بررسی مصالح ساختمانی مناسب با اهداف پایداری

محمد رسول شعفی زاده

دانشجوی دکترای مهندسی و مدیریت ساخت دانشگاه آزاد اسلامی واحد تفت

Mohammadrasoul.shaafizadeh@gmail.com

محمود رحیمی

عضو هییت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

Mahmoudrahimi9@gmail.com

مینا قربانی اشرافی

دانشجوی دکترای شیمی تجزیه دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان

Mina.Ghorbani972@gmail.com

چکیده :

با توجه به رشد افزون ساخت و ساز در صنعت معظم ساختمان و با عنایت به محدود بودن منابع تجدید ناپذیر، وضعیت اقتصادی پیش روی نامعلوم دنیا و مسائل اجتماعی گسترده ای که این صنعت را درگیر خود کرده است، به نظر می رسد جهت تامین مصالح ساخت، چاره ای جز استفاده از مصالح ساختمانی پایدار در احداث مستحدثات بشری وجود ندارد. لذا در این پژوهش با بررسی تعدادی از تحقیقاتی که تاکنون در مورد مصالح ساختمانی پایدار صورت پذیرفته این نتیجه حاصل گردید که می توان به مصالحی دست پیدا کرد که ملاحظات پایداری را برآورده سازد، البته نتایج ضد و نقیضی در این خصوص یافت می شود و پایداری بایستی از فرآیند تولید مواد خام اولیه تا زمان پایان کارآیی و تخریب و بازیافت آن مد نظر باشد.

Abstract :

Due to the increasing growth of construction in the building industry, and given the limited amount of non-renewable resources, the uncertain economic situation of the world and the widespread social issues involved in this industry seems to be to provide materials There is no choice but to use sustainable building materials in the construction of human settlements. Therefore, in this study, by examining a number of studies on sustainable building materials, it has been concluded that materials can be found to meet sustainability considerations, but contradictory results are found in this regard, and stability You must consider the process of producing raw materials until the end of its operation and its destruction and recycling

Archive of SID

www.SID.ir

واژگان کلیدی : مصالح ساختمانی پایدار، توسعه پایدار، مصالح سبز

۱- مقدمه :

صنعت ساختمان نیز مانند سایر صنایع جهت پاسخگویی به نیازهایی که به سبب پیشرفت فن آوری در زمینه های مختلف به وجود آمده، دچار تغییرات بزرگی نسبت به ادوار گذشته شده است.

روشهای نادرست و اشتباه ساخت و ساز در جوامع باعث از بین رفتن و بیمار شدن محیط زیست اطرافمان شده است .

صنعت ساخت و ساز از بزرگترین بهره برداران منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر است. [۱]

به گفته سازمان دیده بان جهانی (۲۰۰۳)، در فعالیتهای ساختمانی و ساخت و ساز در سراسر جهان سالانه حدود سه میلیارد تن (چهل درصد از استفاده کل جهانی)مواد خام مصرف می شود . ساخت و ساز در ایالات متحده ، سی درصد از مواد خام ، ۴۰ درصد از انرژی و بیست و پنج درصد از آب این کشور را مصرف می کند .در اتریش حدود پنجاه درصد از حجم معاملات به معاملات حوزه ساخت و ساز مربوط می باشد . [۲]

صنعت ساخت و ساز بریتانیا در سال حدود چهارصد و بیست میلیون تن مواد خام مصرف میکند که این میزان بیشتر از سایر بخشهای مصرفی است . [۳]

بر اساس آمار مرکز آمار ایران در خصوص معاملات، قیمت و اجاره مسکن در ایران، متوسط مبلغ هر متر مربع منزل مسکونی معامله شده در تعدادی از شهرهای بزرگ در سال ۱۳۹۴ در حدود یازده میلیون ریال و متراژ پروانه های ساختمانی صادر شده در این سال در حدود شصت و شش میلیون متر مربع میباشد، که این امر مبین این موضوع است که سهم بسیار زیادی از سرمایه کشور در پخش مسکن در حال مصرف شدن می باشد ; البته درصد واحدهای مسکونی بادوام در آن سال در حدود پنجاه درصد است که با رشد چشمگیری نسبت به سالهای قبل به این میزان رسیده است ، برای مثال در سال ۱۳۶۵ این میزان تنها در حدود سه درصد بوده، که این اعداد و ارقام نشان می دهد که تا چه میزان در اتلاف مصالح ساختمانی در کشور، بی برنامه بوده ایم.

آمار دقیق و یا حتی غیر متناقضی از میزان مصرف منابع در بخش ساخت و ساز ایران توسط محققین پیدا نشد و اصولا اعداد یا با هم بسیار متناقض بودند و در حیطه نظر اشخاص و یا کارشناسان میگنجیدند و یا اصلا وجود نداشتند . لذا به همان ارقام کشورهای پیشرفته اکتفا می شود که کاملا واضح و مبرهن است که با کشورهای توسعه یافته فاصله بسیار زیادی وجود دارد .

تعریف ساختمان پایدار بر پایه سه اصل توسعه پایدار شکل گرفته که ساختمان را بخشی از محیط زیست، اقتصاد و اجتماع در نظر میگیرد. در واقع ساختمان پایدار نه تنها به سازگاری با محیط زیست توجه دارد، بلکه پایداری اقتصادی و سازگاری اجتماعی را هم مد نظر قرارداده است [۴].

مصالح پایدار با تکیه بر اقتصاد، محیط زیست و انرژی به عنوان یک مصالح تجدید پذیر تعریف می شود ومنابع آن تاثیر مثبتی بر اشتغال داشته و به فعالیت های اقتصادی در جهان کمک می کند.مصالح ساختمانی پایدار شامل مصالح از منابع مصالح بازیافت شده ،دوباره استفاده شده یا بی ضرر در پایان استفاده; می باشد [۵].

ساختمان پایدار منفعت اقتصادی را از طریق کاهش هزینه های دوره بهره برداری، تقویت قابلیت عرضه در بازار، بهبود بهره وری و بازدهی کارکنان، قابلیت ایجاد منافع ساختمانهای اداری، به حداقل رساندن میزان نامطلوب فضای داخلی و افزایش عملکرد اقتصادی چرخه حیات ساختمان حاصل می کند [۶].

از زیر مجموعه های طراحی ساختمان پایدار، تمرکز بر معیارهای انتخاب مصالح مناسب با اهداف پایداری (کاهش

Archive of SID

www.SID.ir

مخاطرات مستقیم و غیر مستقیم زیست محیطی) است که خود بخش مهمی از این فرآیند است [۷].

بتن ماده‌ای است که به معنی واقعی کلمه شهرهای ما را می‌سازد، از خانه‌ها و آپارتمان‌ها گرفته تا پل‌ها و پیاده‌روها. اهمیت این ماده‌ی اکثرا خاکستری رنگ که در همه جا نیز به وفور یافت می‌شود، در زندگی شهری مدرن غیر قابل انکار است. با این حال این ماده‌ی ساختمانی با وجود دارا بودن نقاط قوت بسیار زیاد نیمه‌ی تاریکی نیز دارد: فرآوری تجاری مصالح بتنی سالانه هزاران کیلوگرم گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن (CO_2) تولید می‌کند و به فاجعه‌ی تغییرات اقلیمی دامن می‌زند؛ به همین دلیل مصالحی جهت کاهش استفاده از بتن معمولی که مصالح پایدار می باشند معرفی می گردند که به عنوان مثال می توان به بلوک های کاهی[1]، چمن بتن[2]، خاک کوبیده، کنف بتن[3]، بامبو، پلاستیک بازیافتی، چوب، میسلسوم[4]، فرراک[5]، خاکستر بتن[6] و چوب بتن[7] اشاره کرد.

۲- مرور تحقیقات :

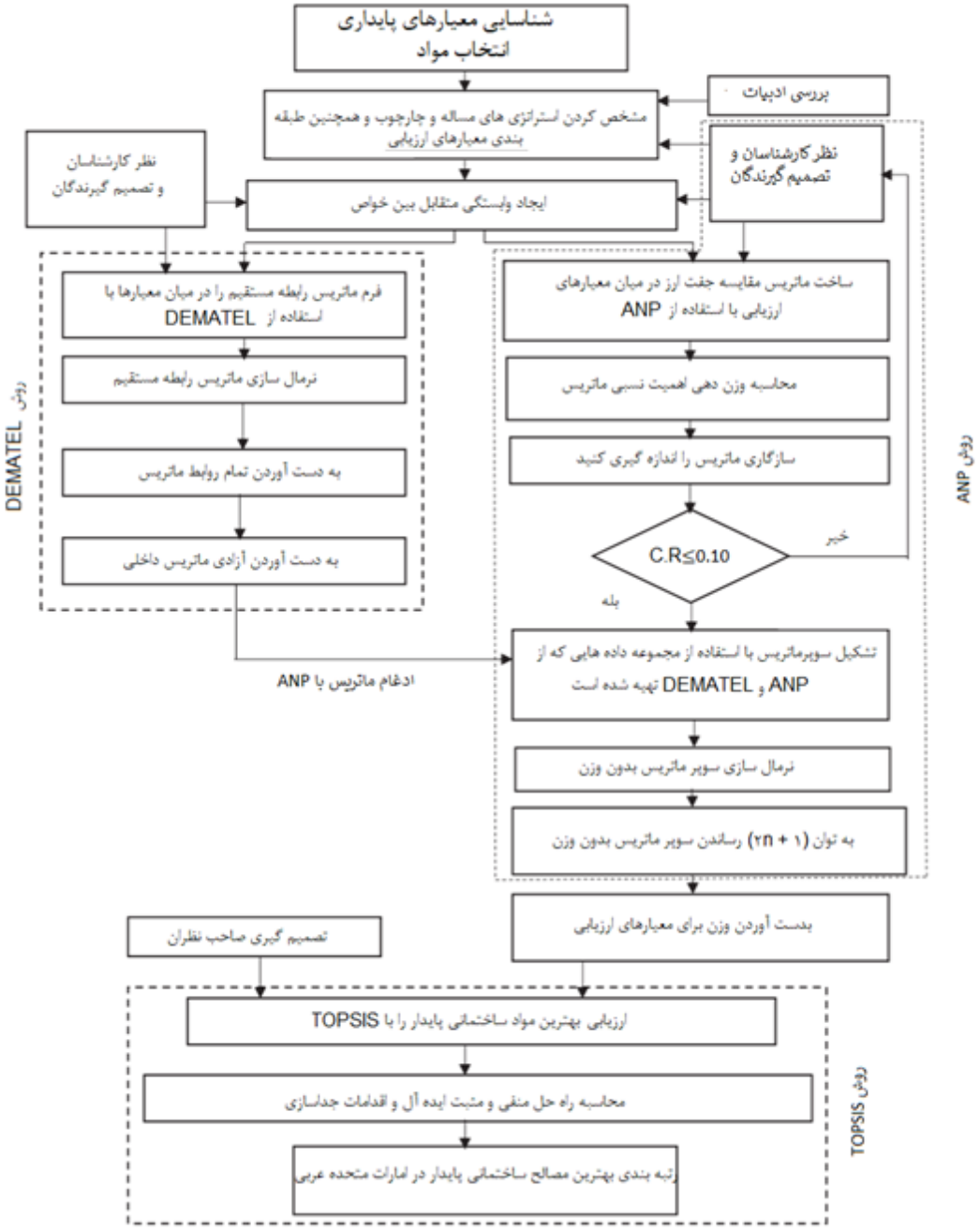
سگبانسا[8] و بالو[9] (۲۰۱۶) در تحقیقی در ترکیه مشخصات حرارتی و مکانیکی ماده ای که از ترکیب ماده زائد خاکستر بادی و مواد طبیعی روغن ذرت اصلاح شده، پرلیت و خاک رس ساخته شد بود را به عنوان اجزای دیوار ساختمان پایدار مدل سازی نمودند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از این ترکیب می توان به عنوان یک ماده تجدیدپذیر جدید استفاده کرد و دارای مشخصات حرارتی و مکانیکی خوبی می باشد[۵].

گاویندان[10] و همکاران (۲۰۱۵) مدلی را پیشنهاد دادند که بهترین مواد ساختمانی پایدار را براساس شاخص های پایداری از روش تصمیم گیری چند معیاره ترکیبی

(شکل ۱)در امارات متحده عربی انتخاب کند. در بخشی از نتیجه گیری این تحقیق آمده است: دومین صنعت کاهنده منابع طبیعی پس از صنایع غذایی، صنعت ساختمان است که مساله پایداری در مصالح را بیش از پیش پررنگ میکند.در این تحقیق شاخص "توانایی برای بازیافت و استفاده مجدد" به عنوان مهمترین و تاثیرگذارترین عامل در پایداری مصالح یافته شد و از میان مصالح مورد بررسی، آجر پشمی[11] به عنوان بهترین مصالح پایدار انتخاب گردید [۸].

[1] Straw bales: کاه‌های بسته‌بندی‌شده که پس از برداشت و خرمن غلات در زمین های کشاورزی تولید می شود
[2] Grasscrete
[3] HempCrete
[4] Mycelium
[5] Ferrock
[6] AshCrete
[7] Timbercrete
[8] Lutfu Sagbansua
[9] Figen Balo
[10] Kannan Govindan
[11] wool brick

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲– فلوچارت جریان روش انتخاب بهترین مصالح پایدار از نظر گاویدان و همکارانش

www.SID.ir

کلم ۱۲ و ویگینز۱۳ (۲۰۱۶) سنگ طبیعی را به عنوان یک مصالح ساختمانی جهت توسعه پایدار در انگلستان مورد بررسی قرار دادند و با ارزیابی مواردی از جمله ساختمانهای قدیمی ساخته شده با مصالح سنگی به این نتیجه رسیدند که سنگهای طبیعی به دلیل دارا بودن خواص خوبی از جمله مقاومت بالا، شکل پذیر بودن و غیره در صورتیکه با ملاتهای سنتی کم مقاومت مثل ملاتهای آهکی به هم چسبیده شوند البته با اجرای اصولی به صورتیکه مقاومت های مورد نظر را تامین کنند می تواند بسیار مناسب باشد و از جمله دلایل آن عمر زیاد و قابل استفاده مجدد بودن است [۹].

پریسا رزم آرا و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی با عنوان تکنولوژی بتن سبز با نگرش به محیط زیست با بررسی ۱۵ طرح اختلاط با درصدهای مختلف سرباره کوره آهنگدازی و مصالح بازیافتی به عنوان مواد جایگزین سیمان و مصالح طبیعی به این نتیجه رسیدند که ترکیب همزمان دو مواد سرباره با ۱۵ درصد جایگزینی و بتن بازیافتی با ۲۵ درصد، جایگزین مناسبی به ترتیب برای سیمان و مصالح طبیعی بوده که باعث کاهش مصرف سیمان و درشت دانه طبیعی در بتن خودتراکم شده و موجب بازیافت مواد زاید، کاهش آلودگی محیط زیست و حفظ منابع طبیعی شده و عمل آوری مناسب از آن منجر به تولید مواد سبز سازگار با محیط زیست با مقاومت بهینه خواهد شد[۱۰].

یدقار، امیر محمد (۱۳۸۴) در تحقیقی با عنوان انگاره های زیست محیطی بتن، مشکلات زیست محیطی بتن را به انتشار گاز CO_2، انتشار اکسیدهای نیتروژن، انتشار ذرات معلق در هوا، آلودگیهای مرئی، مشکلات ترافیکی، آلودگی صوتی، تاثیرات مضر بر سلامتی انسان و آلودگی آب نسبت داده است. البته در توصیف محاسن آن نیز به نیاز اندک به تعمیر و نگهداری، مصرف کم انرژی، ویژگیهای مطلوب مهندسی، استفاده از ذرات خطرناک مایع قابل اشتعال، استفاده از ضایعات صنعتی حاوی سیلیکا، ظرفیت حرارتی بالا، امکان استفاده از سنگدانه های سبز و قابلیت بازیافت بتن اشاره کرده است. لذا عدم استفاده از این مصالح ارزشمند ساختمانی متصور نمی باشد. بنابراین بنا به پیشنهاد محقق افزایش استفاده از مصالح حاوی سیلیکا مانند خاکستر بادی، سرباره و فوم سیلیکا به عنوان جایگزین مقداری از سیمان می تواند به کاهش آلایندگی محیط زیست و همچنین استفاده کمتر از منابع طبیعی کمک کند [۱۱].

سهیلی وند و همکاران(۱۳۸۹) خشت و ملات را به عنوان یکی از مصالح پایدار در معماری کویر ایران معرفی می نماید [۱۲].

۳- تعاریف :

۳-۱- توسعه پایدار :

البته تعاریف بیشماری از توسعه پایدار توسط موسسات ، سازمانها و اشخاص مختلف ارائه شده است که به ذکر دو مورد از آن بسنده می گردد :

۳-۱-۱- استفاده خردمندانه از منابع در چارچوبی متشکل از عوامل محیطی ، اقتصادی و اجتماعی. جلوگیری از کاهش و نیز بهبود دادن کیفیت زندگی کنونی ضمن اینکه کیفیت زندگی نسلهای آینده حفظ شود [۱۳].

۳-۱-۲- دستیابی به اهداف اقتصادی و اجتماعی ، به گونه ای که در بلندمدت منابع نگه داری شوند، محیط زیست محافظت شود و تندرستی و رفاه انسانها تضمین گردد [۱۳].

۳-۲- مصالح ساختمانی :

[12] A. Klemm
[13] D. Wiggins

Archive of SID
www.SID.ir

مصالح ساختمانی، عبارت است از موادی که برای ساخت وساز استفاده می شوند. بسیاری از موادی که به صورت طبیعی ایجاد می شوند (مانند رس، ماسه، چوب، سنگ و حتی شاخ و برگ های کوچک)، برای ساختن یک ساختمان کاربرد دارند. به غیر از مواد و مصالح طبیعی، برخی از مواد ساخته شده توسط انسان نیز به صورت ترکیبی، در ساخت وساز استفاده می شوند. در بسیاری از کشورها، تولید مصالح ساختمانی به صورت یک صنعت درآمده است.

۳-۳- مصالح ساختمانی سبز:

تعریفی یکتا و جهانی از مصالح ساختمانی سبز وجود ندارد و آنها را به طورکلی دوستدار محیط زیست و یا سازگار با محیط زیست مینامند در ادامه چند تعریف از این مصالح را بیان میکنیم: [14]

۳-۳-۱- مصالح با عناصر سازنده کم ضررتر :

مسمومیت مواد موجود در محصولات اولین نگرانی در انتخاب مواد برای تولید محصولات است و مقدار قابلتوجهی از مصالح روزانه توسط مصرفکنندگان استفادهشده و در پایان عمر مصرف دور ریخته میشود. یکی از مهمترین مسائل در جلوگیر از انتشار مواد خطرناک و جلوگیری از آلودگی در حل موضاعات ضایعات است .پس عناصر سازنده مصالح نباید برای سلامت انسان خطرناک باشند، بهطوریکه آلودگی هوا (ترکیبات آلی فرار، انتشار الیاف خطرناک، انتشار رادون، تکثیر آلایندههای بیولوژیکی) و همچنین شرایط آب و هوایی نامساعد داخلی (حضور رطوبت در بخشهایی از ساختمان یا روی سطوح) ایجاد نکند .

۳-۳-۲- مصالح با مشخصات محیط زیست سبز :

درحالیکه مصالح با عناصر سازنده کمضرر مصالحی هستند که بیشترین توجه را در مرحله استفاده و در پایان عمر به خود اختصاص دادهاند، توسعه مصالح با مشخصات محیطزیست سبز نیز دارای اهمیت است. منظور مصالحی که در طول چرخه حیات خود، بار محیط زیستی کمتری وارد میکنند یا به عبارتی کمتر محیط را آلوده کرده و پس از مصرف بهراحتی تجزیه شده و به محیط بازگشته یا بازیافت گشته و به چرخه استفاده برگردند.

۳-۳-۳- مصالح باقدرت بازیافت بالاتر :

بازیافت مواد، بار محیط زیستی و مشکل ضایعات را کاهش میدهد، بههرحال نیاز به بالا بردن کارایی مواد (تکنولوژی بالای آلیاژها، ورقهای پوششی، پوششهای پلیمری و کامپوزیتها)، باعث شده تا عمل بازیافت مواد دشوارتر گردد. برای بالا بردن خواص بیشتر آلیاژهای سنتی عناصری به آنها اضافه میشود که در بیشتر موارد مانع بازیافت میگردند. رویکرد جدید، به توسعه قابلیت بازیافت با کنترل خواص ماده نه با اضافه کردن عناصر جدید به ماده بلکه با کنترل میکرو ساختارها میپردازد.

۳-۳-۴- مواد حاصل از منابع با بازده بالا :

مواد حاصل از منابع با بازده بالاتر موادی هستند که در روند تولید، کارایی بالاتر ضمن مصرف کمتر منابع دارند. این مصالح . علاوه بر طول عمر زیاد، به نگهداری و تعمیرات کمتری نیاز دارند. لوله PVC نمونهای از این محصولات است .

۴- روش تحقیق :

www.SID.ir

این مقاله یک نوع مقاله توصیفی تحلیلی بوده که با منابع کتابخانهای سعی در معرفی و بررسی مصالح ساختمانی مناسب با اهداف پایداری دارد

۵- مصالح ساختمانی مناسب با اهداف پایداری ساخته شده توسط بشر : [۱۵]

۵-۱- بتن سبز :

بتن خود مخرب محیط زیست نمیباشد، اما کاهش سنگدانه های طبیعی، تولید CO_2 در طول پروسه تولید سیمان پرتلند،مصرف بالای آب، مصرف بالای انرژی و مشکلات محیطی و اکولوژیکی ناشی از حجم بالای بتن تخریب شده، از مشکلات ناشی از استفاده آن است. هزینه انباشت بتن تخریب شده، شامل هزینه زمین، هزینه انسانی، آب و حمل و نقل، بسیار بالاست و با افزایش روزافزون این ماده طی چند سال آتی زمینی برای دفن ماده باقی نخواهدماند. برای حل این معضل از اواخر دهه ۹۰ در کشورهای مختلف به جای بتن های معمولی شروع به تولید" بتن سبز" کردند. بتن سبز، بتنی است که در آن از مواد دورریز یا محصولات فرعی کارخانجات استفاده شده است. این مواد که یا با جایگزین شدن سنگدانه ها، مصرف این مصالح طبیعی را کاهش میدهند و یا جایگزین سیمان میشوند، به شرح زیر میباشند:

۵-۱-۱- بتن تخریب شده :

از بتن تخریب شده میتوان بعد از جداکردن آلودگیها و غربالکردن بهعنوان سنگدانه استفاده کرد. این مصالح باید مانند سنگدانه های طبیعی از لحاظ توزیع اندازه، جذب و فرسایش ارزیابی شوند. بهترین اندازه بعد از دو مرحله خردشدن به دست می آید. ابتدا بتن در قطعات ۵۰میلیمتری خرد میشود و پس از جداشدن آلودگیهای فلزی به روش الکترومغناطیسی به قطعات ۱۴ الی ۲۰ میلیمتری تبدیل میشود. میزان جذب آب این بتن بیشتر از بتنی است که از سنگدانه های طبیعی استفاده کرده است، چرا که همواره مقداری ملات به این قطعات چسبیده است. به همین دلیل برای رسیدن به اسلامپ یکسان باید حدود ۵ ٪بیشتر از بتن معمولی آب به کاربرد. در صورت جایگزینکردن این قطعات با درشتدانه ها کاهش مقاومت فشاری، نسبت به حالت جایگزین کردن با ریزدانه ها کمتر خواهد بود .کاهش ۲۰- ۱۵ ٪مقاومت پیچشی، کمتر از ۱۰ ٪مقاومت کششی و افزایش ۲۰ ٪خزش از دیگر معایبی است که درصورت جایگزینشدن ۱۰۰ ٪سنگدانه های طبیعی با بتن بازیافتی به وجود می آید واین مشکلات با اضافه کردن برخی افزودنی های بتنی قابل رفع میباشد. مقاومت فشاری بتن با سنگدانه های بازیافتی با ویبراسیون به مدت یک دقیقه بعد از ترکیب بهبود بخشیده میشود

۵-۱-۲- شیشه :

از آنجایی که بیشترین نخاله های ساختمانی را شیشه تشکیل میدهد، میتوان با مصرف این ماده در بتن از دفع غیراصولی آن جلوگیری کرد. شیشه میتواند جایگزین حداکثر تا۲۰ ٪ریزدانه ها در بتن شود. شیشه های خردشده به دلیل ترکیبات سیلیسی و قلیایی، باعث کاهش طول عمر این ماده نیز میشوند . ریزترکردن قطعات شیشه در حد کوچکتر از ۷۵ میکرومتر این مشکل را حل کرده و مانع از انجام واکنش قلیایی میشود و پایداری بتن را تضمین میکند. از مزایای استفاده از شیشه در ترکیبات بتن افزایش مقاومت فشاری و خمشی به دلیل متراکمترشدن ریزساختارها، مقاومت در برابر

www.SID.ir

فرسایش، افزایش سختی و مقاومت در برابر محیطهای شیمیایی است . از شیشه میتوان در لایه نهایی بتن، برای زیباترکردن بتنهای اکسپوز استفاده کرد .

۵-۱-۳- خاکستر ذغال سنگ :

خاکستر ذغال سنگ از جمله محصولات فرعی کارخانجات است که به طور گسترده در دسترس است، ارزانتر از سیمان پرتلند است و بتن تولیدشده با آن مقاومت و ماندگاری بالایی دارد. افزودن این ماده به مواد اولیه بتن مقاومت کششی آن را افزایش میدهد از معایب این جایگزینی، مقاومت اولیه کم بتن تولید شده است، در صورت نیاز به مقاومت ۲۸ روزه بالا میتوان از افزودنیهایی که سرعت هیدراسیون را بالا میبرند استفاده کرد. کاهش گیرش به دلیل پروسه ناقص احتراق و یکسان نبودن خواص فیزیکی و شیمیایی خاکستر هر کارخانه بسته به ذغال سنگ مورداستفاده، از دیگر معایب این ماده است، که با انجام مطالعات و آزمایشهای بیشتر قابلحل میباشد .

۵-۱-۴- تایرهای بازیافتی :

ضایعات تایر به دلیل ایجاد محیطی برای تولیدمثل پشه و ایجاد خطرات آتش سوزی، محیط زیست را به مخاطره میاندازند. استفاده از این ماده در تولید بتن از انباشت آن جلوگیری کرده و این مشکل را از بین میبرد. تایر را هم میتوان به عنوان سوخت جایگزین در تنور سیمان استفاده کرد و هم با ریزکردن آن به قطعات ۴۵۰ میلیمتری تا ۷۵ میکرومتری در ترکیب بتن استفاده کرد. این ترکیب کرنش، قابلیت چکشخواری، ظرفیت جذب حرارت و صوت را افزایش و مقاومت فشاری بتن را کاهش میدهد .

۵-۱-۵- سرباره کوره آهنگدازی :

این ماده که محصول فرعی کارخانجات تولید آهن است و هزینهای برابر با سیمان پرتلند دارد، میتواند جانشین ۵۰ ٪تا گاهی ۷۰ -٪۸۰ ٪سیمان شود. سرباره کوره آهنگدازی خواص مکانیکی و ماندگاری بتن را بهبود میبخشد

۵-۱-۶- پلیمرهای غیر آلی :

پلیمرها Co_2 بسیار کمتری از سیمان تولید میکنند و در عین حال مقاومت و پایداری شیمیایی بتن تولیدشده با آنها بسیار بالاست. این مصالح اغلب طی واکنشهای قلیایی در مصالح دورریز صنعت آلومینوسیلیکاتها، تولید میشوند. از مزایای بتن تولید شده با پلیمرهای غیرآلی مقاومت در برابر آتش تا $1000^{\circ}c$بدون تولید گازهای سمی، مقاومت بیشتر در برابر حلالهای اسیدی و نمکی، مقرون به صرفهبودن و ایجاد اثر گلخانهای کمتر است. البته تمام پلیمرهای غیرآلی همه این خصوصیات را ندارند و با توجه به متفاوت بودن مواد خام آنها از منبعی به منبع دیگر، فرمولاسیون آنها و نحوه ترکیب آنها با دیگر مواد درون بتن نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. لازم به ذکر است بتن تولیدشده با این نوع پلیمر چسبندگی خوبی به سرامیک، شیشه، فلز و بتنهای قدیمی دارد.

۵-۱-۷- دیگر مواد :

Archive of SID
www.SID.ir

خاکستر پوست برنج، به دلیل داشتن خواص سیمانگون، میتواند جایگزین سیمان در بتن شود. از الیاف فرش میتوان در بتن های مسلح الیافی استفاده کرد. بخار سیلیس محصول فرعی تولید نیمه رساناهاست که با جایگزینشدن به جای سیمان مقاومت و ماندگاری آن را بسیار افزایش میدهد .

مطالب بالا نشان میدهند، با استفاده از مواد مختلف میتوان علاوه بر تولید بتنی سبز، ضایعات و دورریزها را نیز کاهش داد. تولید سالانه ۳۰۰ میلیون تن خاکستر ذغال سنگ و همان مقدار سرباره کوره آهنگدازی و۱۰۰ میلیون تن پوست برنج، آماری است که میتواند اهمیت استفاده از این مواد را در این نوع بتن نشان دهد .دورریز عایقهای الکتریکی سرامیکی که پایدار و سخت هستند و مواد شیمیایی بر روی آنها بیاثرند، میتوانند جایگزین بخشی از درشت دانهها شوند . با وجود تمام این موارد با مرور مطالعات انجامشده به نظر میرسد، بهتر است، تا زمانی که تعداد آزمایشات افزایش پیدا کند و محققان به استانداردهای لازم دست پیدا کنند، این نوع بتن در موارد غیر سازهای استفاده شوند

۵-۲- پیشرفت آهن وفولاد به سمت اکومواد ها :

در قرن ۲۱ آهن و فولاد دو مورد از معروفترین فلزات موجود در زمین هستند و باقی خواهند ماند. بنابراین پیشرفت این فلزات به سمت اکو- فلزات تاثیر زیادی بر هر دو مقوله منابع و محیط زیست خواهد داشت. در روند تولید اهن و فولاد منابع بسیاری (از قبیل برق، آب، سوخت های فسیلی، سنگ آهن، سنگ آهک، مواد ساختمانی نسوز و عناصر فلزی مانند مولیبدن، کبالت، وانادیم، نیوبیم، نیکل، کرم، فلز روی،آلومینیم، منیزیم و سیلیکن) مصرف میگردد. توسعه و پیشرفت تکنولوژی در آینده مستلزم حفظ منابع و انرژی از نقطه نظر کاهش مداوم منابع است. ضمنا، از نقطه نظر محیط زیست جهانی، انتشار دی اکسید کربن و اکسید سولفور که به تولید آهن و فولاد وابسته است شدیدا به محیط زیست ضربه وارد میکند. علاوه براین، مشکلات دفع زباله های صنعتی از قبیل خاکستر و گرد و غبار باقی میماند. بنابراین، لازم است به ارتقای بازده در روند ساخت آهن و فولاد با شرط عدم کاهش سطح بازده به دست آمده تا کنون، پرداخت

۵-۲-۱- طراحی فولاد اکولوژیکی :

طراحی اکولوژیکی فلزات آهن و فولاد باعث ارتقای بازیافت و بهبود منابع میگردد. به عبارت دیگر، در طراحی فولاد باید آینده بازیافت منابع آن برای استفاده مجدد بعد از دور ریخته شدن را در نظر گرفت. در طراحی باید از آن دسته از فلزاتی که از آهن گداخته شده بعد از دورریزی به سختی جدا میشوند، تا جایی که ممکن است کمتر استفاده کنیم. دو دسته عناص موجودند، عناصری که به سختی از آهن جدا میگردند مثل Mo,Co,Cu,Cr,Niدسته دیگر عناصری که به سادگی جدا میگردند :Al,Si

۵-۲-۲-تامین محصولات فولادی با هدف کاهش انتشاردی اکسید کربن

صنعت آهن و فولاد میتواند با ارتقای کیفیت، خواص و موارد استعمال محصولات فولادی به حفظ انرژی و کاهش انتشار دی اکسید کربن در

www.SID.ir

بخش مصرف کننده و همچنین در روند طراحی و ساخت کمک کند. حجم فولاد به کار رفته شده در محصولات را میتوان با بالابردن خواص آن از قبیل مقاومت، سختی و مقاومت در برابر خوردگی کاهش داد. در تولید محصولات فولادی با ارزش افزوده، در مقایسه با محصولات متعارف و مرسوم انرژی بیشتر در روند ساخت مربوطه مصرف میگردد. بنابراین حجم بیشتری از دیاکسیدکربن تولید میگردد، اما ارزیابی چرخه عمر برای کل جامعه کاهش حجم دی اکسید کربن را نشان میدهد. به تازگی، صنعت آهن و فولاد برای ارتقا و پیشرفت خانه هایی با اسکلت فلزی اقدام کردهاند. در نشستی دانشگاهی در دانشگاه توکیو، در نتایج مطالعه بر روی محصولات ساخته شده با آهن، مقایسه ای بر روی انتشار دیاکسیدکربن در خانه ای با قاب فولادی و خانهای با سازه چوبی از نظر LCA انجام شده است. محصولات فولادی انبوهی از انرژی است. این بدان معناست که انتشار دی اکسیدکربن در ساخت یک خانه با اسکلت فلزی بیشتر از خانه چوبی خواهد بود. با این حال وقتی با نگاه دفع زباله ساختمانی به موضوع بنگریم، میبینیم خانه چوبی که عمرش به پایان رسیده باید سوزانده شود که این باعث تولید دیاکسید کربن میگردد. در حالیکه co2 انتشار یافته از خانه اسکلت فولادی زمانی که زباله فولادی دورانداخته و بازیافت میشود، یکچهارم خانه چوبی است.علاوه بر این، نتایج به دست آمده از محاسبه طول عمر خانههای فولادی نشان میدهد انتشار دیاکسیدکربن خانه های فولادی ۲۰٪کمتر از مدل چوبی مشابه است

۵-۲-۳- توسعه وبهبودLCA به دلیل طول عمر فولاد :

با پیشرفت و توسعه فنآوری پالایش، محصولات فولاد خالصتر گشته اند و در نتیجه فرسایش شیمیایی مواد کاهش یافته است. علاوه بر این ، فنآوری فولاد مقاوم در برابر خوردگی به عنوان ماده به کار رفته در پلها و ساختمانها سالانه در حال پیشرفت است اگر طول عمر پلی که برای صد سال کار مفید طراحی شده است را تحت هزینه های منطقی تعمیر و نگهداری به ۲۰۰ سال ارتقا دهیم، تاثیرات محیطی که بر اثر ساخت و ساز ایجاد میشود به نصف کاهش مییابد. جایگزینی فولاد معمولی با فولاد مقاوم در برابر خوردگی، هزینه های تعمیر، نگهداری و نوسازی را کاهش میدهد و با وجود افزایش هزینههای اولیه، تاثیرات کلی بر محیط زیست در چرخه حیات این محصول کاهش مییابد نمونه های ذکر شده در بالا به وضوح نشان میدهد طول عمر محصولات فولاد تاثیر بسیاری در کاهش انتشار دیاکسیدکربن در کل جامعه میگذارد. از نقطه نظر LCA این نمونهای از پیشرفت مداوم است. پیشرفت موارد استعمال آهن و فولاد بار زیست محیطی را در بخش مصرفکننده کاهش میدهد. با پیشرفت تمدن بشری، افزایش میزان آهن و فولاد در سطح جهانی اجتنابناپذیر است. بنابراین در روند ساخت و استفاده این مواد گرایش اکولوژیکی آنها مورد توجه است. توسعه موردی جدی برای ادامه رشد اقتصادی جهان است .

۵-۳- پروتئینها به عنوان منبع مواد :

پروتئینها طبیعی، تجدیدپذیر و زیست تجزیه پذیر هستند. این خاصیت توجه قابل ملاحظهای را در سالهای اخیر از نظر پیشرفتهای مهندسی ژنتیک، مواد سازگار با محیط و مواد کامپوزیتی جدید بر پایه منابع تجدیدپذیر به خود جلب کرده است. در

Archive of SID

www.SID.ir

زیر، پروتئین مهم سویا به عنوان منبع مواد بررسی میشود.

۵-۳-۱- پروتئین سویا :

گیاه سویا با نام "طلایی که رشد میکند " ، از چین ریشه گرفته است و در سال های اخیر به دلیل کاربردهای چندگانه مورد توجه قرار گرفته است. دانههای سویا، هزاران سال است به عنوان غذا مصرف میشود. اما در قرن۲۱تکنولوژی پلیمر سویا، به عنوان تولیدکننده نسلی از پلاستیکهای سبز شناخته شده است .

۵-۳-۱-۱- چسب و پلاستیک بر اساس محصولات پروتئین سویا :

اهمیت مواد سازگار با محیط زیست که بر پایه منابع طبیعی که به سادگی تجدیدپذیر هستند و همچنین منابع محدود پتروشیمی است، ضرورت توسعه پلیمر های حاصل از فرایند های کشاورزی با محصولاتی از قبیل پروتئین سویا از پردازش روغن را ایجاب می کند. پروتئین سویا دارای خواص چسبندگی و پلاستیکی است و یک منبع تجدیدپذیر، فراوان و قابل دسترس در طبیعت است .

۵-۳-۱-۲- کاربردهای دیگر :

پروتئین سویا میتواند در تولید انواع مختلفی از محصولات غیرغذایی، شامل فیلمهای پلاستیکی، کامپوزیتهای ساختمان،فومهای عایق، چسب تخته سهلا و دیگر چوبها استفاده شود. محصول جدیدی به نام" Environ" با استفاده از ۴۵ ٪آرد سویا، ۴۵٪روزنامه بازیافت شده و ۱۰٪مواد تشکیلدهنده دیگر تولید شده است. با شکل ظاهری مشابه گرانیت و خواص فیزیکی چوب که در کاربردهای داخلی مانند سطح بالای میز، لامپها و غیره استفاده می شود. پلاستیکهای زیست تخریب شونده از پروتئین منفرد سویا به دست آمده اند به عنوان ماده افزودنی زیست تخریب شونده، متناوبا با نفت در تولید پلاستیک به کاربرده میشود .

۵-۳-۳- زین :

زین از دانه ذرت جدا شده و به عنوان ماده خام ممکن برای کاربردهای پلیمری بررسی شده است. زین یکی از معدود پروتئین های استخراج شده از غلات است که فرمی نسبتا خالص دارد و از مواد پیچیده و منحصر به فرد تشکیل شده است. نرمی زین و ماهیت انعطافپذیر آن پس از رسوب از حلال کاربردهای جالبی از قبیل استفاده در تولید مواد پلاستیکی، چه به تنهایی و چه به صورت مخلوط با دیگر مواد خواهد داشت .

۵-۳-۴- گلوتن گندم :

گلوتن گندم ترکیبی از مولکولهای پروتئینی پیچیدهای است که از دو بخش گلوتنین ها و گلیادین ها تشکیل شده است. پروتئین گندم از مهمترین منابع با پایینترین قیمت در میان پروتیینهای گیاهی است. آنها دارای خواص چسبندگی خوب، استحکام کششی بالا و خواص مقاومت بالا در برابر آب و گاز هستند. بررسی پروتئین گندم به عنوان

www.SID.ir

پایه مواد توجه بسیاری از شیمیدانها و مهندسین مواد را به خود جلب کرده است .

۵-۳-۵- چوبهای بامبو :

بامبو یکی از انواع مصالح دوستدار محیط زیست است، که تعادل طبیعی Co2 محیط زیست را بر هم نمیزنـد . ایـن گیـاه سـریع الرشـدترین گیـاه روی خشکی است. به راحتی تکثیر میشود و طی ۴ الی ۵ سال تبدیل به جنگلی انبوه میشود. بامبو در برخی مناطق برای جلوگیری از فرسایش خاک کشت میشود. از مزارع آن میتوان برای تصفیه فاضلاب استفاده کرد. اما بامبو در ساختمان کاربردهای بسیاری میتواند داشته باشد. اصلی ترین کاربرد آن جایگزینی چوب، یکی از منابع طبیعی در معرض نابودی، است. از این گیاه میتوان به عنوان تیر و ستون، در سقفهای کاذب، دیوارهای جداکننده و غیر باربر، داربست ها، خرپاها، پلهای روستایی و سقفهای مرکب استفاده کرد. بامبو را میتوان در بتن مسلح جایگزین میلگرد کرد. همچنین الیاف بامبو برای بهبود ویژگیهای مکانیکی بتن و ملات سیمانی قابل استفاده هستند از خواص استاتیکی بامبو میتوان به مقاومت فشاری بالای آن که حدود دوبرابر بتن است و مقاومت کششی بالا در مقایسه با وزن مخصوص آن که تقریبا برابر فولاد است، اشاره کرد . بامبو که در ایران به نی خیزران شهرت دارد در گیلان و مازندران و به صورت تکساقه ای وجود دارد. قطر آنها ۱۰-۱ سانتیمتر و ارتفاع آن حداکثر ۱۲ متر است .

٦- نتیجه گیری:

در پژوهشی که اخیرا توسط کاوه مدنی و همکاران ایشان در امپریال کالج لندن بر تاثیر توپهای ضد تبخیر [14] جهت جلوگیری از تبخیر ذخایر آب در لس آنجلس صورت گرفت، نتیجه ای قابل توجه حاصل گردید; جهت تولید این توپها مقدار آبی که مصرف می شود، در بهترین حالت برابر است با میزانی که جلوی تبخیرش گرفته شده.

یا در مثالی دیگر، در تحقیقی که پریسا رزم آرا و دوستان ایشان بر روی مواد جایگزین سیمان در بتنهای خودتراکم انجام دادند، نتیجه حاصل شد که با جایگزینی ۲۵ درصد مصالح بازیافتی بتن سبب تولید بتنی با مقاومت بهینه میگردد، که به نظر می رسد هزینه ای که بازیافت و خرد کردن این نوع مصالح در بر دارد اصلا لحاظ نشده است.

از این دست موارد بسیار میتوان نام برد، لذا به نظر می رسد پایداری مصالح ساختمانی موضوعی بسیار پیچیده و چند بعدی می باشد و به هیچ عنوان نمی توان با جزئی نگری و ساده انگاری به این موضوع اندیشید، ولی در مجموع به دلیل رو به زوال بودن منابع طبیعی در دسترس بشر، به نظر چاره ای جز رویکرد عملی به مبحث مصالح پایدار وجود ندارد.

[14] Shade Balls

www.SID.ir

1- Abadin, H.G. ; Chou, C.H.S.J. ; Llados, F.T. (2007). “Health effects classification and its role in the derivation of minimal risk levels: immunological effects”, Regul. Toxicol. Pharm 47 (۲۰۰۷): ۲۴۹–۲۵۶

2-Rohracher, H. (2001). “Managing the technological transition to sustainable construction of buildings: a socio-technical perspective”. in Technology Analysis and Strategic Management, Vol. 13, No. 1: 137- 150

3-Plank, R. (2008). “The principles of sustainable construction”. The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering, 1: 4, 301 – 307

۴-AIA (2012). Material Slection & Specification: http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab097628.pdf

Lutfu Sagbansua, Figen Balo, A novel simulation model for development

of renewable materials with waste-natural substance in sustainable buildings, Journal of Cleaner

Production (2017), doi: 10.1016/j.jclepro.2017.04.107

۶- وکیلی اردبیلی, علی, شاطری, فائزه. معیارهای مؤثر بر انتخاب مصالح ساختمانی با هدف کاهش خطرهای زیست‌محیطی .مدیریت مخاطرات محیطی ،۱۳۹۵

7- Kibert, C.J. (2008). Sustainable construction: Green Building Design and Delivery. Second edition, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New jersey, USA

8- Govindan K, et al. Sustainable material selection for construction industry – A hybrid multi criteria decision making approach. Renewable and Sustainable Energy Reviews (2015), http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.100i

9- Klemm A, Wiggins D. 12 - Sustainability of natural stone as a construction material. In: Khatib JM, editor. Sustainability of Construction Materials (Second Edition) [Internet]. Second Edition. Woodhead Publishing; 2016. p. 283–308. (Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering). Available from: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081003701000123

۱۰- رزم آرا, پریسا؛ سعید سعیدی جم و جاسم عافیتی سلیم، ۱۳۹۶، بتن خودتراکم: تکنولوژی بتن سبز با نگرش به محیط زیست، چهارمین کنفرانس بین المللی برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، تهران، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران، https://www.civilica.com/Paper-ESPME04-ESPME04_680.html

۱۱- یدقار, امیرمحمد، ۱۳۸۴، انگاره های زیست محیطی بتن، دوازدهمین کنفرانس دانشجویی مهندسی عمران، تهران، دانشگاه علم و صنعت، دانشکده عمران،-https://www.civilica.com/Paper-CESC12-CESC12_098.html

۱۲- سهیلی وند, لیلا؛ وحید هژیرکارزار و بیتا صمدیان، ۱۳۸۹، بررسی توسعه پایدار با مصالح بوم اورد خشت و ملات در معماری کویری ایران، همایش ملی مهندسی عمران و توسعه پایدار، استهبان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد استهبان، https://www.civilica.com/Paper-ESTAHBANCCE01-ESTAHBANCCE01_174.html

www.SID.ir

۱۳- سجادزاده،حسن; مصطفی اکبری نژاد و فرید اکبری ، بررسی چارچوب و اصول معماری پایدار در شهرک های مسکونی،همایش ملی عمران و معماری با رویکردی بر توسعه پایدار،فومن، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فومن و شفت،۱۳۹۴

۱۴- شعفی زاده،محمد رسول ؛سعید گلمرادی ،۱۳۹۶، مصالح سبز و صنعتی سازی ساختمان،تفت، دومین همایش پژوهشهای کاربردی و فن آوریهای نوین در مهندسی عمران ، معماری و شهرسازی

۱۵- زارعی، شایلان و نبی میبدی، مرضیه؛ مصالح دوستدار محیط زیست، اولین کنفرانس بین المللی رویکردهای نوین در نگهداشت انرژی، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۰

Archive of SID

www.SID.ir