



دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)  
دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

## ارائه الگوی ارزیابی 3R در ساختمان های مسکونی

توسط:

رضا برون

استاد راهنما:

دکتر رضا مکنون

بهار 1387



دانشگاه صنعتی امیرکبیر  
(پلی تکنیک تهران)

بسمه تعالی

تاریخ:  
شماره:

فرم اطلاعات پایان نامه  
کارشناسی - ارشد و دکترا

معاونت پژوهشی  
فرم پروژه تحصیلات تکمیلی ۷

مشخصات دانشجو:

نام و نام خانوادگی: رضا برون  
شماره دانشجویی: ۸۴۱۲۴۱۰۸  
دانشکده: مهندسی عمران و محیط زیست  
دانشجوی آزاد  بورسیه  معادل   
رشته تحصیلی: مهندسی عمران گروه: آب و محیط زیست

مشخصات استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: جناب آقای دکتر رضا مکنون  
نام و نام خانوادگی: ---  
درجه و رتبه: دکترا - استادیار  
درجه و رتبه: ---

مشخصات استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی: ---  
نام و نام خانوادگی: ---  
درجه و رتبه: ---  
درجه و رتبه: ---

عنوان پایان نامه به فارسی: ارائه الگوی ارزیابی ۳R در ساختمان های مسکونی

evaluation methods for applying 3R in residential building

عنوان پایان نامه به انگلیسی:

نوع پروژه: کارشناسی  ارشد  دکترا  کاربردی   
بنیادی  توسعه ای  نظری   
سال تحصیلی: ۱۳۸۷

تاریخ شروع: ۱۳۸۵/۰۱/مهرمه  
تاریخ خاتمه: ۲۲ تیرماه ۱۳۸۷  
تعداد واحد: ۶  
سازمان تأمین کننده اعتبار: -

واژه های کلیدی به فارسی: ساختمان سبز-بازیافت-بازچرخانی-کاهش مصرف-ارزیابی زیست محیطی- ارزیابی چرخه عمر

واژه های کلیدی به انگلیسی: Green building-recycle-reuse-reduction-environmental impact assessment-life cycle assessment

مشخصات ظاهری	تعداد صفحات	تصویر <input checked="" type="radio"/> جدول <input checked="" type="radio"/> نمودار <input checked="" type="radio"/> نقشه <input type="radio"/> واژه نامه <input type="radio"/>	تعداد مراجع	تعداد صفحات ضمیمه
زبان متن	فارسی <input checked="" type="radio"/> انگلیسی <input type="radio"/>	چکیده	فارسی <input checked="" type="radio"/> انگلیسی <input type="radio"/>	-
یادداشت				

نظرها و پیشنهادهای به منظور بهبود فعالیت های پژوهشی دانشگاه

استاد: آقای دکتر رضا مکنون

دانشجو: رضا برون

امضاء استاد راهنما: تاریخ:

## سپاسگزاری

سپاس آفریدگاری را که لطف بی‌پایانش بر همه جاری و وجود مهربانش، تکیه‌گاه هر امیدواری است.

تحقیق پیش رو، حاصل از خود گذشتگی‌ها و تلاش‌های گروهی است که نه تنها در مدت حدود دو سال پژوهش، که در تمام طول زندگی نگارنده تاکنون یاریگر او بوده‌اند؛ با سپاس از خانواده/م به پاس حمایت‌های بی‌دریغشان. همچنین از زحمات استاد محترم راهنما، جناب آقای دکتر رضا مکنون، که از ابتدای کار تا انتها، همواره همراه و همگام بوده و همچون پدری دلسوز با منش والا و توصیه‌های بهنگام، تحمل دشواری‌ها را ساده‌تر می‌نمودند، صمیمانه قدردانی می‌کنم.

همچنین شایسته است تا از جناب آقای دکتر محمدرضا صبور و جناب آقای دکتر عبدا.../اردشیر، اساتید محترم داور، به پاس نظرات گرانبهایشان جهت تکمیل کار پژوهش، قدردانی نمایم.

همچنین محبت‌های دوستانه و کمک‌های برادرانه‌ی دوست عزیزم آقای مهندس امیر اقبالی قاضی جهانی را ارج نهاده و از ایشان سپاسگزاری می‌نمایم. همچنین بر خود لازم می‌دانم ارادت خود را به آقایان مهندسین محمدرضا دباغیان و حاج سید حسین عندلیب مقدم ابراز دارم.

غرض، نقش‌یست کز ما باز ماند ....

تقدیم به

پیشگاه مقدس حضرت ولی عصر (عج)،

پدر و مادرم که مرا به علم و دانش رهنمون بردند و

مهسای عزیزم

## دانشگاه صنعتی امیرکبیر

### دانشکده‌ی مهندسی عمران و محیط‌زیست

چکیده پایان نامه ارائه شده توسط: رضا برون  
برای اخذ درجه‌ی کارشناسی ارشد در مهندسی عمران - محیط‌زیست تحت عنوان:  
ارائه الگوی ارزیابی ۳R در ساختمانهای مسکونی  
استاد راهنما: آقای دکتر رضا مکنون  
تاریخ تحویل: ۱۲ / تیرماه ۱۳۸۷  
به شماره دانشجویی: ۸۴۱۲۴۱۰۸

رشد سریع ساختمان‌سازی در کشور و مصرف بالای انرژی در این بخش از یک سو و اهمیت موضوع محیط‌زیست و بحث بهینه‌سازی مصرف انرژی به علت کاهش ذخایر انرژی و نقش اساسی مصالح ساختمانی در این زمینه از دیگر سو، دقت نظر بیشتری را در انتخاب مصالح ساختمانی می‌طلبد.

در بسیاری از کشورها یک تقاضای رو به رشد برای بکارگیری الگوی مناسب زیست‌محیطی در احداث ساختمان مسکونی در حال شکل‌گیری است، یکی از این الگوها، الگوی ۳R می‌باشد. این الگو ترکیب سه مناسبت شامل کاهش مصرف، بازچرخانی و بازیافت می‌باشد. روش‌های فوق‌راهی است که می‌توان ساختمان مسکونی را به عنوان ساختمان پایدار در نظر گرفت. در ساختمان پایدار تلاش می‌شود که مصرف انرژی و منابع مورد استفاده در تمامی مراحل از مرحله طراحی و ساخت تا دوران بهره‌برداری به مقداری کمینه تبدیل گردد. و از نظر زیست‌محیطی کمترین زیان را در بر داشته باشد.

هدف از مطالعه ارائه الگوی کاربردی انتخاب مصالح ساختمانی و اجزای تشکیل‌دهنده ساختمان با در نظر گرفتن دیدگاه‌های ملی، بهره‌بردار و سازنده در ساختمانهای مسکونی است. در این پژوهش با استفاده از روش ارزیابی چرخه عمر (محیط‌زیست و اقتصاد) و باتریکب سه مناسبت بازیافت، بازچرخانی و کاهش مصرف (۳R) به الگوی سبز و پایدار دست می‌یابیم. آشکار است الگوی فوق برای کشوری همانند ایران که در آن، صنعت ساخت‌وساز رو به گسترش است بسیار مفید می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** ساختمان سبز- بازیافت- بازچرخانی- کاهش مصرف- ارزیابی زیست‌محیطی- ارزیابی چرخه عمر

## فهرست

12	فصل اول
12	1- ساختمان پایدار
12	1-1- توسعه پایدار
12	2-1- ماندگاری تفکر توسعه پایدار و دامنه اثرات آن
13	3-1- برنامه ریزی و طراحی پایدار
13	4-1- روش های سبز
14	5-1- ساختمان سبز
15	6-1- لزوم گسترش احداث ساختمان سبز در ایران
18	7-1- مدیریت ضایعات ساختمانی در ایران
23	فصل دوم
23	2- تخریب و مدیریت ضایعات ساختمانی
23	2-1- عوامل مؤثر بر استهلاک و تخریب ساختمان ها
24	2-2- روش های گوناگون تخریب
26	2-3- ارزیابی روش های تخریب
26	2-4- وضعیت تخریب در ایران
28	2-5- شیوه تخریب در ایران
28	2-5-1- روش برآورد حجم ضایعاتی ناشی از تخریب
32	2-6- مدخلی به زمینه های اقتصادی تخریب ساختمان
35	فصل سوم
35	3- مبانی ارزیابی 3R با استفاده از ارزیابی چرخه عمر
35	3-1- مقدمه
36	3-2- چرخه عمر ساختمان
37	3-3- روش ارزیابی چرخه عمر
38	3-3-1- هدف گذاری
39	3-3-2- تحلیل مقادیر ورودی و خروجی
39	3-3-3- ارزیابی اثرات زیست محیطی
41	الف) گرم شدن جهانی هوا
42	ب) توانایی در بارانهای اسیدی

- 43.....ج) توانایی در پرغذایی
- 44.....د) کاهش سوخت های فسیلی
- 45.....ه) کاهش منابع آب
- 46.....و) آلاینده های معیار هوا
- 46.....ز) توانایی در تشکیل مه دود
- 47.....ح) تخریب لایه ازن
- 48.....3-3-4- نرمال کردن اثرات زیستمحیطی
- 49.....3-3-5- نتیجه گیری
- 50.....3-4-4- ارزیابی اقتصادی
- 51.....3-5-5- ارزیابی تلفیقی اقتصادی و اثرات زیست محیطی (نتیجه گیری)
- 53.....فصل چهارم
- 53.....4- پروفایل های زیست محیطی مصالح ساختمانی
- 53.....4-1- مقدمه
- 54.....4-2- گزینش مصالح ساختمانی و ارزیابی زیستمحیطی - اقتصادی
- 56.....4-3-4- ارزیابی پروفایل های زیست محیطی
- 56.....4-3-1- سیمان
- 58.....4-3-2- فولاد (تیر آهن، میلگرد، ورق، نبشی و ...)
- 59.....4-3-3- سنگدانه
- 61.....4-3-4- آجر فشاری
- 61.....4-3-5- فوم پلی استایرن
- 62.....4-3-6- مصالح سفالی (بلوک دیواری و سقفی سفالی)
- 64.....4-4- طبقه بندی اجزای مختلف ساختمان
- 65.....4-5-5- تعیین پروفایل های زیست محیطی اجزای ساختمان
- 65.....4-5-1- اسکلت فلزی
- 65.....4-5-2- اسکلت بتنی
- 66.....4-5-3- سقف تیرچه و بلوک سفالی
- 66.....4-5-4- سقف تیرچه و بلوک بتنی
- 67.....4-5-5- سقف تیرچه با بلوک یونولیتی
- 67.....4-5-6- دیوارچینی با آجر فشاری
- 67.....4-5-7- دیوارچینی با بلوک سفالی
- 68.....4-5-8- دیوارهای تری دی پانل
- 69.....4-6- جمع بندی و نتیجه گیری
- 71.....فصل پنجم
- 71.....5- الگوی نمره دهی 3R به اجزای ساختمانی
- 71.....5-1- مقدمه ای بر 3R



73.....	2-5- شاخص اجتماعی.....
74.....	3-5- وزن دهی به شاخص های برگزیده.....
74.....	4-5- بررسی تلفیقی شاخص ها برگزیده.....
75.....	5-5- بررسی اجزای ساختمانی از دیدگاه ملی وسازنده و بهره بردار در الگوی 3R درساختمان مسکونی.....
75.....	1-5-5- اسکلت.....
87.....	2-5-5- دیوارهای خارجی ساختمان.....
91.....	3-5-5- سقف اجرا شده در آخرین طبقه(کف بام).....
94.....	4-5-5- پنجره ها.....
97.....	5-5-5- سقف طبقات میانی.....
100.....	6-5-5- دیوارهای داخلی ساختمان.....
104.....	فصل ششم.....
104.....	6- مطالعه موردی :انتخاب الگوی برتر ساختمانی از دیدگاه 3R.....
118.....	فصل هفتم.....
118.....	7- نتیجه گیری و پیشنهادات.....
118.....	1-7- مقدمه.....
119.....	2-7- بررسی شاخص اقتصادی ساختمانهای شماره 1,2,3.....
124.....	3-7- ارائه راهکارها.....
127.....	4-7- پیشنهادات ادامه کار.....
120.....	مراجع.....

# فصل اول

## ساختمان پایدار

### 1-1- توسعه پایدار

واژه توسعه پایدار (sustainable development) پس از کنفرانس ((محیط‌زیست و توسعه)) در سال 1992 به صورت گسترده در ادبیات محیط زیست وارد گردید و در کلیه ابعاد اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و فنی مورد توجه و تاکید قرار گرفت. تعاریف متعددی از توسعه پایدار مطرح گردیده است که عمدتاً بیانگر نگرش از زوایای مختلف می- باشد. جامعترین تعریف به صورت استفاده بهینه از کلیه منابع برای توسعه نسل امروز با حفظ حقوق نسلهای آینده می باشد. حفظ توانایی منابع پایه تجدید پذیر (آب، هوا، خاک)، استفاده بهینه از منابع تجدید ناپذیر، حفظ توانایی عوامل تولیدی، حفاظت منابع اکولوژیک، جامع نگری برنامه های توسعه، از جمله دیدگاههای مختلف در مورد توسعه می باشند [1].

### 1-2- ماندگاری تفکر توسعه پایدار و دامنه اثرات آن

توسعه مداوم یا بهره‌برداری معقول از منابعی که دائمی باشد به صورتهای دیگری در گذشته نیز مورد توجه بوده است در دهه‌های اخیر که دانش بشری و شناخت او از سیستم های طبیعی و اکولوژیکی بیشتر گردیده ، ابعاد توسعه و تداوم بلند مدت آن با ذهنیتی جامعتر از نظر گستردگی اثرات در یک مقطع زمانی و همچنین اثرات تجمعی در طول زمان بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. به نظر می‌رسد دیدگاه توسعه پایدار ریشه‌دار بوده و نظریه ای است

که در بستر زندگی بشر باقی خواهد ماند. توسعه پایدار پس از کنفرانس 1972 استکهلم که در آن دیدگاههای حفاظت محیطزیست مورد تاکید بیشتری قرار گرفت، رسماً وارد ادبیات محیطزیست گردید و پس از آن به عنوان عضو لاینفک مباحث زیست محیطی، اثراتی بر روی آموزش، تحقیق و ساختارهای تشکیلاتی محیطزیست اعمال نمود. در یکی دو دهه گذشته پس از کنفرانس 1992 ریو، نگرش توسعه پایدار ابعاد وسیعتری را مطرح نمود در تمام بخشها ((پسوند پایدار)) نظرات و دیدگاههای قدیمی را مورد بازنگری قرار داد و دیدگاههای جدیدی ارائه شد که از جمله آن، تحولات نگرشی در سطوح برنامه ریزی، طراحی، فرایندها و بخشهای تخصصی نظیر بخشهای عمران، صنعت و... بود [2].

### 1-3- برنامه ریزی و طراحی پایدار

در سطوح برنامه ریزی و طراحی که اثرات بلندمدت برای تمام دوران عمر طرح دارد، دیدگاههای توسعه پایدار نگرش های جدیدی مطرح نموده است. بخشی از نظرات معطوف به جامع نگری در تمام ابعاد در مرحله طراحی بیان می شود و بدین صورت تمام مفاهیم قبلی طراحی در نگرشهای جدید مورد بازنگری قرار می گیرند. به عنوان نمونه واژه معماری سبز (green architecture) که در انجمنهای معماری مهم جهان نیز شاخه جدیدی محسوب می شود، دیدگاههای بهره برداری بهینه و صرفه جویی در انرژی، حفظ مزایا در بخشهای مختلف مانند مکان یابی پروژه ها و انتخاب مکان مناسب پروژه ها از نظر هماهنگی با وضع طبیعی زمین، موقعیت نماها و حداکثر بهره برداری از گرمایش و سرمایش طبیعی مورد توجه است [2].

### 1-4- روش های سبز

برخی از فنون که در بیشتر بخشها قابل اعمال است مربوط به روش‌های سبز میگردد، از جمله بررسی الگوهای 3R در ساختمان، که در این بررسی‌ها، به کارگیری الگوهای مناسب کاهش مصرف مصالح ساختمانی، استفاده مجدد و بازیافت آنها از جمله دستاوردهای این بخش می‌باشد. تفکر پیشگیری بجای مداوا و جلوگیری از آلودگی (pollution prevention=pp) نیز تأکیدی بر کاهش بار آلودگی بجای تولید آلودگی و سپس تصفیه آن است. دستورالعمل‌های متعددی در خصوص روش‌های پیشگیری از آلودگی در بخش‌های صنعت و ... ارائه شده است. انتخاب بهترین روش (best practice=bp) از جمله اقداماتی است که با نگرش توسعه پایدار و زیست محیطی بهترین گزینه را در هر بخش با توجه به شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی برای استفاده عموم عرضه می‌نماید [1].

## 1-5- ساختمان سبز

به ساختمانی که در آن مصرف انرژی و منابع مورد استفاده در تمامی مراحل از مرحله طراحی و ساخت تا دوران بهره‌برداری و پایان بهره‌برداری (تخریب احتمالی) به مقداری کمینه تبدیل شود ساختمان سبز یا ساختمان پایدار نامیده می‌شود.

احداث بنا و ساختمان از جمله فعالیت‌های مهم در کشورهای جهان می‌باشد که بیش از یکصد فعالیت مختلف را در برمی‌گیرد، در یک مطالعه نشان داده شده است علی‌رغم آنکه بکارگیری فناوری در ساختمان سازی در آمریکا بالاست ولی بکارگیری نگرش‌های سبز می‌تواند تا 50 درصد صرفه جویی و کاهش زیانهای زیست محیطی را در بهمراه داشته باشد.

در چند سال اخیر نگرش ساختمان سبز به مفهوم به کارگیری کلیه دانش روز در خصوص کاهش اثرات زیست محیطی در تمام ابعاد ساختمان مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از انرژی تجدید پذیر و کاهش مصرف سایر انواع انرژی که در طراحی و بهره‌برداری قابل اعمال است از دستورات اجرایی تأثیرگذار می‌باشد.

استفاده از مصالح ساختمانی مناسب و مصالح قابل بازیافت تحت عنوان مصالح ساختمانی سبز (green material)، پیشگیری از تولید آلودگی، کاهش مصرف انرژی و آب و استفاده از سیستم‌های پیشرفته در کلیه امور و ... به شدت مورد تاکید است.

رتبه بندی ساختمان‌ها بر اساس مصرف انرژی و طراحی زیست محیطی، از جمله روشهایی است که در سال 2001 در آمریکا پیشنهاد شده که درآیین نامه اجرایی آن در تمام موارد میزان دستیابی به اهداف زیست محیطی، ساختمانها رتبه بندی می گردند [2].

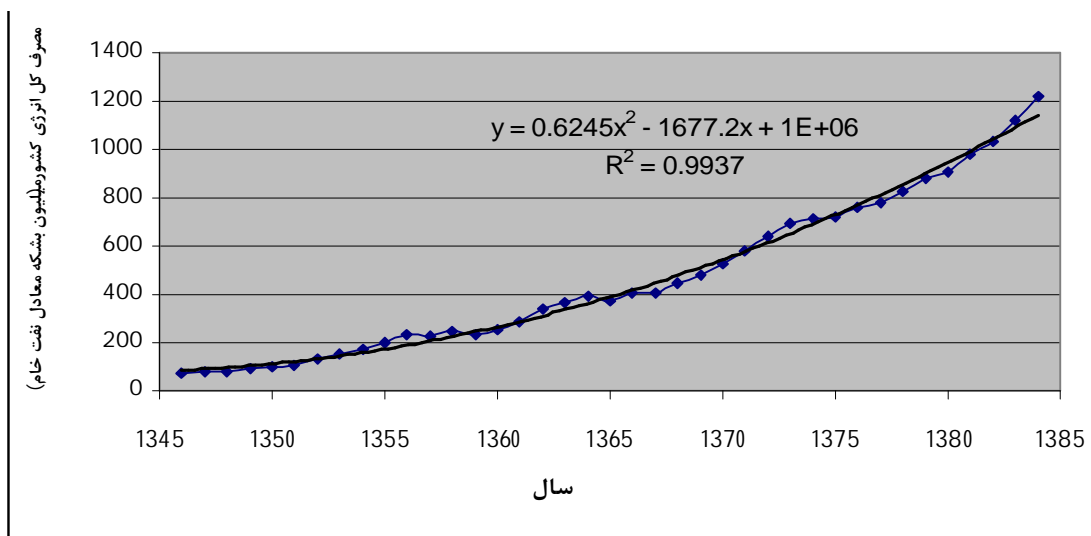
### 1-6- لزوم گسترش احداث ساختمان سبز در ایران

در کشور ایران با توجه به رشد سریع جمعیت، نرخ بالای تخریب و حوادثی مانند زلزله، سیل که به وفور اتفاق افتاده و می افتد، موضوع مسکن با مشکلات جدی مواجه شده است به طوری که برآورد می شود در 25 سال آینده که جمعیت کشور به بیش از 2 برابر می شود، لازم است چند میلیون واحد مسکونی جدید در کشور ساخته شود [3]. برای دستیابی به این آمار از هم اکنون باید به فکر تامین مصالح ساختمان جدید بود. که این افزایش تامین مصالح از دو جهت قابل بررسی است:

1) بهینه سازی مصرف انرژی

2) مدیریت ضایعات ساختمانی

در مقوله استفاده از انرژی این نکته گفتنی است که در سال 1384 بخش خانگی و تجاری و اداری با مصرف انرژی معادل 379/3 میلیون بشکه نفت خام 40/24 درصد از مصرف انرژی کشور را به خود اختصاص داده است که مقایسه آن با 30/31 و 36/35 و 37/47 درصد از مصرف کل انرژی کشور در سالهای 1354، 1364 و 1374 روند افزایش بالای مصرف انرژی در این بخش را متذکر است [4].



شکل 1-1- میزان مصرف انرژی در کشور

مقایسه تقاضای سیمان بخش مصرف کننده مردمی و بخش دولتی و عمرانی به عنوان شاخص رشد ساختمان سازی این بخش ها نشان می دهد که سهم بخش دولتی و عمرانی از مصرف کل سیمان کشور از سال 1369 تا 1381 از 65% به 26% کاهش یافته است. در صورتیکه سهم بخش مردمی در همین بازه زمانی مصرف سیمان خود را از 30% به 63/2% کل مصرف سیمان کشور رسانده است [5].

افزایش انبوه سازی بخش خصوصی و عدم وجود الزام در زمینه استفاده از مصالح ساختمانی با کیفیت برای این بخش، باعث انتخاب مصالح ارزان تر از سوی سازندگان شده است؛ بدون اینکه به سایر تاثیرات ناشی از این مصالح ارزان در درازمدت و یا به اصطلاح در طول چرخه عمر ساختمان توجه داشته باشند. افزایش هزینه انرژی از دیدگاه مصرف کننده و افزایش اثرات زیست محیطی و هزینه انرژی از دیدگاه ملی را می توان مهم ترین پیامد این بی توجهی برشمرد. مطالعات متعدد نشان می دهند که 10-15% از انرژی مصرفی توسط بخش ساختمان به علت مصالح ساختمانی است. تولید مصالح ساختمانی، انتقال آن به کارگاه و همچنین ساخت سازه، 2/2% از انرژی مصرفی سازه را در طول عمرش مصرف می نماید که از طریق جایگزینی مصالح جدید انرژی مصرفی می تواند تا مقدار قابل توجهی کاهش یابد [6].

بنا بر مطالب فوق این مسئله ما را به سمت تولید مصالحی که انرژی کمتری مصرف می کنند، ترغیب می نماید به این مصالح ساختمانی جدید، مصالح دوستدار محیط زیست می گویند.

مصالح ساختمانی زیست محیطی معمولاً دارای یک یا چند مشخصه بارز زیر می باشند:

- بهره وری استفاده از منابع (انرژی، آب و حفاظت از منابع طبیعی)
- بهداشت و سلامت برای افراد درون ساختمان
- بهداشت و سلامت برای محیط زیست و منافع عمومی

استخراج مواد خام، فرایندهای عمل آوری و حمل نقل مواد برای انجام یک طرح ساختمان سازی دارای اثرات قابل توجهی برای محیط زیست هستند. تعدادی از این موارد شامل آسیب رساندن به نظامهای اکولوژیکی، استفاده از منابع آبی و انرژی، نشر آلاینده های هوا و گاز های گلخانه ای می باشند [7].

اما مقوله دیگر بحث ضایعات ساختمانی است که در بسیاری از شهرهای بزرگ جهان تبدیل به یک مشکل جدی شده است. به مواد زائد جامدی که از تغییر وضع، تعمیر و ساخت مجدد سازه ها از قبیل راه ها و یا ساختمان های مسکونی، تجاری و اداری و ... شهرها حاصل می شود به اصطلاح ضایعات ساختمانی اطلاق می شود.

این ضایعات یا بوسيله محیط زیست تولید شده اند (نظیر حوادث و سوانح طبیعی مانند زلزله، توفان، سیل و ... ) و یا حاصل عملیات ساخت و تخریب می باشند [8].

بررسی ها نشان می دهد که میانگین عمر مفید ساختمان ها در کشورهای جهان حدود 40 سال می باشد. عمر مفید ساختمان ها در ایران حدود 30 سال برآورد شده است. و با توجه به اینکه حدود 25% بافت شهری در کشورهای جهان فرسوده تشخیص داده شده است (این عدد در ایران 60% تخمین زده شده است) و با توجه به رشد جمعیت، نیاز فزاینده ای به احداث ساختمان های جدید وجود دارد که انجام این فرایند علاوه بر مصرف فراوان مصالح ساختمانی، مقدار زیادی ضایعات ساختمانی تولید خواهد کرد. ارائه راهکاری جهت مدیریت این ضایعات علاوه بر کاهش مصرف انرژی تولید مصالح ساختمانی، کمک فراوانی به حفظ محیط زیست خواهد کرد. کمک به محیط زیست به دو صورت تحقق می یابد یکی کاهش استخراج مواد اولیه از منابع طبیعی و دیگری کاهش آلودگی های ناشی از انباشت این مواد در طبیعت [10].

## 7-1- مدیریت ضایعات ساختمانی در ایران

تاکنون مباحث مربوط به مدیریت ضایعات ساختمانی به صورت جدی در ایران مطرح نبوده است و کلیه ضایعات ساختمانی همانند بتن، مصالح بنایی، انواع سنگ‌ها، ماسه، شیشه، فلزات مستقیماً به لندفیل‌های بیرون از شهر منتقل می‌شوند و تنها مقدار محدودی از ضایعات همانند فلزات و آجرفشاری در کارگاه‌های ساختمانی بازیافت و استفاده مجدد می‌شود. اما از آنجا که انتقال آنها به لندفیل و دفن این ضایعات آخرین راه ممکن و یا شاید آسانترین و ارزانترین است، هیچ‌گاه به مقوله‌هایی مانند کاهش استفاده مصالح ساختمانی در ساختمان، استفاده مجدد و بازیافت آنها به صورت کلان تأکید نشده است که آمار و ارقام موجود موید این موضوع می‌باشد.

در واقع اگر به این موضوع جدای از اثرات زیست‌محیطی صرفاً از جنبه اقتصادی نگاه می‌شد، انتقال آنها به لندفیل در واقع یک شکست اقتصادی عمده برای دست‌اندرکاران صنعت ساختمان است.

مبنای بکارگیری مدیریت در بخش ضایعات ساختمانی در این پروژه استفاده از الگوی 3R است. الگوی 3R که امروزه بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد ترکیب سه مناسبت شامل کاهش مصرف (REDUCTION)، بازیافت یا استفاده مجدد (REUSE) و بازیافت و تبدیل مواد قابل استفاده برای مصارف دیگر (RECYCLE) می‌باشد. که در آن الگوی برتر ساختمانی، جهت استفاده از مصالح ساختمانی با ابعاد محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی ارائه می‌گردد.

### نگاهی آماری به وضعیت مدیریت ضایعات ساختمانی در اروپا

انجمن تخریب اروپا (EDA : Europe Demolition Association) در سال 1992 در زمینه بازیافت ضایعاتی ساختمانی در 9 کشور جامعه اروپا گزارشی منتشر کرده است. در این گزارش آمده است که در کشورهای اروپایی برای زیرسازی جاده‌ها غالباً از فرآورده‌های بازیافتی (90 درصد یا بیشتر) استفاده می‌شود.

- در کشور آلمان بیش از 440 شرکت به ثبت رسیده است که در زمینه بازیافت فعالیت می‌کنند. با وجود این، فقط 50 درصد از این تعداد مشغول کار هستند.

- در کشور فرانسه 12 کارخانه برای بازیافت ضایعاتی ساختمانی وجود دارد که از این تعداد 5 کارخانه در اطراف پاریس است. این کارخانه‌ها با پیمان‌کاران بزرگ جاده‌سازی در ارتباط هستند. در ساختمان‌سازی به طور



مستقیم از مواد بازیافت شده استفاده نمی‌شود. اما CSTB برای استفاده از خرده بتن بازیافتی در ساخت پی، تحقیقاتی انجام داده است.

- مطالعات انجام شده در انگلستان نشان داده است که در سال 1980، بالغ بر 20 میلیون تن ضایعات ساختمانی در انگلستان دفع شده است. این توده شامل 50 تا 55 درصد بتن، 30 تا 40 درصد مصالح بنایی (سنگ و آجر و ملات) و درصد کمی مواد دیگر مانند آهن، شیشه و الوار چوب بوده است. پژوهشگران انگلیسی در سال 1985 برآورده کرده‌اند که اگر این ضایعات به صورت شن و ماسه بازیافت شوند، میزان تقاضا برای استفاده از منابع طبیعی حدود 10 درصد کاهش می‌یابد. این موضوع علاوه بر این که باعث افزایش عمر ذخایر و معادن می‌شود، نیاز به فضا برای دفع ضایعات را نیز کاهش می‌دهد. البته پیش از این، در انگلستان تا حدودی از ضایعات برای پر کردن گودال‌ها و یا آماده‌سازی زمین‌ها برای احداث جاده استفاده می‌شده است.

برنامه‌های استفاده مجدد از ضایعات، نتیجه سودمندی برای پیمانکاران تخریب داشته است. به‌طور کلی اگر ارزش مصالح بازیافتی منهای هزینه مراحل بازیافت بیش از قیمت دفع ضایعات باشد، عمل بازیافت جایگاه ویژه‌ای پیدا خواهد کرد.

البته نواحی و مناطقی که برای دفع ضایعات در انگلستان در نظر گرفته شده است، مناطقی هستند که دارای کمبود ذخایر شن و ماسه هستند.

نتایج بررسی‌های انجام شده نشان داده است که در سال 1985 در انگلستان، قیمت هر تن بتن ساخته شده با سنگدانه‌های بازیافتی حدود 14 پوند کمتر از قیمت بتن معمولی بوده است [3].

- در هلند حدود 14 میلیون تن ضایعات و ضایعات ساختمانی در سال تولید می‌شود که حدود 80 درصد آن از بتن و آجر تشکیل شده است. این مقدار 25 درصد نیاز هلند را به خرده‌سنگ تأمین می‌کند. در این کشور 55 کارخانه ثابت و بیش از 100 کارخانه متحرک مشغول به کارند و محصولاتی با قیمت کم تولید می‌کنند و این درحالی است که دولت از مراکز بازیافت حمایت می‌کند. پیش‌بینی شده بود که کشور هلند در سال 2000 حدود 9 درصد ضایعات مناسب و قابل دسترس را بازیافت کند. در هلند استفاده از 20 درصد فرآورده‌های بازیافتی در تولید بتن مجاز دانسته شده است.

- در کشور دانمارک، 95 درصد از نخاله‌های ساختمانی بازیافت می‌شوند و جداسازی مواد زاید در مبدأ تولید مورد تشویق قرار می‌گیرد. در این کشور در مورد ضایعاتی ساختمانی، مالکان ساختمان‌ها ملزم به رعایت موارد زیر هستند :

الف) درخواست مجوز برای تخریب؛

ب) پر کردن فرم برآورد میزان ضایعات و راه‌حل‌های در نظر گرفته شده برای دفع آن‌ها.

ج) هنگام تخریب، تمام مواد طبقه‌بندی شده باید تفکیک شود و حمل و نقل آن‌ها نیز جداگانه صورت گیرد. در صورت تخلف، حمل‌کننده می‌تواند از انتقال مواد سرباز زند و به مسؤولان گزارش دهد. مخلوط کردن مواد مختلف ضایعات باعث جریمه در مرکز بازیافت می‌شود.

در منطقه کپنهاک سه مرکز بازیافت وجود دارد که مواد زاید ساختمانی به آن‌ها تحویل می‌شود. این مراکز، انواع محصولات را برای استفاده در جاده‌سازی و سنگ‌فرش پیاده‌روها تولید می‌کند. مشخص شده است که حدود 20 درصد از کل خرده‌سنگ مورد تقاضا، از مواد بازیافتی تأمین می‌شود.

در این کشور، نحوه قیمت‌گذاری ضایعات به این صورت است که هر شرکت در مقابل تحویل ضایعاتی خالص و عاری از مواد دیگر، پول کمتری می‌پردازند. برای مثال اگر نخاله ساختمانی، آسفالت یا سنگ یا آجر و یا بتن عاری از مواد دیگر باشد، در مقابل هر تن 200 کرون پرداخت می‌کند و اگر مخلوطی از خاک، گچ، پلاستیک و ... باشد این رقم بالغ بر 1200 کرون می‌گردد. در این کشور برای بازیافت ضایعات فن‌آوری ساده‌ای وجود دارد که بر نیروی کارگر متکی است [1].

### برنامه‌هایی برای بکارگیری ضایعات و تخریب

کاهش میزان ضایعات و تخریب مستلزم فعالیت در سه زمینه زیر است :

1- کاهش استفاده از منابع و ذخایر طبیعی؛

2- کاستن از میزان تخریب؛

3- استفاده مجدد و بازیافت ضایعات.

کاهش ضایعات و تخریب به منزله کاستن میزان ضایعات و آلودگی محیط زیست است که باید در تمامی عملیات ساختمان‌سازی از استخراج مواد اولیه تا تخریب نهایی ساختمان به آن توجه شود. برخی از این موارد عبارتند از:

- استفاده بهینه و در صورت امکان حداقل استفاده از مصالح ساختمان در اجرا، به گونه‌ای که نیازهای طراحی را تأمین نماید. در این باره باید کلیه تمهیدات لازم به کار گرفته شود.

- استفاده از مصالح ساختمانی با کیفیت استاندارد و بادوام باید به گونه‌ای باشد که در صورت استفاده مجدد از آنها بتوان نیازهای طراحی و اجرایی را تأمین کرد. از طرف دیگر برای استفاده از بازیافت ضایعات در ساخت و سازهای جدید باید به شیوه‌ای عمل کرد که حداقل آسیب به آنها وارد شود، برای مثال باید حتی‌المقدور از برش دادن مصالح پرهیز کرد.

- از به هدر رفتن و تخریب مصالح در محل تولید و عرضه مصالح و همچنین کارگاه‌های ساختمانی باید جلوگیری به عمل آورد.

- تلاش برای استفاده از قطعات پیش‌ساخته که ضمن ارایه کیفیت بهتر، از میزان ضایعات و هزینه‌های مصرف می‌کاهد.

- استفاده از کارگران آموزش دیده در ساخت و ساز که در کاهش میزان ضایعات نقش به‌سزایی دارند.

- ضایعات باید هنگامی تولید شوند که تولید آنها غیرقابل اجتناب باشد و باید حتی‌المقدور آنها را بازیافت کرد.

برای کاهش میزان ضایعات و تخریب، سه برنامه زیر را می‌توان ارایه کرد که خود نیازمند تحقیقات دامنه‌داری است:

- جمع‌آوری اطلاعات جهانی و استفاده از آنها: گرچه فرآیند تولید صنعتی نیاز به فن‌آوریهای محلی دارد، اما مدیریت علمی یک جنبه مهم در فناوری صنعتی است. برای تمام فعالیت‌های اشاره شده‌ای که در زمینه کاهش ضایعات و تخریب صورت می‌گیرد، نیاز به آگاهی همگان از دانش روز است.

- انتشار سیستماتیک اطلاعات: در این زمینه، انتشار اطلاعات می‌تواند در تقویت روابط بین بخش دولتی و خصوصی بینجامد و تلاشی برای همسو کردن دیدگاه‌های آنها باشد.

- بررسی عملکردها : با بررسی عملکردهای بخش دولتی و خصوصی در زمینه فعالیت‌های مربوط به کاهش ضایعات و تخریب می‌توان به اصلاحات مورد نیاز آن‌ها دست یافت. البته برای انجام شدن مراحل تکمیلی نیاز به شرایط ویژه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است [13].

## 1-8- فصل بندی پایان نامه

در ابتدا ضمن بررسی مفهوم توسعه پایدار و اهمیت آن در صنعت ساختمان به بیان دیدگاه‌ها و نگرش‌های مختلف پرداخته شده است، سپس با نگاهی کوتاه به وضعیت مدیریت ضایعات ساختمانی در ایران و مقایسه آن با کشورهای اروپایی در واقع سرآغاز حرکت هر چه سریعتر ما در این بخش است. سپس با بررسی وضعیت تخریب در ایران و چرخه عمر ساختمان در واقع زمینه را برای بیان اثرات زیست محیطی ساختمان و نقش آنها در ارائه الگوی نهایی نشان می‌دهیم. نهایتاً به بیان و کمی نمودن اثرات زیست محیطی مصالح ساختمانی و اجزای تشکیل شده ناشی از آن پرداخته و سپس با در نظر گرفتن مقادیر بازیافت، بازچرخانی و کاهش مورد نظر به تاثیر این موارد در ساختمان از سه دیدگاه ملی، بهره‌بردار و سازنده می‌پردازیم. همچنین در پایان با به کارگیری الگوی 3R در سه ساختمان به انتخاب بهترین ساختمان از دیدگاه 3R مبادرت می‌ورزیم.