول در پروژه‌های سنتی هستند. کارگران در معرض کارهای جدید با خطرانی مانند احداث دهلیز، نصب سقف‌های سبز و نصب پانل‌های فتوولتائیک قرار دارند.

جدول ۱- ریسک‌های شناسایی شده در پژوهش پدینی و آشوری [۲۵]

| عملکردی                                                                                  | بازار                                                                | صنعت                                                                  | مالی                                                                                        | قانونی                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| ضرورت اصلاحات مداوم برای تداوم تغییرات در استانداردها                                    | عدم هماهنگی در بازار در استفاده از استانداردهای سبز پیشرو            | آموزش در حین ساخت (راه مناسبی برای افزایش آگاهی نیست)                 | هزینه اولیه اجرایی بالا                                                                     | مالیات و جریمه‌های متغیر در هر دولت که روی کار می‌آید |
| عدم اطمینان از عملکرد مصالح و مواد جدید                                                  | فقدان دانش در موسسات مالی در مورد ساختمان‌های سبز                    | فاصله ای طولانی تا تامین کنندگان مواد ساختمان سبز                     | برآوردی بودن مقدار بازده بازگشت سرمایه گذاری                                                | فرآیند پیچیده نظارت و مالیات                          |
| لغو گواهینامه در صورت عدم کسب بازدهی موردنظر                                             | عدم درک مزایای ساختمان سبز در بنگاه‌های املاک و معاملات              | دسترسی نداشتن صاحبان سرمایه به اطلاعات کافی                           | منجر شدن به ضرر در صورت بکارگیری تیم فاقد تجربه                                             | خطر حاصل از تغییر قوانین                              |
| کمبود اطلاعات در رابطه با ساختمان‌های مدرن                                               | نیاز به سیستم‌های جایگزین آب و انرژی در ساختمان‌های سبز              | عدم تمایل مهندسان و شرکت‌ها                                           | عدم ضبط و کنترل بازده در طول چرخه حیات توسط شرکت‌ها                                         | نبودن تضمین زمانی دقیق در حمایت‌ها                    |
| ذینفعان ممکن است آماده ترک منطقه راحتی خود نباشند، برای مثال تیم جدید، محیط ناآشنای جدید | عدم تحقق دستیابی به نتایج پیش‌بینی شده برای ساختمان‌های سبز در بازار | عدم کفایت نیازهای ساختمان سبز در زمینه مصالح بازآفرینی و زنجیره تامین | متحمل شدن ضرر و هزینه بر ذینفعان به دلیل نرسیدن به نمره مورد نظر برای گواهینامه ساختمان سبز |                                                       |
| عدم پشتیبانی از اعضای تیم                                                                | باورهای غلط رایج به بهره‌وری ساختمان سبز                             | ضرورت اصلاحات مداوم برای تداوم تغییرات در استانداردها                 | جریمه‌های سنگین در صورت عدم دریافت گواهی ساختمان سبز                                        |                                                       |
| تیم طراحی و ساخت بی تجربه                                                                |                                                                      | مصالح جدید و نداشتن تجربه از عملکرد آن‌ها                             |                                                                                             |                                                       |

لی<sup>24</sup> و همکاریانش در سال ۲۰۱۴، عنوان نمودند در سنگاپور دریافت گواهینامه ساختمان سازی سبز، برای تمام ساختمان های جدید اجباری شده است. صنعت AEC در حال حاضر با چالش هایی در مورد بهترین روش برای دستیابی به صدور گواهینامه نشان سبز با کمترین هزینه و منابع روبرو است.

با مطرح نمودن این چالش آن ها اقدام به انجام پژوهشی با هدف شناسایی عوامل مدیریت پروژه بحرانی قابل کنترل جهت رسیدن به نشان سبز با نمره بالاتر نمودند. نوزده عامل مدیریت پروژه قابل کنترل برای اولین بار از ادبیات مربوطه شناسایی شدند و پس از یک نظرسنجی، اطلاعات مورد نیاز برای انجام تجزیه و تحلیل عامل مولفه های اصلی جمع آوری گردید. تحلیل عوامل نشان داد که عوامل مدیریت پروژه قابل کنترل را می توان به پنج جز اصلی: (۱) منابع انسانی (۲)، عوامل فنی و نوآوری گرا، (۳) حمایت از طراحان و مدیریت ارشد، (۴) شایستگی مدیر پروژه و (۵) هماهنگی طراحان و پیمانکاران تقسیم نمود. در نهایت با استفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه مشخص گردید که هماهنگی طراحان و پیمانکاران و عوامل فنی و نوآوری گرا مهم ترین عوامل موفقیت و دلایل احتمالی مورد بحث است [۲۹].

ویملا<sup>25</sup> و همکاران در سال ۲۰۱۶ در پژوهشی تحت عنوان "عبور از موانع جنبش ساختمان سبز در اندونزی" پس از اشاره به این که در اندونزی که به عنوان رتبه چهارم صنعت ساخت و ساز در آسیا از آن یاد می شود پیشرفت کمتری نسبت به همسایگان در زمینه ساختمان سبز را کسب نموده است. و دریافت فقط ۱۶ گواهینامه مخصوص ساختمان های سبز در اندونزی نیز گواه این موضوع می باشد. با شناسایی این خلاء پژوهشگران در پژوهش خود تلاش بر شناسایی موانع ساختمان سبز در اندونزی نموده اند تا بتوانند موجبات پیشرفت ساخت سبز را در این کشور فراهم نمایند. داده های این پژوهش از طریق مصاحبه و پخش پرسشنامه هایی که به صورت تصادفی در جاکارتا گردآوری شده است. طبق نتایج به دست آمده از ۷۵ پرسشنامه جمع آوری شده، مهم ترین موانع عبارتند از: اجرای سخت، نبود فضای حمایتی، مقاومت در برابر تغییر از سوی مردم، اطلاعات و معلومات ناکافی، نبود آگاهی عمومی، هزینه بیشتر تجهیزات ساختمان سبز در مقایسه با ساختمان های معمول و دسترسی محدود به محصولات ساختمان سبز در بازار [۳۰].

اکبری و همکاران در پژوهشی به اولویت بندی ریسک های ایمنی برای ساختمان های سبز با استفاده از استاندارد LEED پرداختند. نتایج حاصل از محاسبه با طراحان و پیمانکاران پروژه ها نشان داد که عناصر و ابزار ها و روش های اجرا شده ساخت و ساز به منظور دستیابی به افزایش اعتبارات پروژه های LEED دفعات آسیب و یا قرار گرفتن در معرض آسیب را در محیط های با خطر بالای شناخته شده افزایش می دهند. اثرات افزایش ۳۶ درصدی در جراحات، کشش ها، رگ به رگ شدن ناشی از بازیافت مواد ساخت و ساز، افزایش ۲۴ درصد سقوط به سمت سطوح پایین تر در زمان اجرای سقف به دلیل نصب و راه اندازی در محل انرژی های تجدید پذیر نظیر پنل های فتوولتائیک، افزایش ۱۹ درصد در فشار چشم هنگام نصب غشاء های بازتابنده بام و افزایش ۱۴ درصد آسیب ناشی از در معرض مواد مضر

قرارگرفتن به هنگام نصب فن آوری های جدید فاضلاب از جمله مهمترین موارد هستند. نتایج حاصل از پژوهش آن ها می تواند برای درک بهتر اثرات ایمنی در طراحی ساختمان های پایدار مورد استفاده قرار گیرد و به طراحان و پیمانکاران در اولویت بندی بهتر منابع ایمنی کمک کند [۳۱].

قاسمی نژاد با استفاده از نتایج مطالعات انجام شده در کشورهای استرالیا و چین اقدام به دسته بندی و ارزیابی ریسک های پروژه های ساختمانی سبز بخصوص در حوزه های ایمنی و ذینفعان پرداخته است. در پژوهش آن ابتدا با مرور مفاهیم ریسک و فرآیند مدیریت ریسک، به معیارهای اصلی ریسک و مهمترین عوامل ریسک که در پژوهش های پیشین شناسایی شده اند اشاره شده است و در ادامه ارزیابی ریسک ایمنی و همچنین ذینفعان در بخش های باقی مانده صورت گرفته است. در بخش ایمنی با تکیه بر اطلاعات مطالعات قبلی، توسط کمی سازی، افزایش درصد ریسک ایمنی در سطح اولیه از استراتژی های طراحی و روش اجرا شده به منظور کسب اعتبار گواهینامه محاسبه شده است. بر این اساس نتایج نشان داده است که عناصر و ابزار ها و روش های اجرا شده ساخت و ساز به منظور دستیابی به افزایش اعتبارات، ۱۸ مورد از ۴۹ پروژه LEED، دفعات آسیب و یا قرار گرفتن در معرض آسیب را در محیط های با خطر بالای شناخته شده افزایش می دهند. ریسک های شناسایی شده در بخش ذینفعان در پژوهش صورت گرفته با در نظر گرفتن ایمنی، هزینه، زمان کیفیت، اخلاق و مدیریت و سازماندهی در دسته های مشتری، پیمانکار، پیمانکار فرعی، تامین کنندگان، کاربر نهایی، دولت، رقبا و ناظران هستند. در بخش آخر تحقیق مهمترین عوامل در کشورهای مورد مطالعه عنوان گردیده اند. ریسک شهرت در استرالیا دارای بالاترین اهمیت است و در میان عوامل ذینفع، پیمانکار تاثیر گذارترین است اما در چین ریسک سیاست و استانداردها بحرانی است و کمبود مهارت ساختمان سازی سبز در چین از معضلات صنعت ساختمان سازی این کشور و عامل مشتری دارای بیشترین تاثیر بر دیگر ذینفعان است [۳۲].

طاهرخانی و طرمیان در سال ۱۳۹۶ شمسی اقدام به بررسی و تحلیل ریسک های اجرایی در ساختمان های سبز با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی نمودند. نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی در پژوهش آن ها با توجه به سه معیار اصلی اقتصادی، فناوری و اجتماعی صورت گرفت و زیر معیار ها هزینه آغازین بالا، هزینه پایین انرژی، مقاومت مردم در برابر تغییر و هزینه های تعمیر و نگهداری سیستم های ساختمان سبز، نبود ضوابط مناسب از سوی دولت، نبود آگاهی لازم از فواید ساختمان سبز و نبود اشخاص ماهر در صدر اولویت بندی قرار گرفتند. [۳۳]. جدول ۲ مجموعه ریسک های شناسایی شده در پژوهش آن ها را ارائه می دهد.

هوانگ<sup>26</sup> و همکاران ۲۸ عامل ریسک رادر پروژه های بازسازی سبز پروژه ها در سنگاپور را شناسایی نمودند. جهت ارزیابی ریسک در پژوهش از رویکرد فازی استفاده شده است. مهم ترین عوامل برآورد نادرست هزینه ها، تاخیر در صدور اسناد و دقیق نبودن مشخصات طراحی شناسایی شده اند. سایر عوامل مهم در پژوهش آن ها به شرح زیر می باشد. همکاری مستأجران و مشتریان پس از اتمام بازسازی،

قوانین، نیاز بازار، تامین مالی پروژه، همکاری قبل از بازسازی از سوی مشتریان، نگرانی ذینفعان و تامین مصالح و در دسترس بودن آن‌ها جدول عوامل و ریسک‌های شناسایی شده در این پژوهش را ارائه می‌دهد [۳۴]. جدول ۳ ریسک‌های شناسایی شده در این پژوهش را ارائه می‌دهد. پلات<sup>27</sup> و همکاران اقدام به شناسایی عوامل خطر مرتبط با مصالح که توسط پیمانکاران در طول مرحله ساخت این پروژه‌ها تجربه می‌شود، نمودند. آن‌ها با بررسی پژوهش‌های پیشین ۲۵ عامل خطر توسط آن‌ها شناسایی نمودند. این عوامل می‌توانستند بر هزینه و زمان اجرای پروژه‌های سبز تأثیر بگذارد و به ۴ گروه اصلی تقسیم شده‌اند که عبارتند از: (۱) عوامل مرتبط با طراحی، (۲) عوامل مرتبط با مواد، (۳) عوامل مربوط به ذخیره و (۴) عوامل مربوط به پیمانکار.

پس از شناسایی عوامل از طریق توزیع پرسشنامه اقدام به ارزیابی خطرات نمودند. با انجام ارزیابی، عوامل خطر ساز تأثیر گذار بر عملکرد هزینه پروژه‌های سبز "غفلت از اتلاف مواد در طرح‌های سبز" و "غفلت سازگاری در طرح سبز" به عنوان مهمترین عوامل و در بحث عوامل خطر که بر عملکرد زمان پروژه‌های سبز "غفلت سازگاری در طرح‌های سبز" و "پاسخ آهسته به تغییر سفارشات" از جمله

مهمترین موارد شناسایی شدند [۳۵]. در پژوهش فضلی و همکاران با توجه به پیچیدگی ریسک‌ها و عدم قطعیت ذاتی، چارچوب تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از روش‌های SWARA و COPRAS از طریق معرفی معیارهایی برای ارزیابی ریسک تدوین شده است. مطالعه موردی پژوهش نامبرده یک پروژه ساختمان سبز در شهر آمل می‌باشد. در بخش اول پژوهش ابتدا محققین اقدام به شناسایی ریسک‌ها نموده‌اند. در بخش بعد ریسک‌ها بر اساس نوع و تأثیر هر یک در پروژه‌های ساختمانی سبز با استفاده از روش ساختار شکست و مصاحبه با متخصصان دسته‌بندی شده است. سپس وزن هر یک از معیارها را با روش SWARA بدست آمده و در گام بعد ارزیابی تجزیه و تحلیل توسط COPRAS صورت گرفته است. با انجام ارزیابی عدم دسترسی به اطلاعات و فن‌آوری‌های سبز، طول عمر مواد سبز و تغییر در سیاست‌های دولت به عنوان مهم‌ترین خطرات (در پروژه‌های ساختمان سبز در آمل) شناسایی شدند [۳۶]. جدول ۵ نتایج پژوهش را ارائه می‌دهد.

در جدول ۵ ریسک‌ها با توجه به هفت معیار فنی، نیروی کاری، مدیریت، مالی، قانونی، زیست محیطی و سیاسی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

جدول ۲- ریسک‌های شناسایی شده در پژوهش طاهرخانی و طارمیان [۳۳]

| فناوری                             | اقتصادی                                            | سیاسی                                     | زیست محیطی                        | قانونی                          | فرهنگی                                                    |
|------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| نیود مصالح استاندارد و باکیفیت خوب | هزینه‌های نگهداری                                  | تحریم مصالح و تجهیزات به دلیل مسائل سیاسی | حوادث و بلایای طبیعی              | نیود چهارچوب دولتی و اجرایی و.. | پایین بودن آگاهی عمومی از مزایای ساختمان سبز              |
| فقدان تکنولوژی و تجهیزات پیشرفته   | نوسانات نرخ ارز                                    | فساد و رشوه                               | شرایط آب و هوایی غیر قابل پیشبینی | نیود مشوق‌های دولتی مناسب       | پایین بودن هزینه انرژی و مقاومت مردم در برابر ایجاد تغییر |
| نیود پرسنل آموزش دیده              | هزینه بالای تجهیزات، مصالح و سیستم‌های ساختمان سبز | وضعیت نامعین امنیتی                       | دسترسی دشوار به محل پروژه         | نیود نگرش دولتی برای حفظ        | تمایل مردم به سبک زندگی و عدم تمایل به تغییر              |
| فقدان اطلاعات جامع و دقیق          | هزینه اولیه بالا                                   |                                           |                                   |                                 |                                                           |
|                                    | بودجه‌های محدود                                    |                                           |                                   |                                 |                                                           |
|                                    | تورم                                               |                                           |                                   |                                 |                                                           |

جدول ۳- ریسک‌های شناسایی شده در پژوهش Hwang و همکاران [۳۴]

|                                                                          |                                     |                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
| شرایط قراردادی نامشخص از لحاظ حل اختلاف                                  | تغییر سیاست‌های ساختمان سبز         | عدم آشنایی با مصالح سبز و تکنولوژی‌های ساخت جدید |
| تخصیص غیرواضح مسئولیت‌ها                                                 | عدم قطعیت در صرفه‌جویی مصرف انرژی   | انتظارات بیش از حد                               |
| کمبود بودجه                                                              | تورم                                | نیروی کاری غیرمتخصص                              |
| نیازمندی‌های نامشخص کارفرما                                              | نوسان نرخ ارز خارجی                 | طراحی ضعیف                                       |
| مداخله نامناسب از سمت مشتریان                                            | میزان جرائم بالا                    | کار و ساخت ضعیف                                  |
| از دست دادن کنترل پیمانکاران جزئی                                        | انجام روش‌های پیچیده جهت کسب تابنده | فقدان پرسنل مدیریتی                              |
| دادن ضمانت نامه به صاحب ساختمان سبز                                      | ایمنی و سلامتی                      | عدم آشنایی با فرآیند ساخت                        |
| جزئیات طراحی و مشخصات فنی نامشخص                                         | محدودیت کارمندان                    | برآورد نادرست                                    |
| اخراج شدن به دلیل نرسیدن به سطح مشخص شده از سیستم رتبه‌بندی برای ساختمان | محدودیت‌های آلودگی                  | عدم آشنایی با فناوری‌های جدید رو به رشد          |
| ارتباطات ضعیف میان ذینفعان پروژه‌ها                                      | محدودیت‌های واردات و صادرات         | نوسانات در نرخ بکارگیری کارگر به مصالح           |
| کمبود نیروی ماهر همراه با تجربه مناسب                                    | شرایط قراردادی نامشخص به جهت دادرسی | توقع خیلی بالا جهت امتیازگیری از گواهی           |
| ادعا برای دریافت مزایا بیشتر                                             | عدم آشنایی با الزامات شغلی مرتبط    | نادیده گرفتن هزینه‌های اولیه بالا                |
| عدم دسترسی به مصالح و تجهیزات سبز                                        |                                     | مسائل فنی                                        |



جدول ۴- ریسک های شناسایی شده در پژوهش Polat و همکاران [۳۵]

| عوامل مرتبط با طراحی                  | عوامل مرتبط با مواد و مصالح                             | عوامل مربوط به عرضه                              | عوامل مرتبط با پیمانکار                                                   |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| بی تجربه بودن طراحان در پروژه های سبز | عدم تعریف روشن از مواد ساختمان سبز                      | تعداد محدود تامین کنندگان مواد ساختمان سبز       | عدم آشنایی با فن آوری های جدید مورد نیاز پروژه های سبز                    |
| خلاقیت و نوآوری محدود در طرح های سبز  | روند تأیید طولانی مواد مصالح ساختمانی سبز               | نیاز به واردات مواد ساختمان سبز از بازار خارجی   | عدم آشنایی با روش های جدید ساخت و ساز                                     |
| پاسخ آهسته به تغییر سفارشات           | کیفیت پایین مصالح ساختمانی سبز                          | زمان نقل و انتقالات بلند برای مصالح ساختمانی سبز | عدم آشنایی با محصولات جدید                                                |
| غفلت سازگاری طراحی سبز                | نیاز به شرایط ذخیره سازی ویژه برای مصالح ساختمانی سبز   | نیاز به کار با تامین کنندگان جدید                | عدم آشنایی با مشخصات مورد نیاز پروژه های سبز                              |
|                                       | عدم قطعیت عملکرد بلندمدت مصالح ساختمانی سبز             | تورم در قیمت مواد سبز با توجه به تقاضای زیادی    | عدم آشنایی با سیستم مدیریت زباله                                          |
|                                       | عملکرد پایین سیستم های برق / مکانیکی / نصب              |                                                  | مشکل در پیدا کردن کارکنان با تجربه که می توانند در پروژه های سبز کار کنند |
|                                       | نیاز به سیستم های جایگزین آب و انرژی در ساختمان های سبز |                                                  |                                                                           |

جدول ۵- ریسک های شناسایی شده در پژوهش فضلی و همکاران [۳۶]

| فنی              | نیروی کار                    | مدیریتی                                             | مالی                                                     | قانونی                                           | زیست محیطی                | سیاسی                    |
|------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| اطلاعات نادرست   | صدمات و حوادث                | برنامه ریزی نامناسب پروژه                           | تورم                                                     | تاخیر در تصویب قانونی برای نیازهای سبز           | تغییرات در آب و هوا       | تغییر در سیاست های دولتی |
| کمبود مواد سبز   | خسارات ناشی از خطای انسانی   | دسترسی محدود به تامین کنندگان سبز                   | نوسانات نرخ ارز توسط واردات مواد سبز                     | عدم دسترسی به اطلاعات در رابطه با فناوری های سبز | شرایط غیرقابل پیشبینی محل | فساد و رشوه خواری        |
| طول عمر مواد سبز | کمبود متخصصان ماهر و باتجربه | مقاومت مشتریان برای اجرای ایده های سبز              | مشکلات مربوط به مشخص کردن بودجه برای اجرای پروژه های سبز |                                                  |                           |                          |
|                  | بیمه نامناسب                 | هزینه های اضافی بدلیل استفاده از مواد سبز و تجهیزات |                                                          |                                                  |                           |                          |

### ۳- ریسک های مرتبط با مصالح ساختمان سبز

بر اساس اطلاعات گردآوری شده از پژوهش های پیشین در زمینه شناسایی و دسته بندی ریسک های مرتبط با ساختمان سبز، دسته بندی ریسک های مرتبط با مصالح ساختمان سبز که گزیده ای از موارد موجود در تحقیقات بوده است با توجه به فازهای مختلف پروژه

و همچنین محورهای مختلف توسعه پایدار که ریسک بر آن حوزه تاثیرگذار است، مطابق با جداول (۶) تا (۹) صورت گرفت. در جداول (۶) تا (۹) مرجع مرتبط با هر ریسک در کنار آن یادداشت شده است. تعدادی از ریسک ها نیز با استفاده از نظر متخصصان شناسایی و افزوده شده اند.

جدول ۶- ریسک های شناسایی شده در مرحله طراحی با توجه به پژوهش های پیشین

| مرحله در چرخه حیات پروژه | معیارهای پایداری    | ریسک شناسایی شده                                                                            | مرجع                   |
|--------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|                          |                     | برآورد نادرست هزینه تمام شده مواد و مصالح سبز                                               | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶   |
|                          | اقتصادی             | غفلت از ارزیابی ساخت پذیر بودن پروژه سبز                                                    | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶ |
|                          |                     | تخمین و برآورد نادرست از عمر مفید مصالح سبز                                                 | فضلی و همکاران ۲۰۱۸    |
|                          |                     | غفلت در طراحی پلان ها و برنامه ریزی برای مرحله تخریب و بازیابی مصالح سبز                    | استنتاجی               |
| طراحی                    | زیست محیطی          | غفلت از در نظر گرفتن میزان ضایعات و بازیافتی مواد و مصالح سبز در فاز پایانی چرخه حیات پروژه | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶ |
|                          |                     | عدم تعریف دقیق مشخصات مصالح و مواد سبز                                                      | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶ |
|                          | اقتصادی- زیست محیطی | عدم آشنایی با محصولات و مصالح سبز جدید                                                      | فضلی و همکاران ۲۰۱۸    |
|                          |                     | عدم آشنایی با مشخصات مورد نیاز مصالح پروژه سبز                                              | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶ |

|                                                                           |                        |                                 |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------|
| فقدان نیروی متخصص مصالح سبز در محل                                        | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶   |                                 |
| فقدان نیروی طراح مصالح سبز با تجربه                                       | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶   |                                 |
| خلاقیت و نوآوری محدود در طراحی پروژه سبز (مصالح سبز)                      | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶ |                                 |
| مشخص نبودن سلیق و نیازهای کارفرما                                         | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶   | اجتماعی                         |
| خواسته ها و توقعات بیش از حد مشتری یا کارفرما                             | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶   |                                 |
| در نظر نگرفتن و طراحی نکردن برنامه مناسب برای مرحله بهره برداری مصالح سبز | فضلی و همکاران ۲۰۱۸    | اقتصادی- زیست<br>محیطی- اجتماعی |

جدول ۷- ریسک‌های شناسایی شده در مرحله اجرا با توجه به پژوهش‌های پیشین

| مرحله در چرخه حیات پروژه | معیارهای پایداری | ریسک شناسایی شده                                                                                          | مرجع                    |
|--------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| اجرا                     | اقتصاد           | فقدان نیروی کاری با تجربه در زمینه اجرای مصالح سبز                                                        | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶  |
|                          |                  | فقدان نیروی کاری متخصص در زمینه اجرای مصالح سبز                                                           | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶  |
|                          |                  | تغییرات و نوسان در نرخ بکارگیری گروه های کاری و مصالح مورد استفاده                                        | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶    |
|                          |                  | افزایش هزینه مصالح و مواد سبز در نتیجه تورم و نرخ ارز خارجی                                               | طارمیان و طاهرخانی ۲۰۱۵ |
|                          |                  | روند کند پاسخگویی در صورت ایجاد تغییرات در نقشه ها                                                        | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶  |
|                          |                  | افزایش زمان پروژه بدلیل افزایش هزینه حمل و نقل مواد و مصالح                                               | طارمیان و طاهرخانی ۲۰۱۵ |
|                          |                  | افزایش زمان تکمیل پروژه بدلیل دور بودن محل تامین مصالح                                                    | طارمیان و طاهرخانی ۲۰۱۵ |
|                          |                  | آشنا نبودن با روش های ساخت جدید                                                                           | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶  |
|                          |                  | عدم در نظر گرفتن مکان با شرایط ویژه برای نگهداری مواد و محصولات خاص سبز تا زمان اجرا                      | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶  |
|                          |                  | افزایش هزینه و زمان تکمیل ساخت در صورت بروز شرایط آب و هوایی نامناسب                                      | فضلی و همکاران ۲۰۱۸     |
| اجتماعی                  |                  | مشکل تامین مصالح جهت اجرا بدلیل محدودیت تامین کنندگان (خارجی و داخلی)                                     | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶    |
|                          |                  | ارتباط ضعیف کارگران با یکدیگر و ذینفعان در اجرا                                                           | استنتاجی                |
|                          |                  | عدم اطمینان از سلامتی و ایمن بودن مصالح و مواد                                                            | استنتاجی                |
|                          |                  | نیاز به کار با تامین کنندگان جدید در زمینه مصالح سبز و مشکلات ارتباطی و هزینه ای مرتبط با آن              | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶  |
|                          |                  | تهدید ایمنی کارگران در صورت اجرای مصالح سبز با شرایط ویژه و یا در مکان های خاص (همانند خطر کار در ارتفاع) | فضلی و همکاران ۲۰۱۸     |

جدول ۸- ریسک‌های شناسایی شده در مرحله بهره برداری با توجه به پژوهش‌های پیشین

| مرحله در چرخه حیات پروژه | معیارهای پایداری | ریسک شناسایی شده                                                         | مرجع                   |
|--------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| بهره برداری              | اقتصادی          | عدم اطمینان از عملکرد بلند مدت مصالح و مواد سبز                          | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶ |
|                          |                  | فقدان نیروی مناسب و متخصص در رابطه با امور بهره برداری ساختمان سبز       | استنتاجی               |
|                          |                  | عملکرد نامناسب مصالح و افزایش هزینه ها بدلیل کیفیت نامناسب و پایین مصالح | گل پلات و همکاران ۲۰۱۶ |
|                          |                  | آسیب های وارده و مشکل در تعمیر و بازسازی مصالح در صورت وقوع بلایای طبیعی | فضلی و همکاران ۲۰۱۸    |
|                          |                  | کاهش بازده مصرف انرژی در صورت تخریب مصالح و عدم تعمیر آن ها              | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶   |
|                          |                  | تهدید سلامتی ساکنان در صورت بکار بردن مصالح سبز تقلبی                    | استنتاجی               |
|                          |                  | مشکلات مرتبط با بحث تضمین و گارانتی مواد و مصالح سبز                     | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶   |
| زیست محیطی               | اجتماعی          | تهدید سلامت ساکنان در صورت بکار بردن مصالح سبز تقلبی                     | استنتاجی               |
|                          |                  | مشکلات مرتبط با بحث تضمین و گارانتی مواد و مصالح سبز                     | هوانگ و همکاران ۲۰۱۶   |

جدول ۹- ریسک‌های شناسایی شده در مرحله تخریب و بازیافت با توجه به پژوهش‌های پیشین

| مرحله در چرخه حیات پروژه | معیارهای پایداری | ریسک شناسایی شده                                                                                  | مرجع     |
|--------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| تخریب و بازیافت          | اجتماعی          | نبود تجهیزات مناسب به منظور تفکیک و برداشت مصالح بازیافتی                                         | استنتاجی |
|                          |                  | عدم تمایل به انجام بازیافت از سوی کارفرما یا مشتری بدلیل ارزان بودن تخریب و استفاده از مصالح تازه | استنتاجی |
|                          |                  | فروش ملک به غیره و به فراموشی سپردن فاز تخریب                                                     | استنتاجی |
|                          |                  | امتناع از بازیافت و تخریب بدلیل کسب امتیاز در گواهی ساختمان در اوایل عمر ساختمان                  | استنتاجی |



5 (1), 2020

دوره ۵، شماره ۱

بهار ۱۳۹۹

فصلنامه پژوهشی



#### ۴- نتیجه گیری

با گسترش سرسام آور پروژه های صنعتی و عمرانی و اهمیت پایداری توسعه، استفاده از انرژی های تجدید پذیر و بطور کلی کاهش نیاز به منابع انرژی تجدیدناپذیر مطرح است. با توجه به این که ساخت و ساز بخش عظیمی از منابع خام و تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر جهان را مصرف می کند، مفهوم ساختمان سبز و طراحی پایدار برای حذف و یا کاهش این اثرات و انطباق هرچه بیشتر فرایند طراحی، ساخت و بهره برداری ساختمان ها با معیار های پایداری توسعه یافته است. بنابراین تلاش شده است با در نظر گرفتن معیارهای پایداری و شرایط موجود در کشور ایران، ریسک ها و خطرات مرتبط با مصالح در ساختمان سبز شناسایی شود. عامل مصالح ساختمانی جزو ارکان اصلی پروژه های ساختمانی هستند و هزینه پروژه، پایداری پروژه و حتی بهینگی مصرف انرژی پروژه نیز تحت تاثیر آن است. این پژوهش سعی کرده است در انتخاب مصالح در طراحی ساختمان سبز با در نظر گرفتن عدم قطعیت، بتواند با توجه به شرایط موجود در کشور ایران و ریسکهای مرتبط با مصالح، تصمیمی مناسب را جهت انتخاب مصالح در فاز طراحی اتخاذ شود. به منظور اجرای بهتر و اصولی ساختمان سبز لازم است که تمامی جوانب مرتبط با موفقیت پروژه آن در نظر گرفته شود. در ایران از آنجایی که پروژه های ساختمان سبز به تازگی رواج پیدا کرده اند می توان این ادعا را عنوان کرد که در صورتی که خطرات و ریسک های همراه با این محصول شناسایی نشوند شکست بسیاری از پروژه ها مشاهده خواهد گردید که در پی آن می تواند موجب عدم استقبال و در نتیجه بازماندن از راه تکامل توسعه گردد. بر اساس اطلاعات گردآوری شده از پژوهش های پیشین در زمینه شناسایی و دسته بندی ریسک های مرتبط با مصالح ساختمان سبز، دسته بندی ریسک های مرتبط با مصالح ساختمان سبز که گزیده ای از موارد موجود در تحقیقات بوده است با توجه به فازهای مختلف پروژه و همچنین محورهای مختلف توسعه پایدار که ریسک بر آن حوزه تاثیر گذار است، طبق موارد ذیل طبقه بندی صورت گرفت:

- ریسک های شناسایی شده در مرحله طراحی
  - ریسک های شناسایی شده در مرحله اجرا
  - ریسک های شناسایی شده در مرحله بهره برداری
  - ریسک های شناسایی شده در مرحله تخریب و بازیافت
- شرکتهای ساخت و ساز باید خطر را به عنوان بخشی ضروری از مدیریت پروژه خود، مدنظر قرار دهند. تصمیم گیری هایی نظیر ارزیابی خطر در پروژه های ساخت و ساز، در مدیریت ساخت و ساز بسیار حائز اهمیت است. شناسایی و ارزیابی خطرات پروژه، روند مهمی برای موفقیت پروژه به شمار می آید.

#### ۵- مراجع

- [4] Wu, Hao. (2012). A multi-objective optimization model for green building design. HKU Theses Online (HKUTO)
- [5] Bing, L., & Tiong, R. L. (1999). Risk management model for international construction joint ventures. *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(5), 377-384.
- [6] Carson, R., Darling, L., Darling, L., Houghton Mifflin Company, & Riverside Press (Cambridge, Mass.). (1962). *Silent spring*. Boston: Houghton Mifflin Company.
- [7] International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. (1980). *World Conservation Strategy*. Living Resource Conservation for Sustainable Development.
- [8] Rees, W. E. (1998). *Understanding sustainable development*. In *Sustainable development and the future of cities* (pp. 17-42). Practical Action Publishing.
- [9] Singh, S. K. (2016). Sustainable development: A literature review. *The International Journal of Indian Psychology*, 6, 63-69.
- [10] International Union for Conservation of Nature. (2006). *The future of Sustainability*. Received from <[https://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn\\_future\\_of\\_sustainability](https://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_future_of_sustainability)>. (sep.1.2018).
- [11] UNEP, O. S. (2003). *Handbook for the International Treaties for the Protection of the Ozone Layer*. In *The Vienna Convention (1985). The Montreal Protocol (1987)*. Sixth Edition. Nairobi: UNEP.
- [12] González, M. J., & Navarro, J. G. (2006). Assessment of the decrease of CO2 emissions in the construction field through the selection of materials: Practical case study of three houses of low environmental impact. *Building and environment*, 41(7), 902-909.
- [13] International Council for Research and Innovation in Building. (2012). "CIB Group SustainabilityReport". <[https://www.unglobalcompact.org/system/attachments/31901/original/CIB\\_SustainabilityReport2012\\_ENG.pdf?1378281834](https://www.unglobalcompact.org/system/attachments/31901/original/CIB_SustainabilityReport2012_ENG.pdf?1378281834)>. (sep.1.2018).
- [14] United States Environmental Protection Agency. (2009). "what is sustainability?". <<https://www.epa.gov/sustainability/learn-about-sustainability#what>>. (sep.1.2018).
- [15] U.S. Environmental Protection Agency. (2009). *Green Building Basic Information*. <Retrieved from <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.html>>. (June.1.2017).
- [16] Whole Building Design Guide. (2009). "Sustainable". <<https://www.wbdg.org/design-objectives/sustainable>>. (June.1.2017).
- [17] Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) (2016) <http://www.usgbc.org/leed>.
- [18] International Energy Agency. (2016). *Total Primary Energy Supply (TPES)*. Retrieved from <<https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Energy%20supply&indicator=TPESbySource&mode=chart&dataTable=BALANCES>>. (June.1.2017).
- [۱۹] دولتهای پروزه، محمود، و طهماسبی آشتیانی، هادی. انسان، انرژی، محیط زیست و چشم اندازی به آینده. فصلنامه راهبرد، سال نوزدهم، شماره ۵۶، صفحه ۳۱۵-۱۳۸۹.
- [۲۰] معاونت امور برق و انرژی. (۱۳۹۰). *ترازنامه انرژی وزارت نیرو*. برگرفته از: <[www.saba.org.ir/saba\\_content/media/image/](http://www.saba.org.ir/saba_content/media/image/)> (۲۰ شهریور ۱۳۹۷).
- [۲۱] نظری، احد؛ فرصتکار، احسان؛ وکیافر، بهراد. (۱۳۸۷). *مدیریت ریسک در پروژه ها*. چاپ اول. تهران. معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری - مرکز مدارک علمی - موزه و انتشارات.
- [۲۲] ذکائی آشتیانی، محسن. (۱۳۹۲). *راهنمای گستره دانش مدیریت پروژه PMBOK*. انتشارات آدینه.
- [۲۳] باقلائی، مصطفی؛ شروانی، فریدون. (۱۳۹۳). *ارزیابی پاسخ های مبتنی بر ریسک های پروژه های عمرانی در شرایط فازی*. اولین کنفرانس ملی مهندسی ساخت و ارزیابی پروژه های عمرانی، گرگان، سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان.
- [24] Ranaweera, R.; Crawford, R.H. (2010). Using Early-Stage Assessment to Reduce the Financial Risks and Perceived Barriers of Sustainable Buildings. *J. Green. Build.* ۵, ۱۲۹-۱۴۶
- [25] Ashuri, B., & Durmus-Pedini, A. (2010). An overview of the benefits and risk factors of going green in existing buildings. *International Journal of Facility Management*, 1.(1)
- [26] Tollin, (2011). H.M. Green building risks: It is not easy being green. *Environ. Claim.* J.23, 199-213. Development (January 2005- December 2014): Framework for a Draft International.
- [27] Bond S. (2011). Barriers and drivers to green buildings in Australia and New Zealand. *Journal of Property Investment & Finance*, Vol. 11, 494-509.
- [28] Fortunato III, B. R., Hollowell, M. R., Behm, M., and Dewlaney, K. (2012). "Safety risk identification for high performance sustainable building construction." *J. Constr. Eng. Manage.*, 138(4), 499-508, doi: 10.1061/
- [29] Li, Y.Y.; Chen, P.H.; Chew, D.A.S.; Teo, C.C. Exploration of critical resources and capabilities of design firms for delivering green building projects: Empirical studies in Singapore. *Habitat Int.* 2014, 41, 229-235.
- [30] Wimala M, Akmalah E, Ranga Sururi M. (2016). Breaking through the barriers to green building movement in Indonesia: insights from building occupants. 3rd International Conference on Power and Energy Systems Engineering, CPESE, 8-12.
- [۳۱] اکبری، سعید؛ حسینی، سیدمحمدجواد؛ و شعبانی اصل، علی. (۱۳۹۳). *اولویت بندی ریسک های ایمنی برای ساختمان های سبز با استفاده از استاندارد اولین*



5 (1) , 2020

دوره ۵، شماره ۱

بهار ۱۳۹۹

فصلنامه پژوهشی

مهندسی مدیریت ساخت

[34] Zhao, X.; Hwang, B.G. (2016). GAO, Y. A fuzzy synthetic evaluation approach for risk assessment: A case of Singapore's green projects. J. Clean. Prod, 115, 203–213.

[35] Polat, G., Turkoglu, H., & Gurgun, A. P. (2017). Identification of Material-related Risks in Green Buildings. Procedia Engineering, 196, 956-963.

[۳۶] فضلی، مسعود؛ جعفرزاده افشاری، احمد؛ حاجی آقایی کشتلی. (۱۳۹۷). شناسایی و ارزیابی ریسک در پروژه های ساختمانی سبز (مطالعه موردی). سومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی.

<http://icim.atu.ac.ir/paper?manu=101598>

کنفرانس ملی مهندسی عمران و توسعه پایدار ایران، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.

[https://www.civilica.com/Paper-ICESCONF01-ICESCONF01\\_277.html](https://www.civilica.com/Paper-ICESCONF01-ICESCONF01_277.html)

[۳۲] قاسمی نژاد، روبا. (۱۳۹۵). بررسی ریسک‌های پروژه‌های ساختمانی سبز (به ویژه ریسک‌های ایمنی و دینفعان). چهارمین کنفرانس بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دایمی کنفرانس، دانشگاه شهید بهشتی.

<https://www.civilica.com/Paper-ICSAU04-ICSAU04-2527.html>

[۳۳] طارمیان، عارف؛ طاهرخانی، روح‌الله. (۱۳۹۶). بررسی و تحلیل ریسک‌های اجرایی در ساختمان‌های سبز در توسعه پایدار با رویکرد AHP. کنفرانس بین المللی عمران، معماری و شهرسازی ایران معاصر، تهران، دانشگاه اسوه - تهران - دانشگاه شهید بهشتی.

[https://www.civilica.com/Paper-CICEAUD01-CICEAUD01\\_1059.html](https://www.civilica.com/Paper-CICEAUD01-CICEAUD01_1059.html)

- <sup>1</sup> Carson
- <sup>2</sup> Silent Spring
- <sup>3</sup> Bertrand Report
- <sup>4</sup> Kyoto Protocol
- <sup>5</sup> Van chart
- <sup>6</sup> Adams
- <sup>7</sup> CIB
- <sup>8</sup> UPEA
- <sup>9</sup> Rodney Turner
- <sup>10</sup> Net Value Method
- <sup>11</sup> Tree decision Method
- <sup>12</sup> Mont Carlo
- <sup>13</sup> Delphi
- <sup>14</sup> Brain storm
- <sup>15</sup> Root cause analysis
- <sup>16</sup> Checklist
- <sup>17</sup> Cause and Effect
- <sup>18</sup> Strength, Weakness, Opportunity, Threat
- <sup>19</sup> Renaweera & Crawford
- <sup>20</sup> Pedini & Ashuri
- <sup>21</sup> Tollin
- <sup>22</sup> Bond
- <sup>23</sup> Forunato
- <sup>24</sup> Li
- <sup>25</sup> Wimala
- <sup>26</sup> Hwang
- <sup>27</sup> Polat



5 (1) , 2020

دوره ۵، شماره ۱

بهار ۱۳۹۹

فصلنامه پژوهشی

