**به نام خدا**

**موضوع مقاله:**

**استاد:**

**دانشجو:**

**دانشگاه:**

**رشته:**

**درس:**

**7 برنامه کاربر پایداری ساختاری**

**مارک تواین:**

اجازه ندهید که مدرسه در تحصیل شما اختلال ایجاد کند.

بسیاری از مهندسین عمران جوان مشتاق به دلیل سازه وارد این رشته می شوند. چه آسمان‌خراش‌های سر به فلک کشیده یا پل‌های زیبا، سازه‌ها جنبه برون‌گرای مهندسی عمران هستند. حوزه سازه ها نیز دیدگاه های مختلفی برای پایداری دارد. صرف نظر از مواد، طراحی یا ارزیابی، کاربردهای زیادی برای ترکیب شیوه های پایدار وجود دارد. این فصل دو موضوع مرتبط با مواد، یک موضوع طراحی را پوشش می‌دهد و با بحث در مورد چگونگی ارزیابی پایداری سیستم‌های سازه پایان می‌دهد. به طور خاص، این فصل به این چهار حوزه می پردازد:

**1.** خاکستر بادی

**2.** بامبو

**3.** دیاگریدهای فولادی

**4.** سیستم های صدور گواهینامه و رتبه بندی

**7.1 خاکستر بادی**

تخمین زده می شود که بیش از 600 نیروگاه زغال سنگ در ایالات متحده وجود دارد که بیش از 52 میلیون تن خاکستر بادی در سال 2012 تولید کردند (EPA، 2015). خاکستر بادی هم غیرآلی و هم غیر قابل احتراق است و پس از سوختن در نیروگاه ها باقی مانده زغال سنگ است. خاکستر بادی یک ماده پوزولانی است و می تواند به عنوان مکمل سیمان پرتلند در PCC استفاده شود. در طی احتراق زغال سنگ، مواد فرار و کربن سوزانده می شوند، در حالی که ناخالصی های معدنی ذوب می شوند و با هم ذوب می شوند. این ناخالصی های معدنی شامل خاک رس، فلدسپات و کوارتز است. مواد ذوب شده به مناطق با دمای پایین منتقل می شوند و در آنجا به ذرات کروی شیشه تبدیل می شوند. ماده ای که پایین می ریزد خاکستر (از تجمع خاکستر) است، در حالی که بقیه مواد به اندازه کافی سبک هستند که با جریان گاز دودکش خارج شوند. این ماده سبک خاکستر بادی است و با جداسازی سیکلون، بارش الکترواستاتیکی و فیلتراسیون کیسه ای از گاز خارج می شود.

دو دسته خاکستر بادی وجود دارد: کلاس C (کلسیم بالا) و کلاس F (کلسیم کم). اندازه متوسط ​​خاکستر بادی کلاس C و F 10-15 میکرومتر، سطح 1-2 m2/g و وزن مخصوص 2.2-2.4 است. جدول 7.1 تفاوت هایی را در ترکیب مواد معدنی بین دو کلاس نشان می دهد. خاکستر بادی کلاس C از زغال سنگ آنتراسیت و قیری به دست می آید، در حالی که خاکستر بادی کلاس F از زغال سنگ زغال سنگ و زیر قیری به دست می آید. به طور کلی، اگر مقدار کربن موجود در خاکستر بادی بیشتر از 5 درصد باشد، برای استفاده در PCC مطلوب نیست.

**جدول 7.1**

**ویژگی های رایج خاکستر بادی**

**mg Ca(OH)2**

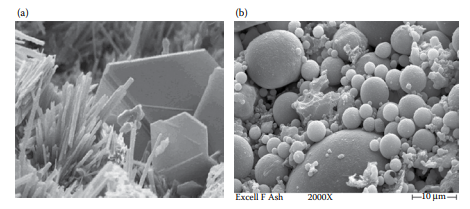
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **consumed/gram** | **SiO2 (%)** | **Al2O3 (%)** | **Fe2O3 (%)** | **CaO (%)** | **Carbon (%)** |
| Class C | 500 | **>**30 | 15–25 | **<**10 | 20–30 | **<**1 |
| Class F | 850 | **>**50 | 20–30 | **<**20 | **<**5 | **<**5 |

خاکستر بادی با مقادیر بالاتر کلسیم رفتار سیمانی را نشان می دهد و زمانی که هیدروکسید کلسیم در دسترس نباشد با آب واکنش می دهد تا هیدرات انجام دهد. این واکنش برای PCC مفید است زیرا فاز بایندر سیمانی (هیدرات های کلسیم سیلیکات یا C-S-H) را افزایش می دهد، استحکام طولانی مدت را بهبود می بخشد و نفوذپذیری را کاهش می دهد. خاکستر بادی به طور کلی به عنوان یک جایگزین جزئی برای سیمان پرتلند استفاده می شود.

همانطور که در شکل 7.1 مشاهده می شود، نه تنها تفاوت های فیزیکی بین این دو ماده وجود دارد، بلکه این دو ماده بر خواص بتن تازه و سخت شده نیز تأثیر می گذارند. این تأثیرات به خوبی در نشریه ای که توسط انجمن سیمان پرتلند منتشر شده است (توماس، 2007) و در پاراگراف های زیر خلاصه شده است مشهود است.

هنگام بررسی بتن تازه، خاکستر بادی می تواند بر کارایی، تقاضای آب، زمان گیرش، گرمای هیدراتاسیون و تکمیل و پخت تأثیر بگذارد. از نظر کارایی، افزودن خاکستر بادی کارایی را افزایش می‌دهد و بتن را آسان‌تر در جایگذاری، تثبیت و تکمیل می‌کند. افزایش کارایی از این واقعیت ناشی می شود که خاکستر بادی دارای ظرافت نسبتاً بالا و محتوای کربن کم است که نیاز به آب را کاهش می دهد. بنابراین، به طور کلی، هنگام جایگزینی خاکستر بادی کلاس F یا C به جای سیمان پرتلند، به آب کمتری نیاز است. یک قانون کلی این است که برای هر 10 درصد خاکستر بادی جایگزین سیمان پرتلند، آب را می توان 3 درصد کاهش داد.

علاوه بر کارایی و محتوای آب، زمان گیرش را نیز می توان کاهش داد. به طور کلی، خاکستر بادی کم کلسیم هم مجموعه اولیه و هم نهایی را گسترش می دهد.



شکل 7.1 (الف) خمیر سخت شده سیمان پرتلند، صفحات هیدروکسید کلسیم، و سوزن های اترینگیت، در مقیاس میکرون. (اعتبار: US DOT.) (ب) خاکستر بادی. (اعتبار: سرویس آزمایشگاه PMET.)

زمان PCC با این حال، این تأثیر به دمای محیط بستگی دارد. در هوای گرم‌تر، تمدید زمان کاهش می‌یابد و ممکن است در واقع به یک مزیت تبدیل شود، در حالی که در هوای سردتر، زمان تنظیم طولانی‌تر می‌تواند باعث تاخیر و در نتیجه پیچیده‌تر شدن عملیات قرار دادن و اتمام شود. برعکس، خاکستر بادی با کلسیم بالاتر به دلیل افزایش واکنش هیدرولیکی، زمان گیرش را به اندازه خاکستر بادی با کلسیم پایین به تاخیر نمی اندازد. با این حال، پیش بینی این روند دشوارتر است، بنابراین یک ارزیابی کامل آزمایشگاهی قبل از ترکیب یک منبع جدید خاکستر بادی توصیه می شود.

ویژگی PCC تازه بعدی، گرمای هیدراتاسیون، انگیزه ای برای استفاده از خاکستر بادی، به ویژه در ساخت و ساز بتن انبوه است. سازه های در مقیاس بزرگ، مانند سدها یا ستون های پل بزرگ، به دلیل گرمای زیاد درون توده بتن، می توانند به طور نامناسب عمل کنند، که می تواند منجر به ترک خوردگی و سایر آسیب های مربوط به دما شود. با این حال، اگر قدرت های اولیه در سنین پایین ضروری نباشد، استفاده از خاکستر بادی می تواند گرمای هیدراتاسیون را کاهش دهد، در نتیجه دمای بالای بالقوه مضر را کاهش می دهد. مطالعات نشان داده اند که جایگزینی تقریباً نیمی از سیمان پرتلند با خاکستر بادی کلاس F، به عنوان مثال، می تواند حداکثر دما را در بلوک های بتنی بزرگ تقریباً 30٪ کاهش دهد (Langley et al., 1992).

در حالی که کارایی، گیرش و گرمای هیدراتاسیون همگی می توانند تحت تأثیر خاکستر بادی قرار گیرند، تکمیل نهایی و پخت نیز باید در نظر گرفته شود. سرعت واکنش پوزولانی کمتر از سرعت هیدراتاسیون سیمان است و برای اطمینان از پخت مناسب باید مراقبت بیشتری انجام شود. هنگام استفاده از خاکستر بادی، بتن باید حداقل 7 روز مرطوب شود و در حالت ایده آل، یک عضو عمل آوری باید پس از 7 روز اضافه شود و عمل آوری باید تا 14 روز افزایش یابد. جدول 7.2 روند خواص تازه بتن با استفاده از خاکستر بادی خلاصه می کند.

علاوه بر بتن تازه، خواص بتن سخت شده نیز باید در نظر گرفته شود. خواص سخت شده مهم عبارتند از: توسعه مقاومت فشاری، نفوذپذیری و واکنش قلیایی – سیلیس (ASR). به طور کلی، مقاومت فشاری اولیه بتن با خاکستر بادی کمتر است و با افزایش خاکستر بادی، مقاومت همچنان کاهش می‌یابد. با این حال، قدرت طولانی مدت در واقع با استفاده از خاکستر بادی افزایش می یابد.

نفوذپذیری PCC برای دوام و عملکرد طولانی مدت در مزرعه، به ویژه در حضور کلریدها مهم است. کلریدها به ویژه برای فولاد تقویت‌کننده مخرب هستند و در صورت نفوذ به PCC، پر کردن اکسید غیرفعال روی فولاد را از بین می‌برند. بنابراین، داشتن نفوذپذیری کم مفید است. با افزودن خاکستر بادی، نفوذپذیری در PCC کاهش می یابد.

**جدول 7.2**

**تاثیر خاکستر بادی بر خواص تازه بتن**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Fly Ash Type** | **Workability** | **Water**  **Demand** | **Setting Time** | **Heat of Hydration** | **Finishing and Curing** |
| Class F | Increases | Decreases | Increases | Decreases | Increase |
| Class C | Increases | Decreases | May increase or decrease | May increase or decrease | May increase or decrease |

**جدول 7.3**

**تاثیر خاکستر بادی بر خواص سخت شده بتن**

**Compressive Compressive Alkali–Silica**

**Fly Ash Type Strength—Short Term Strength—Long Term Permeability Reaction**

Class F Decreases Increases Decreases Decreases

Class C May increase or decrease Increases Decreases Decreases

خاکستر بادی کلاس F می تواند ASR مخرب را در سطوح متوسط ​​جایگزینی (30-20٪) کنترل کند. ASR زمانی اتفاق می‌افتد که قلیایی‌های موجود در خمیر سیمان با انواع خاصی از سیلیس موجود در سنگدانه واکنش می‌دهند. بتن در طی این واکنش منبسط می شود که باعث ایجاد ترک می شود. در حالی که خاکستر بادی کلاس C کمتر مؤثر است، هر دو اساساً غلظت هیدروکسیدهای قلیایی را در محلول منفذی در صورت وجود خاکستر کاهش می دهند. جدول 7.3 روند خواص سخت شده بتن با استفاده از خاکستر بادی را خلاصه می کند.

به طور کلی، خاکستر بادی بر خواص تازه و سخت شده PCC تأثیر می گذارد و اگر به درستی مدیریت شود، می تواند عملکرد PCC را افزایش دهد. علاوه بر این مزایای مادی، خاکستر بادی نیز از نظر اقتصادی و زیست محیطی بسیار مفید است.

از نقطه نظر اقتصادی، خاکستر بادی نسبت به سیمان پرتلند برتری دارد. لیپیات و احمد (2004) یک LCCA انجام دادند که هزینه‌های خرید محصول به بعد را و همچنین تمام هزینه‌های خارج از جیب را در بر می‌گرفت. آنها محاسبه کردند که هم هزینه های اولیه و هم هزینه های آتی تقریباً 10٪ کمتر با ترکیب 35٪ خاکستر بادی در مخلوط PCC (با 65٪ سیمان پرتلند) در مقایسه با مخلوط PCC حاوی 100٪ سیمان پرتلند خواهد بود. مطالعه دوم توسط Santero و همکاران. (2011) زمانی که از 10% به 30% جایگزینی خاکستر بادی برای سیمان پرتلند در روسازی PCC می‌رود، میانگین صرفه‌جویی تقریباً 15000 دلار در هر کیلومتر خط پیش‌بینی کرد. در نهایت، مطالعه ای توسط Lu (2007) مقدار بهینه 23 درصد جایگزینی خاکستر بادی را برای استفاده در مسیرهای پیاده روی و خطوط دوچرخه نشان داد. همه این مطالعات نشان می دهد که جایگزینی سیمان پرتلند بکر می تواند به طور بالقوه باعث صرفه جویی در هزینه طول عمر برنامه شود.

به طور مشابه، مزایای زیست محیطی استفاده از خاکستر بادی یافت شده است. اوندووا و استوکوا LCA را روی جایگزینی 15 درصد خاکستر بادی برای سیمان پرتلند انجام دادند و استخراج، تولید، کاربرد و مرحله دفع/بازیافت PCC را بررسی کردند. به طور کلی، این تحقیق نشان داد که استفاده از 15 درصد خاکستر بادی، GWP را از 1763 به 1668 کیلوگرم معادل CO2 / کیلوگرم (کاهش بیش از 5٪) و پتانسیل اسیدی شدن را از 3.4 به 3.2 کیلوگرم معادل SO2 / کیلوگرم (کاهش بیش از 6٪) کاهش داد. مطالعه دوم از ابزار LCA PaLATE استفاده کرد که تولید مواد، ساخت و ساز، نگهداری و فرآیندهای پایان عمر را در بر می گیرد (اهلمن و همکاران، 2015). این تحقیق یافته‌های شش وزارت حمل‌ونقل ایالتی (کلرادو، جورجیا، ایلینویز، مینه‌سوتا، پنسیلوانیا، ویرجینیا و ویسکانسین) را دریافت کرد و نشان داد که مزایای زیست‌محیطی استفاده از خاکستر بادی باعث صرفه‌جویی 81 درصدی در انرژی و 88 درصدی صرفه‌جویی در مصرف آب و 82 درصد در CO2 می شود. به طور کلی، این مطالعات مزایای زیست محیطی قابل توجهی از خاکستر بادی را به عنوان جایگزین سیمان پرتلند نشان می دهد.

**مثال مشکل 7.1**

یک پیمانکار محلی در حال بررسی جایگزینی 30 درصد سیمان بکر پرتلند با خاکستر بادی است. بتن با 100% سیمان پرتلند دارای مقاومت فشاری 33 مگاپاسکال در 3 روز و مقاومت فشاری 52 مگاپاسکال در 90 روز است. بتن با 30 درصد خاکستر بادی دارای مقاومت فشاری 28 مگاپاسکال در 3 روز و 60 میلی پاسکال در 90 روز است. با استفاده از رابطه مشترک بین مقاومت فشاری و مدول الاستیسیته، مدول سکونت کشسانی (Ec) را در این چهار سطح مقاومت محاسبه کنید:

رابطه مشترک Ec = است. که در آن وزن واحد بتن معمولاً 2320 کیلوگرم بر متر مکعب در نظر گرفته می شود که Ec = را می دهد. از این رو:

100% سیمان پرتلند، پخت 90 روزه → Ec = = 34.1GPa

30% خاکستر بادی، درمان 3 روزه → Ec = = 25.0 GPa

30٪ خاکستر بادی، درمان 90 روزه → Ec = = 36.6 GPa

**7.2 بامبو**

چوب یک مصالح ساختمانی رایج است، به ویژه در ایالات متحده و اروپا، با مزیت افزوده شده به عنوان یک منبع تجدید پذیر و مکانی برای ذخیره کردن کربن، ایالات متحده تقریباً 746 میلیون هکتار زمین جنگلی دارد که از طریق جذب کربن ان را جمع آوری می کند. با استفاده مداوم از انتشار دی اکسید کربن، این نوع "استخرهای زمینی" در جذب کربن از جو مفید هستند (EPA، 1995). با این حال، یکی دیگر از منابع تجدیدپذیر که می تواند به عنوان مصالح ساختمانی مورد استفاده قرار گیرد، بامبو است. بامبو، مانند چوب، تجدید پذیر است و خواص مکانیکی مشابه چوب دارد (Widenoja, 2007). در واقع، به گفته شارما و همکاران. (2015)، بامبو نسبت به چوب دارای سرعت رشد سریع‌تر و چرخه برداشت کوتاه‌تر است و چگالی کربن آن چهار برابر جنگل‌های صنوبر است. چوب اغلب در نیمکره شمالی (آمریکای شمالی، اروپا، روسیه) یافت می شود، در حالی که اکثر مناطق در حال توسعه در جهان در مناطق استوایی یا در نیمکره جنوبی هستند، مکان هایی که بامبو بیشتر از چوب رایج است. ساختار کلی بامبو شبیه چوب است، زیرا یک ماده ناهمسانگرد است که خواص آن در جهت های طولی، شعاعی و عرضی متفاوت است. ساختار بامبو، جایی که الیاف طولی با ماتریس لیگنین همسو می شوند، چیزی است که باعث این رفتار ناهمسانگرد می شود. همانطور که در شکل 7.2 مشاهده می شود، این الیاف طولی توسط دیافراگم های جامد در طول طولی تقسیم می شوند.

به طور کلی، 1200 گونه بامبو در سراسر جهان وجود دارد که هم از نظر خواص هندسی و هم از نظر خواص مکانیکی متفاوت است، که طراحی اتصالات و اتصالات مناسب برای بخش‌های مختلف مصالح ساختمانی مانند ستون‌ها، تیرها یا سایر سازه‌های باربر دائمی را دشوار می‌کند. . با این حال، کامپوزیت های بامبو به دلیل استاندارد بودن شکل، تنوع کم خواص مواد مورد توجه هستند. مشابه تخته سه لا و تخته خرده چوب، بامبو را می توان شکسته و به شکل مفیدتری دوباره سرهم کرد و کلا دو نوع وجود دارد:

(Sharma et al., 2015).

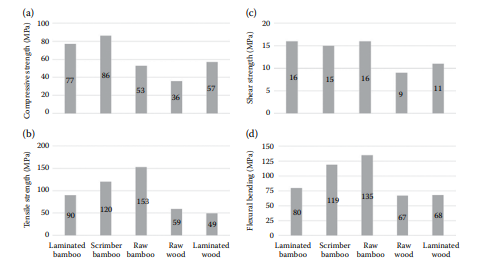


شکل 7.2 دیافراگم های جامد که فیبرهای طولی را تقسیم می کنند. (اعتبار: آلن ون دن هنده.)

از کامپوزیت های بامبو موجود، لمینیت شده و اسکریمر. بامبو چند لایه هم ماتریس طولی و هم ماتریس سر (شعاعی) را حفظ می کند. بامبو شکافته و صاف شده، سفید شده و کاراملی می شود. پس از لمینیت، فشار داده می شود تا محصول تخته ای تشکیل شود. این فرآیند تقریباً از 30 درصد ورودی‌های خام استفاده می‌کند، زیرا بسیاری از مواد ورودی در طول فرآیند برنامه ریزی از بین می‌رود.

کامپوزیت دوم بامبو اسکرامبر است که فقط ماتریس طولی را حفظ می کند. بامبو اسکریمبر با بافتن رشته های طولی، خرد کردن رشته های بافته شده و اشباع در رزین تولید می شود. این بلوک فشرده و متراکم جهت طولی الیاف را حفظ می کند و ماتریس رزین بسته های فیبر را به هم متصل می کند. یکی از مزایای این تکنیک این است که فرآیند اسکرایمر تقریباً 80 درصد از ورودی های خام را به کار می گیرد.

شارما و همکاران (2015) مطالعه ای را انجام داد که خواص مواد مختلف بامبوی اسکریمر و بامبو چند لایه را با بامبو خام، چوب صنوبر و الوار روکش چند لایه مقایسه کرد. این امکان مقایسه مستقیم نه تنها بین دو شکل مختلف بامبو کامپوزیت (لمینیت و اسکریمر)، بلکه مواد خام به تنهایی (بامبو و صنوبر) و دو ماده چند لایه مختلف (الوار و بامبو) را فراهم کرد. نتایج در شکل 7.3 a تا d نشان داده شده است. توجه داشته باشید که مقاومت فشاری، کششی و برشی همگی به موازات جهت اولیه ماده اندازه گیری می شوند.



شکل 7.3 خواص مکانیکی بامبو چند لایه، بامبو اسکریمبر، بامبو خام، چوب خام و چوب چند لایه. (از شارما، بی و همکاران، مصالح ساختمانی و ساختمانی، 81، 2015، 66-73.)

در شکل 7.3، بامبو اسکرامبر در هر چهار ویژگی مکانیکی در مقایسه با لایه به لایه بودن ان (به جز مقاومت برشی، که اساساً در دو ماده یکسان است) دارای مقادیر بالاتری است. بنابراین، به نظر می رسد که از آنجایی که بامبو اسکریمر عملکرد بهتری دارد و از درصد بیشتری از ورودی های خام استفاده می کند، روش ارجح برای استفاده از بامبو کامپوزیت خواهد بود. هنگام مقایسه بامبو لمینت شده با چوب چند لایه، بامبو لمینت شده دارای ارزش بالاتری در هر چهار ویژگی مکانیکی بدون استثنا است، که نشان می دهد این ماده قوی تر و همه کاره تر است. در نهایت، بامبو خام نیز در هر چهار ویژگی مکانیکی در مقایسه با چوب خام دارای ارزش بالاتری از این مجموعه داده ها است. و همچنین به نظر می رسد که بامبو ماده ای قوی تر از چوب است. با این حال، هنگام اندیشیدن به پایداری، توجه به هزینه (ستون اقتصادی) و الزامات پردازش (ستون اقتصادی و زیست محیطی) نیز بسیار مهم است. در ایالات متحده، هزینه ها و نیازهای فرآوری برای بامبو بیشتر است زیرا عرضه کمتر است، اما در جنوب شرقی آسیا، جایی که بامبو بیشتر از چوب استفاده می شود، اثرات اقتصادی و زیست محیطی به احتمال زیاد کمتر است.

بحث تا کنون بر مقایسه بامبو با چوب متمرکز بوده است، اما کاربردهایی نیز وجود دارد که بامبو جایگزین معقولی برای فولاد است. نوع رایج داربست در ایالات متحده و اروپا فولاد است، اما در چین و آسیای جنوب شرقی، بامبو به عنوان ماده داربست بسیار رایج است. به عنوان مثال، شکل 7.4 یک سایت ساخت و ساز در هفی، استان آنهویی، چین را نشان می دهد که از بامبو به عنوان ماده داربست استفاده می کرد.

یک حالت شکست که هنگام ساخت داربست مهم است، شکست کمانشی است. هنگام در نظر گرفتن تنش های کمانش الاستیک، محاسبات برای بامبو و فولاد کمی متفاوت است، اما آنها نقطه شروع مشابهی بدون توجه به کمانش دارند.



شکل 7.4 بامبو به عنوان مواد داربست در هفی، چین استفاده می شود. (اعتبار: A. Braham.)

از مواد، به طور کلی با فرمول اویلر، که در معادله مشاهده می شود، نشان داده می شود.

**7.1:**

Fe= (7.1)

**جایی که:**

Fe = نیروی کمانش الاستیک

E = مدول الاستیسیته

K = ضریب طول موثر ستون

L = طول پشتیبانی نشده ستون

r = شعاع چرخش

ضریب طول موثر ستون به شرایط انتهایی بستگی دارد. هنگامی که هر دو انتها پین می شوند، K = 1. هنگامی که هر دو انتها ثابت هستند، K = 0.50. اگر یک سر ثابت و سر دیگر پین شده باشد، K = 0.7071. در نهایت، اگر یک سر ثابت باشد و سر دیگر آزاد باشد تا به صورت جانبی حرکت کند، K = 2.0.

در حالی که معادله 7.1 پایه و اساس معادله کمانش بامبو و فولاد را فراهم می کند، هنگام در نظر گرفتن معادله بامبو، یک مقدار آلفا در جلوی معادله قرار می گیرد و معادله 7.2 را ایجاد می کند:

Fe = (7.2)

که در آن α تابعی از لحظه دوم مساحت است و به میزان رطوبت بستگی دارد. آلفا از 1.00 تا 2.35 متغیر است و با افزایش رطوبت افزایش می یابد.

**مثال 7.2**

یک شرکت در آرکانزاس مرکزی مایل است با استفاده از بامبو به عنوان جایگزینی برای فولاد برای داربست، کاوش کند. با این حال، آنها نگران توانایی حمل بار بامبو در مقابل فولاد هستند. فرض کنید که هر دو ماده در هر انتها به هم متصل شده باشند، طول ستون 12 فوت و شعاع چرخش هر ماده 1.25 اینچ خواهد بود. همچنین، فرض کنید که مدول الاستیسیته فولاد 28.8 × 106 psi است. فولاد را با بامبو در حالت مرطوب (α = 2.35، E = 0.97 × 106 psi) و در حالت خشک (α = 2.35، E = 1.50 × 106 psi) مقایسه کنید.

با استفاده از رابطه 7.1، نیروی کمانش الاستیک را می توان برای فولاد محاسبه کرد:

فولاد: Fe =

با استفاده از رابطه 7.2، نیروی کمانش الاستیک را می توان برای بامبو محاسبه کرد:

بامبو خشک: Fe=

بامبو مرطوب ← Fe=

**7.3 دیاگریدهای فولادی**

هنگام در نظر گرفتن مراحل چرخه عمر بالقوه فولاد، یک محصول تولیدی، پنج مرحله دارید:

1. استخراج مواد

2. پردازش مواد

3. تولید

4. استفاده از محصول

5. پایان زندگی

بازیافت شامل رفتن از مرحله پایان عمر به پردازش مواد است. با توجه به موسسه بازیافت فولاد (www.recycle-steel.org)، اگر فولاد در آمریکای شمالی ساخته شده باشد، حداقل 28 درصد محتوای بازیافتی دارد. اساساً با نادیده گرفتن یک مرحله از مراحل چرخه عمر فولاد، تخمین زده می شود که بازیافت فولاد 74 درصد انرژی مورد نیاز در چرخه عمر را ذخیره می کند. از سال 1990 تا 2013، نرخ بازیافت فولاد در آمریکای شمالی از 67 درصد به 81 درصد افزایش یافته است.

فرآیند بازیافت فولاد با تحویل فولاد به مرکز فرآیند بازیافت آغاز می شود. تمام مواد فلزی از طریق یک سری غلتک، آسیاب چکشی و سایر مکانیسم‌های خرد کردن فرستاده می‌شوند تا اندازه را کاهش داده و شروع به جداسازی مواد به فلزات آهنی، فلزات غیرآهنی و غیرفلزی (مانند پلاستیک، لاستیک، پارچه و غیره) کنند. مواد خرد شده از یک درام مغناطیسی عبور داده می شود، که فلز آهنی را جذب می کند در حالی که مواد دیگر به جریان دیگری منحرف می شوند. از طریق مکانیسم‌های مرتب‌سازی دیگر، مانند جداسازی هوا یا حتی ارزیابی انسانی، موادی (مانند مس) را انتخاب می کنند که کیفیت فولاد بازیافتی را کاهش می‌دهد. در طول تمام این مراحل، مواد را می توان برای هر گونه خواص رادیواکتیو اسکن کرد تا اطمینان حاصل شود که فولاد تازه تشکیل شده دارای ویژگی های رادیواکتیو نخواهد بود. مواد آهنی با کیفیت بالا به کارخانه های فولاد فرستاده می شوند و در محصولات جدید فولادی تکمیل می شوند.

یک استراتژی طراحی منحصر به فرد و نوآورانه که از طراحی قاب لحظه ای سنتی به عنوان سازه های پشتیبان دور می شود، یک ساختار دیاگرید است (مون و همکاران، 2007). در این طرح از مورب های محیطی استفاده شده است. این سازه ها در ساختمان هایی به ارتفاع 123 طبقه که بلند محسوب می شود و کوتاه تا شش طبقه استفاده شده است. برخی از ساختمان‌های نمادین‌تر عبارتند از برج دوربین مداربسته در پکن (که محلی‌ها به آن «شورت بزرگ» یا 大裤衩، dàkùchǎ می‌گویند)، ساختمان سوئیس ری در لندن، و برج هرست در نیویورک (کرسوی و مقهره، 2014) . برج دوربین مداربسته و برج هرست به ترتیب در شکل 7.5a و b قابل مشاهده است.

در ساختمان‌های قاب خمشی سنتی، هدف حذف تسلیم و کمانش جانبی-پیچشی تیرها و در عین حال به حداقل رساندن برش است. در ستون ها، مقاومت فشاری از طراحی کمانش جلوگیری می کند. در حین طراحی دیاگریدها، ساختمان به دو دسته وجه و فلنج تقسیم می شود. صفحات وب موازی با جهت باد غالب هستند، در حالی که صفحات فلنج عمود بر جهت باد غالب هستند. این جهت در شکل 7.6 نشان داده شده است.

در طراحی برای مقدار فولاد برای هر مورب روی تار، نیروی برشی و کرنش برشی عرضی ضروری است. برای فلنج، لحظه، سفتی خمشی و انحنا لازم است. معادله زیر برای مساحت هر مورب بر روی تار ساختمان حل می شود:

Ad.w**=**

**جایی که:**

Ad,w = مساحت هر مورب در وب

V = نیروی برشی

Ld = طول قطر

Nd,w = تعداد مورب ها در هر صفحه وب

Ed = مدول الاستیسیته فولاد

h = ارتفاع قطر

γ = کرنش برشی عرضی

θ = زاویه عضو مورب

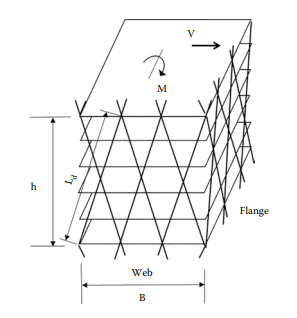
معادله مشابهی برای مساحت فولاد مورد نیاز روی اعضای مورب فلنج ایجاد شده است:

Ad,f=



شکل 7.5 (الف) 大裤衩 [ شورت بزرگ] در پکن، چین. (اعتبار: ا. براهام.) (ب) هرست

برج در نیویورک. (اعتبار: A. Braham.)



شکل 7.6 عناصر ساختاری دیاگرید. (اعتبار: A. Braham.)

**جایی که:**

Ad,f = مساحت هر مورب روی فلنج

M = لحظه

Nd,f = تعداد قطرهای روی هر صفحه فلنج

δ = سهم قطرهای شبکه برای سفتی خمشی

B = عرض ساختمان در جهت نیروی اعمالی

χ = انحنا

نمونه ای از مقایسه طراحی قاب خمشی با طرح دیاگرید توسط دشپنده و همکارانش ارائه شد. در سال 2015. یک ساختمان 60 طبقه با استفاده از یک قاب لحظه ای با تیرهای I و قاب دیاگرید با اعضای لوله ساخته شد. تیر لحظه ای قاب شامل عمق وب و عرض فلنج ستون ها، طول ستون ها و تعداد بخش ها ی قاب دیاگرید شامل قسمت بیرونی بود. قطر، قطر داخلی، ضخامت، طول، مقاطع و اتصالات داخل ساختار هر طبقه در ساختمان قاب لحظه ای 9 فوت ارتفاع داشت و هر طبقه در ساختمان دیاگرید 12 فوت ارتفاع داشت. زاویه دیاگرید برای 20 مورد اول 72 درجه بود ، و سپس از 20 تا 60 درجه به 56 درجه کاهش یافت. علاوه بر فولاد لازم برای ستون های بیرونی، هر دو ساختمان به 7900 تن فولاد نیاز داشتند تیرهای هسته و 630 تن برای تیرهای نما. جدول 7.4 به طور خلاصه مقدار فولاد مورد نیاز برای ستون های بیرونی و کل مقدار فولاد مورد نیاز برای طراحی کامل می باشد.

جدول 7.4 نشان می دهد که قاب دیاگرید تقریباً 25٪ کمتر از فولاد استفاده می کند یک ساختار قاب لحظه ای سنتی در حالی که این تحلیل واحد انجام با استفاده از نرم افزار ETABS شد این عدد معرف پروژه های واقعی می باشد. به عنوان مثال، برج هرست در شهر نیویورک گزارش شده است که تقریباً 20٪ کمتر استفاده می شود.

**جدول 7.4**

**فولاد بیرونی لازم برای ساختمان 60 طبقه**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Story** | **Moment Frame**  **(Tons Steel)** | **Diagrid Frame (Tons Steel)** | **Diagrid Angle (θ)** |
| 1–20 | 3500 | 2700 | 72° |
| 20–40 | 2100 | 356 | 56° |
| 40–60 | 1050 | 130 | 56° |
| Total steel—including beams | 15,250 | 11,248 |  |

فولاد (2000 تن، Boniface، 2006) در طراحی دیاگرید آن در مقابل قاب خمشی.

با این حال، مفهوم قاب های لحظه ای تقریباً کارآمد نیست و دارای 15-20 داستان می باشد. در حالی که قاب های خمشی دارای سختی جانبی خوبی در ارتفاعات پایین تر هستند، برای مقاومت در برابر بارهای باد و زلزله، تا در برابر این بارها مقاوم باشند. در سازه های بلندتر، تیرها به طور غیر منطقی عمیق می شوند. این عمق باعث کاهش ارتفاع موجود بین طبقات و افزایش هزینه می شود. بنابراین، ساختمان های بلند هستند به طور کلی یک ساختار لوله قاب شده، که در آن هسته داخلی (شفت آسانسور، چاه پله ها، و تاسیسات ساختمان قرار دارند) سختی را فراهم می کند و قسمت بیرونی که رو به رو ساختمان ها قرار دارند فقط سازه های پیچیده ای هستند و نمونه های آن در این بخش ارائه شده است و در نظر گرفته شده است که نوع متفاوتی از طراحی سازه ای را معرفی کند که معمولاً در برنامه درسی کالج یافت نمی شود.

**مثال 7.3**

با استفاده از داده های ساختمان 60 طبقه در جدول 7.4، تفاوت را محاسبه کنید. انتشار با استفاده از داده های زیر (از WSA، 2011):

• تقاضای انرژی اولیه (PED): 4.82 × 107 پوند بر تن

• پتانسیل گرمایش جهانی (GWP): 1.6 تن معادل CO2/تن

• پتانسیل اسیدی شدن (AP): 0.0045 تن معادل SO2/ton

• پتانسیل اوتروفیکاسیون (EP): 0.00036 تن فسفات/تن

• پتانسیل ایجاد ازن فتوشیمیایی (POCP): 0.0008 تن اتن/تن

**برای PED:** قاب لحظه ای: 15250 تن × 4.82E107 پوند بر تن = 7.35 × 1011 پوند بر تن

دیاگرید: 11248 تن × 4.82E107 پوند بر تن = 5.42 × 1011 پوند بر تن

**برای GWP:** فریم لحظه ای: 15250 تن × 1.6 تن معادل CO2 / تن = 2.44 × 104 تن معادل CO2.

دیاگرید: 11248 تن × 1.6 تن معادل CO2 / تن = 1.80 × 104 تن معادل CO2.

**برای AP:** قاب لحظه ای: 15250 تن × 0.0045 تن معادل SO2/ton = 68.6 تن معادل SO2.

دیاگرید: 11248 تن 0.0045 تن معادل SO2/ton = 50.6 تن معادل SO2.

**برای EP:** فریم لحظه ای: 15250 تن × 0.00036 تن فسفات/تن = 5.49 تن فسفات

دیاگرید: 11248 تن × 0.00036 تن فسفات/تن = 4.05 تن فسفات

**برای POCP:** قاب لحظه ای: 15250 تن × 0.0008 تن اتن / تن = 12.2 تن اتن

دیاگرید: 11248 تن × 0.0008 تن اتن / تن = 9.00 تن اتن

**7.4 سیستم های گواهی و رتبه بندی**

در فصل 5، مفاهیم پایدار در مورد آب آشامیدنی و تصفیه فاضلاب از نقطه نظر پردازش آب مورد بحث قرار گرفت. در فصل 6، انواع مختلفی از دیوارهای حائل برای جلوگیری از پر شدن زمین مورد بررسی قرار گرفت. این سه کاربرد، اما نه تنها در محیط زیست و ژئوتکنیک کاربرد دارند بلکه در حوزه های مهندسی عمران، مهندسی سازه نیز به عنوان یک سازه طراحی شده نیاز دارند به منظور اینکه امکان تصفیه آب و فاضلاب و خاک حفظ شود. از آنجایی که سازه ها در مهندسی عمران بسیار رایج هستند، ایالات متحده شورای ساختمان سبز ایالات (USGBC) یک برنامه صدور گواهینامه برای پایداری ایجاد کرد. در سال 1993، USGBC The Leadership in Energy and Environmental را منتشر کرد که طراحی یا سیستم صدور گواهینامه را LEED نامند.

سیستم LEED بر اساس نقاط است. به طور خلاصه، دسته بندی های مختلفی ایجاد شده است که پایداری یک ساختمان را کمیت می کند، و آن نکات برای یک امتیاز نهایی همانطور که LEED توسعه یافته است، برخی اعتبارات در دسته بندی ها وجود دارد که از اختیاری به الزامی منتقل شد. بر اساس امتیاز نهایی، رتبه بندی ایجاد می شود.

در سال 2016، چهار سطح از گواهینامه LEED بر اساس 110 امتیاز (به دنبال نسخه 4) وجود داشت. اگر یک ساختمان 80 امتیاز یا بیشتر کسب کند، LEED در نظر گرفته می شود و دارای گواهی پلاتین است. اگر ساختمان 60 تا 79 امتیاز کسب کند، گواهی طلای LEED در نظر گرفته می شود امتیاز 50–59 گواهینامه نقره ای LEED و در نهایت 40–49 امتیاز کسب کند دارای گواهینامه برنز LEED است. گواهینامه را می توان برای هشت نوع مختلف ساخت و ساز ساختمان اعمال کرد:

**1.** ساخت و ساز جدید و بازسازی اساسی

**2.** هسته و پوسته

**3.** مدارس

**4.** خرده فروشی

**5.** مراکز داده

**6.** انبار و مراکز توزیع

**7.** مهمان نوازی

**8.** مراقبت های بهداشتی

سپس هر یک از این هشت نوع ساخت و ساز ساختمان به هشت نوع تقسیم می شود.

دسته بندی ها:

**1.** مکان و حمل و نقل

**2.** سایت های پایدار

**3.** بهره وری آب

**4.** انرژی و جو

**5.** مواد و منابع

**6.** کیفیت محیط داخلی

**7.** نوآوری در طراحی

**8.** اولویت منطقه ای

هر نوع ساخت و ساز ساختمان دارای الزامات کمی متفاوت است و تقریبا

زیر هشت دسته، اما مفاهیم کلی و مضامین برای هر نوع مشابه است

ساخت و ساز ساختمان. جدول 7.5 چک لیست ساخت و ساز جدید را خلاصه می کند.

**جدول 7.5**

**خلاصه ای از اعتبارات ساخت و ساز جدید و نوسازی اساسیLEED**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Category (110 Points Total)** | **Credit** | **Points Possible** |
| No category (1 point total) | Integrative process | 1 |
| Location and transportation (16 points total)a | Sensitive land protection | 1 |
|  | High-priority site | 2 |
|  | Surrounding density and diverse uses | 5 |
|  | Access to quality transit | 5 |
|  | Bicycle facilities | 1 |
|  | Reduced parking footprint | 1 |
|  | Green vehicles | 1 |
| Sustainable sites (10 points total) | Construction activity pollution prevention | Required |
|  | Site assessment | 1 |
|  | Site development—protect or restore habitat | 2 |
|  | Open space | 1 |
|  | Rainwater management | 3 |
|  | Heat island reduction | 2 |
|  | Light pollution reduction | 1 |
| Water efficiency (11 points total) | Outdoor water use reduction, indoor water use reduction, building-level water metering | Required |
|  | Outdoor water use reduction | 2 |
|  | Indoor water use reduction | 6 |
|  | Cooling tower water use | 2 |
|  | Water metering | 1 |
| Energy and atmosphere (33 points total) | Fundamental commissioning and verification, minimum energy performance, building-level  energy metering, fundamental refrigerant  management | Required |
|  | Enhanced commissioning | 6 |
|  | Optimized energy performance | 18 |
|  | Advanced energy metering | 1 |
|  | Demand response | 2 |
|  | Renewable energy production | 3 |
|  | Enhanced refrigerant management | 1 |
|  | Green power and carbon offsets | 2 |
| Materials and resources (13 points total) | Storage and collection of recyclables, construction and demolition waste management planning | Required |
|  | Building life-cycle impact reduction | 5 |
|  | Building product disclosure and optimization— environmental product declarations | 2 |
|  | Building product disclosure and optimization— sourcing of raw materials | 2 |

**جدول 7.5 (ادامه) خلاصه ای از اعتبارات ساخت و ساز جدید و نوسازی اساسی LEED**

Building product disclosure and optimization— 2 material ingredients

Construction and demolition waste management 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Indoor environmental quality (16 points total) | Minimum indoor air quality performance, environmental tobacco smoke control | Required |
|  | Enhanced indoor air quality strategies | 2 |
|  | Low-emitting materials | 3 |
|  | Construction indoor air quality management plan | 1 |
|  | Indoor air quality assessment | 2 |
|  | Thermal comfort | 1 |
|  | Interior lighting | 2 |
|  | Daylight | 3 |
|  | Quality views | 1 |
|  | Acoustic performance | 1 |
| Innovation (6 points total) | Innovation | 5 |
|  | LEED accredited professional | 1 |
| Regional priority (4 points total) | Regional priority: specific credit | 4 |

a A project applying for a LEED Neighborhood Development Location applies for an umbrella 16 points, and does not need to pursue each subcredit.

بازسازی اساسی، و تعداد کل امتیازات ممکن در هر دسته و اعتبار.

برای ساخت و ساز جدید و بازسازی اساسی، 57 اعتبار وجود دارد که می توان به دست آورد. در وب‌سایت USGBC، هر اعتبار فهرستی از قصد و نیاز دارد. به عنوان مثال، برای ساخت و سازهای جدید، هدف کاهش مصرف آب در فضای باز، که لازم ان، کاهش مصرف آب در فضای باز است. نیاز می تواند با یکی از گزینه های زیر روبرو می شود: عدم نیاز به آبیاری یا کاهش آبیاری. برای گزینه اول، بدون نیاز به آبیاری، "چشم انداز نباید نیاز داشته باشد یک سیستم آبیاری دائمی بیش از یک دوره استقرار حداکثر دو ساله". برای گزینه دوم، "نیاز به آب چشم انداز پروژه باید کاهش یابد حداقل 30 درصد از خط پایه محاسبه شده برای ماه اوج آبیاری سایت." این را می توان از طریق انتخاب گونه های گیاهی و کارایی سیستم آبیاری به دست آورد. و با استفاده از ابزار بودجه آب WaterSense EPA قابل محاسبه است وجود دارد. الزامات اضافی که سطوح بدون پوشش گیاهی (قابل نفوذ یا نفوذ ناپذیر). روسازی باید از محاسبات منطقه چشم انداز حذف شود، و زمین‌های ورزشی ، زمین‌های بازی، و باغ‌های غذا ممکن است شامل شوند یا نباشند.

نمونه اعتباری دیگر برای ساخت و سازهای جدید، تسهیلات دوچرخه است. این اعتبار لازم نیست، اما در صورت رعایت یک امتیاز می توان به دست آورد. قصد دوچرخه: تسهیلات برای ارتقای کارایی دوچرخه‌سواری و حمل‌ونقل و کاهش وسایل نقلیه است مسافت طی شده" و "بهبود بهداشت عمومی با تشویق سودمندی و فعالیت بدنی تفریحی." خلاصه ای از الزامات امکانات دوچرخه می باشد. این است که این پروژه در 200 یارد (180 متر) از یک شبکه دوچرخه و تفاوت آن الزامات برای ذخیره سازی دوچرخه و اتاق دوش، از جمله کوتاه بودن و ذخیره سازی طولانی مدت دوچرخه، محل نگهداری دوچرخه، و نگهداری دوچرخه لازم است. برنامه در حالی که وب سایت USGBC کاملاً بصری ترین وب سایت برای گشت و گذار در اطراف نیست، جستجوی عبارت "ساخت و ساز جدید تاسیسات دوچرخه usgbc" را به ارمغان می آورد. خلاصه بحث بالا به عنوان لینک اول می باشد. بنابراین اگر هر یک از اعتبارات در جدول 7.5 از جذابیت خاصی برخوردار است، توصیه می شود اعتبار را در داخل گوگل جستجو کنید عبارت ارائه شده در بالا، و یک قصد و نیاز کامل باید یکی از اولین موارد لینک های ارائه شده باشد. یکی دیگر از ویژگی های جالب، امکان جستجو در ساختمان های دارای گواهینامه LEED است در وب سایت USGBC با مراجعه به www.usgbc.org/projects، یا با جستجو در آن نام یک ساختمان، ایالت، امکان بررسی چک لیست های آن تمام ساختمان های دارای گواهینامه LEED وجود دارد.

جدول 7.6 خلاصه ای از گواهینامه LEED را ارائه می دهد چک لیست سالن هیلساید در دانشگاه آرکانزاس. Hillside Auditorium امتیاز 53/110 را دریافت کرد که آن را به عنوان گواهی نقره ای LEED قرار می دهد. نمونه دیگری از ساختمان های دارای گواهینامه LEED، ساختمان علوم مهندسی مقیاس نانو است، که در ماه می 2012 گواهینامه دریافت کرد. ساختمان مهندسی علوم مقیاس نانو دارای گواهینامه طلایی LEED است و امتیاز 42/69 را دریافت می کند زمان صدور گواهینامه این گواهی از یک سیستم رتبه بندی قبلی LEED استفاده می کرد، که ارزش امتیازی متفاوتی نسبت به سالن هیلساید داشت. این دو ساختمان که در شکل 7.7 نشان داده شده است.

**جدول 7.6**

**خلاصه چک لیست تایید شده LEED برای سالن اجتماعات Hillside**

|  |  |
| --- | --- |
| **Category** | **Points (53/110)** |
| Sustainable sites | 18/26 |
| Water efficiency | 6/10 |
| Energy and atmosphere | 12/35 |
| Materials and resources | 6/14 |
| Indoor environmental quality | 8/15 |
| Innovation | 1/6 |
| Regional priority credits | 2/4 |
| Integrative process credits | 0/3 |



شکل 7.7 سالن تپه (LEED Silver) (الف) و مهندسی علوم در مقیاس نانو ساختمان (LEED Gold) (ب) در محوطه دانشگاه آرکانزاس. (اعتبار: A. Braham.)

انواع مختلف زیرساخت، یا می تواند تحت یک دسته یا "سایر" قرار گیرد.

انواع زیرساخت ها :

1. جاده ها

2. پل ها

3. خطوط لوله

4. راه آهن

5. فرودگاه ها

6. سدها

7. خاکریزها

8. محل دفن زباله

9. سیستم های تصفیه آب

هر یک از این 9 نوع زیرساخت به پنج دسته تقسیم می شوند.

هر دسته نیز چندین زیرمجموعه دارد. زیر هر زیرمجموعه چندین

دسته از اعتبارات موجود است، زیرمجموعه ها و اعتبارات موجود در زیر دسته هر دسته به شرح زیر است:

1. کیفیت زندگی: هدف، جامعه، رفاه - 13 واحد

2. رهبری: همکاری، مدیریت، برنامه ریزی - 10 واحد

3. تخصیص منابع: مواد، انرژی، آب - 14 اعتبار

4. دنیای طبیعی: مکان یابی، زمین و آب، تنوع زیستی - 15 واحد

5. آب و هوا و خطر: انتشار، انعطاف پذیری - 8 اعتبار

در نهایت، هر اعتبار تا پنج سطح از دستاورد، با افزایش امتیاز رو به رو است.

ارزش هر سطح از موفقیت برای هر پنج سطح موفقیت قابل اجرا نیستند

تمام اعتبارات پنج سطح موفقیت عبارتند از:

1. بهبود یافته (1-4 امتیاز): عملکرد بالاتر از حد معمول، کمی بیشتر است

ملزومات قانونی

2. افزایش یافته (2-9 امتیاز): نشانه هایی که عملکرد برتر در داخل است

رسیدن

3. برتر (4-13 امتیاز): عملکرد پایدار قابل توجه

4. حفظ (5-20 امتیاز): عملکرد با اساساً صفر منفی

ضربه

5. ترمیم کننده (11-25 امتیاز): عملکرد سیستم های طبیعی یا اجتماعی را بازیابی می کند.

جدول 7.7 چک لیست Envision و تعداد کل امتیازات را خلاصه می کند تحت هر دسته و اعتبار ممکن مشابه LEED باشد، هر اعتبار دارای خلاصه ای از ویژگی هایی است که شامل هدف، تعاریف سطح موفقیت، شرح، بحث در مورد ارتقاء به سطوح پیشرفت بالاتر و معیارها و مستندات ارزیابی می شود. به عنوان مثال، اعتبار حفظ دیدگاه ها و هدف شخصیت محلی این است که «طراحی پروژه ای برای حفظ شخصیت محلی جامعه و عدم تأثیر منفی دیدگاه های جامعه انجام دهد." سطوح موفقیت به شرح زیر است":

• بهبود یافته: درک و تعادل

• پیشرفته: همسویی با ارزش های جامعه

• برتر: حفظ و ارتقاء جامعه

• حفظ: ارتباطات و همکاری جامعه

• ترمیم کننده: ترمیم اجتماع و شخصیت

**جدول 7.7**

**خلاصه ای از اعتبارات Envision**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Category** | **Subcategory** | **Credit** | **Maximum Points** |
| Quality of life | Purpose | Improve community quality of life | 25 |
|  |  | Stimulate sustainable growth and development | 16 |
|  |  | Develop local skills and capabilities | 15 |
|  | Well-being | Enhance public health and safety | 16 |
|  |  | Minimize noise and vibration | 11 |
|  |  | Minimize light pollution | 11 |
|  |  | Improve community mobility and access | 14 |
|  |  | Encourage alternative modes of transportation | 15 |
|  |  | Improve site accessibility, safety, and wayfinding | 15 |
|  | Community | Preserve historic and cultural resources | 16 |
|  |  | Preserve views and local character | 14 |
|  |  | Enhance public space | 13 |
| Leadership | Collaboration | Provide effective leadership and commitment | 17 |
|  |  | Establish a sustainability management system | 14 |
|  |  | Foster collaboration and teamwork | 15 |
|  |  | Provide for stakeholder involvement | 14 |
|  | Management | Pursue by-product synergy opportunities | 15 |
|  |  | Improve infrastructure integration | 16 |
|  | Planning | Plan for long-term monitoring and maintenance | 10 |
|  |  | Address conflicting regulations and policies | 8 |
|  |  | Extend useful life | 12 |
| Resource allocation | Materials | Reduce net embodied energy | 18 |
|  |  | Support sustainable procurement practices | 9 |
|  |  | Use recycled materials | 14 |
|  |  | Use regional materials | 10 |
|  |  | Divert waste from landfills | 11 |
|  |  | Reduce excavated materials taken off site | 6 |
|  |  | Provide for deconstruction and recycling | 12 |
|  | Energy | Reduce energy consumption | 18 |
|  |  | Use renewable energy | 20 |

**جدول 7.7 (ادامه) خلاصه اعتبارات Envision**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Commission and monitor energy systems | 11 |
|  |  | Protect freshwater availability | 21 |
|  |  | Reduce potable water consumption | 21 |
|  |  | Monitor water systems | 11 |
| Natural world | Siting | Preserve prime habitat | 18 |
|  |  | Protect wetlands and surface water | 18 |
|  |  | Preserve prime farmland | 15 |
|  |  | Avoid adverse geology | 5 |
|  |  | Preserve floodplain functions | 14 |
|  |  | Avoid unsuitable development on steep slopes | 6 |
|  |  | Preserve greenfields | 23 |
|  | Land and water | Manage stormwater | 21 |
|  |  | Reduce pesticide and fertilizer impacts | 9 |
|  |  | Prevent surface and groundwater contamination | 18 |
|  |  | Preserve species biodiversity | 16 |
|  |  | Control invasive species | 11 |
|  |  | Restore disturbed soils | 10 |
|  |  | Maintain wetland and surface water functions | 19 |
| Climate and risk | Emissions | Reduce greenhouse gas emissions | 25 |
|  |  | Reduce air pollutant emissions | 15 |
|  | Resilience | Assess climate threat | 15 |
|  |  | Avoid traps and vulnerabilities | 20 |
|  |  | Prepare for long-term adaptability | 20 |
|  |  | Prepare for short-term hazards | 21 |
|  |  | Manage heat islands effects | 6 |

شرح هر اعتبار شامل بحث در مورد طراحی پروژه است، و تضمین می کند که زمینه اعتبار مشخص است. نمونه‌ای از محیط شهری از متن تقلبی، گنجاندن مناظر سنتی خیابان، انتخاب مصالح ساختمانی، یا محدودیت ارتفاع یک مثال روستایی شامل بحث در مورد دیدگاه ها و چشم انداز مناظر طبیعی، همراه با دیگر ویژگی های برجسته طبیعی و اصلی می باشد. مفهومی که در پس پیشرفت به سطوح موفقیت بالاتر است حول محور این موضوع می چرخد مفهوم به حداقل رساندن صرفاً تأثیرات بر حفظ و بازسازی، در فرآیند برنامه ریزی جامع تر که ورودی ذینفعان را در نظر می گیرد نیست. در نهایت، معیارها و سند ارزیابی شامل طرح‌ها و نقشه‌ها، اسناد خاصی که بر ویژگی‌های زمینه‌ای خاص تأکید دارند، و خلاصه‌ای از سیاست ها و مقررات موجود در حالی که این فقط یک نمونه از این اعتبار است، الف: خلاصه جامعی توسط موسسه پایدار زیرساخت (ITS، 2015) تهیه شده است.

نمونه خوبی از فرآیند صدور گواهینامه Envision را می توان در یوجین یافت. مانند اورگان، در امتداد راهرو حمل و نقل فعال خیابان آلدر (رودریگز، 2013). خیابان توسکا دارای تردد عابران پیاده و دوچرخه است. به منظور به حداکثر رساندن ایمنی و ترویج سفر با این دو حالت، شهر یوجین با دانشگاه اورگان شریک شد و منطقه ترانزیت لین برای بازسازی کامل راهروها با ترکیب ویژگی‌های جدید دوچرخه (راه‌های دوچرخه دوطرفه بافر و خلاف جریان، پیاده‌روی رنگی)، ویژگی‌های جدید عابر پیاده (پیاده‌روهای گسترده، تاج درخت جامع)، و سیگنالینگ بهبود یافته، در شهر خود اجرا کرد.

هدف نه تنها فراهم کردن فضای امن برای سفر، بلکه افزایش امکانات است برای تشویق شیوه های حمل و نقل غیر موتوری. خود ارزیابی ارائه شده است. نمره 65% "بله" برای کیفیت زندگی، 74٪ "بله" برای رهبری، 34٪45٪ امتیاز "بله" برای آب و هوا. در مجموع، ارزیابی یک کلیت ارائه داد رتبه "بله" برای تخصیص منابع، رتبه "بله" 11٪ برای جهان طبیعی، و یک59.8٪ امتیاز "بله"، که پروژه را در گواهینامه Envision Platinum قرار می دهد. با این حال، به یاد بیاورید که این صرفاً خود ارزیابی بود و نه ارزیابی گواهی شده برای ادامه مثال بالا، تحت اعتبار "حفظ دیدگاه‌ها و ویژگی‌های محلی، شهر با پاسخ مثبت به دو سؤال ارزیابی، امتیاز 2/2 را کسب کرد". در این تفسیر آمده است که "تیم پروژه از نزدیک با آن کار کرد ذینفعان برای تعویض چراغ های خیابان و احداث پیاده رو و درختکاری که شخصیت محلی را حفظ و تقویت کردند." این تفسیر خاص نشان داد نمونه هایی از نحوه کسب اعتبار توسط تیم شکل 7.8 قبل و بعد تصویر راهرو را نشان می دهد.

از آنجایی که LEED تقریباً 20 سال قبل از Envision توسعه داده شد، پروژه های LEED بیشتری در سراسر جهان در مقابل پروژه های Envision وجود دارد. با این حال، شباهت ها و تفاوت هایی بین دو سیستم صدور گواهینامه وجود دارد. زمینه‌های همپوشانی در حوزه‌های کاربردی، که تحت اعتبار هر دو سیستم قرار می‌گیرند، مانند آلودگی نوری، کیفیت روان آب طوفان و حمل و نقل جایگزین. که در در واقع، وقتی به محتوای کلی نگاه می کنیم، Envision اساساً تمام LEED را پوشش می دهد از طریق تخصیص منابع، جهان طبیعی، و دسته بندی آب و هوا. مقایسه جالب از تفاوت های این دو سیستم ناشی می شود. به طور کلی، LEED یک سیستم باینری است که در آن سوالات یا "بله" یا "خیر" هستند. با این حال، Envision دارای پنج سطح موفقیت است که نه تنها طیف بیشتری از آن را امکان پذیر می کند که باعث به وجود امدن رتبه بندی می شود، اما همچنین به مالکان و آژانس‌ها این امکان را می‌دهد که به جای اینکه صرفاً همه یا هیچ چیز را دریافت کنند، برای بهبودهای فزاینده تلاش کنند. هنگام پر کردن چک لیست، LEED ساده تر است، اما در محدوده کوچکتر، در حالی که Envision وجود دارد در سطح هر دسته ذهنی تر است، اما محدوده ی بزرگتر و انعطاف پذیرتر را فراهم می کند.

تفاوت دیگر این است که در مجموع، LEED تمایل به توسعه مجدد سایت ها و مواد دارد، در حالی که Envision تمایل دارد بر حفظ منابع تمرکز کند. این ممکن است از این واقعیت که LEED به طور انحصاری بر روی ساختمان ها تمرکز می کند ناشی شود ، جایی که Envision تلاش می کند چندین نوع مختلف زیرساخت (از جمله ساختمان ها، جاده ها، پل ها، خطوط لوله، سیلاب ها، و غیره) شامل شود. این آخرین نکته ای را که LEED متمرکز شده است نشان می دهد. تقریباً در درجه اول بر روی ستون زیست محیطی پایداری است، در حالی که Envision هر دو ستون محیطی و اجتماعی را پوشش می دهد. در حالی که هر کدام مزایا و معایبی دارند سیستم صدور گواهینامه، مقایسه مستقیم آنها جالب است و حتی بیشتر جالب خواهد شد این که ببینید که چگونه آنها در طول زمان تکامل خواهند یافت.



شکل 7.8 قبل از (الف) و بعد از (ب) کریدور حمل و نقل فعال خیابان آلدر. (اعتبار: Rodrigues, M. Applying the ISI Envision Checklist, Post Analysis Project of the Alder پروژه کریدور حمل و نقل فعال خیابانی. شهر یوجین، مهندسی فواید عمومی،19 ژوئیه 2013.)

**مثال 7.4**

شباهت ها و تفاوت های بین LEED و تجسم را به شکل گلوله خلاصه کنید.

• شباهت ها

• همپوشانی در زمینه های کاربردی

• Envision اکثر محتوای LEED را پوشش می دهد (اما نه برعکس)

• تفاوت

• LEED باینری است (بله یا خیر)، طیفی از پنج سطح را تصور کنید

• سوالات LEED ساده تر هستند، بیشتر تصور کنید

ذهنی

• LEED سایت ها را دوباره توسعه می دهد و روی مواد تمرکز می کند، Envision تمرکز می کند

در مورد حفظ منابع

• LEED به طور انحصاری بر ساختمان ها، زیرساخت های Envision تمرکز دارد

• LEED بر ستون زیست محیطی پایداری، Envision تمرکز دارد

شکاف بین رکن زیست محیطی و اجتماعی

**مشکلات تکلیف**

1. یک پیمانکار محلی در حال بررسی جایگزینی 50 درصد سیمان پرتلند بکر با خاکستر بادی بتن با 100% سیمان پرتلند دارای خاصیت فشاری می باشد. مقاومت 25 مگاپاسکال در 3 روز و مقاومت فشاری 50 مگاپاسکال در 90 روز می باشد. بتن با 50 درصد خاکستر بادی دارای مقاومت فشاری 22 مگاپاسکال است. در 3 روز و 55 مگاپاسکال در 90 روزمی باشد. با استفاده از رابطه مشترک بین استحکام فشاری و مدول الاستیسیته، مدول الاستیسیته قطعی (Ec) را در این چهار سطح مقاومت محاسبه کنید.

2. با استفاده از سطوح جایگزینی خاکستر بادی در مسئله 1، همراه با داده های مقایسه استفاده از خاکستر بادی در مقابل سیمان پرتلند، خلاصه ای از مزایای اقتصادی و زیست محیطی استفاده از خاکستر بادی در مقابل پورتلند سیمان یافته های خود را با استفاده از قالب ارائه شده در نوار کناری 1.2 مورد بحث قرار دهید"نوشتن یک مقاله با کیفیت بالا."

3. یک شرکت در مرکز ایلینوی می‌خواهد با استفاده از بامبو به عنوان جایگزین کاوش کند به فولاد برای داربست. با این حال، آنها نگران توانایی حمل بار بامبو در مقابل فولاد هستند. فرض کنید که هر دو مواد یک اتصال ثابت در هر انتها داشته باشید، طول ستون 20 فوت خواهد بود، و شعاع چرخش هر ماده 1.15 اینچ است. همچنین فرض کنید که مدول الاستیسیته فولاد 25.8 × 106 psi است. فولاد را مقایسه کنید به بامبو در حالت مرطوب (α = 2.35، E = 1.25 × 106 psi) و در حالت خشک(α = 2.35، E = 1.75 × 106 psi).

4. یک شرکت در نانجینگ چین، مایل به اکتشاف با استفاده از فولاد به عنوان جایگزین به بامبو برای داربست است. با این حال، آنها نگران توانایی حمل بار فولاد در مقابل بامبو هستند. فرض کنید که هر دو مواد یک انتها ثابت و سر دیگر سنجاق شود، طول ستون15 فوت خواهد بود ، و شعاع چرخش هر ماده 1.20 اینچ است. همچنین، فرض کنید که مدول الاستیسیته فولاد 26.7 × 106 psi است. فولاد را مقایسه کنید به بامبو در حالت مرطوب (α = 2.35، E = 1.15 × 106 psi) و در حالت خشک(α = 2.35، E = 1.65 × 106 psi)

یک نمودار از داده های محاسبه شده در مسئله مثال 7.3 بسازید. از قالب ارائه شده در نوار کناری 5.1 برای "ساخت یک نمودار با کیفیت بالا" استفاده کنید."دو مجموعه از داده‌ها را انتخاب کنید که به نظر شما جالب‌ترین هستند نظرات خود را با استفاده از قالب ارائه شده در نوار کناری 1.2 که برای برای فرموله کردن پاسخ شما می باشد. "نوشتن a مقاله با کیفیت بالا"

6. ساختمان های دیاگرید به نظر می رسد که مزایای بسیاری در طول طراحی و فرآیند ساخت را داراست، اما هنوز هم نسبتاً غیر معمول هستند. با استفاده از قالب در نوار کناری که برای1.2 "نوشتن یک مقاله با کیفیت بالا ارائه شده است" در مورد علت ساختمانهای دیاگرید ی که فکر می کنید رایج تر نیستند بحث کنید.

7. یک ساختمان دارای گواهینامه LEED در منطقه خود انتخاب کنید و امتیاز را در آن در وب سایت USGBC پیدا و لیست کنید فکر می کنید ساختمان چگونه به این امتیاز دست یافته است. و توانسته است گواهینامه LEED را دریافت کند؟

8. به نظر شما کدام سیستم صدور گواهینامه بهتر است، LEED یا Envision؟ دو آرگومان اصلی را انتخاب کنید و از قالب ارائه شده در نوار کناری استفاده کنید1.2 "نوشتن یک مقاله با کیفیت بالا" که برای ایجاد استدلال شما می باشد.

**منابع**

Ahlman, A., Edil, T., Natarajan, B., Ponte, K. System wide life cycle benefits of fly ash. 2015 World of Coal Ash (WOCA) Conference, Nashville, TN, May 5–7, 2015. Boniface, R. New York City’s first “gold” office building opens. AIArchitech, October 20, 2006, 13. Deshpande, R., Patil, S., Ratan, S. Analysis and comparison of diagrid and conventional structural system. International Research Journal of Engineering and Technology, 2015, 2(3), 2295–2300. EPA. Climate Change Mitigation Strategies in the Forest and Agricultural Sectors. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), Climate Change Division, Washington, DC, June, 1995. ITS. Envision, Rating System for Sustainable Infrastructure. Institute for Sustainable Infrastructure and Zofnass Program for Sustainable Infrastructure, Washington, DC, 2015. Korsavi, S., Maqhareh, M. The evolutionary process of diagrid structure towards architectural, structural and sustainability concepts: Reviewing case studies. Architectural Engineering Technology, 2014, 3(2), 1–11. Langley, W., Carette, G., and Malhotra, V. Strength development and temperature rise in large concrete blocks containing high volumes of low-calcium (ASTM Class F) fly ash. ACI Materials Journal, 1992, 89(4), 362–368. Lippiatt, B., Ahmad, S. Measuring the life-cycle environmental and economic performance of concrete: The bees approach. Proceedings of the International Workshop on Sustainable Development and Concrete Technology, Beijing, China, May 20–21, 2004, pp. 213–230. Lu, Y. An Investigation of High-Volume Fly Ash Concrete for Pavements. MS thesis, University of Queensland, 2007. Moon, K., Connor, J., Fernandez, J. Diagrid structural systems for tall buildings: Characteristics and methodology for preliminary design. Structural Design of Tall and Special Buildings, 2007, 16, 205–230. Ondova, M., Estokova, A. LCA and multi-criteria analysis of fly ash concrete pavements. International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering, 2014, 8(5), 320–325. Rodrigues, M. Applying the ISI Envision Checklist, Post Project Analysis of the Alder Street Active Transportation Corridor Project. City of Eugene, Public Works Engineering, July 19, 2013. Santero, N., Loijos, A., Akbarian, M., Ochsendorf, J. Methods, Impacts, and Opportunities in the Concrete Pavement Life Cycle. Concrete Sustainability Hub, Massachusetts Institute of Technology, August, 2011. Sharma, B., Gatoo, A., Bock, M., Ramage, M. Engineered bamboo for structural applications. Construction and Building Materials, 2015, 81, 66–73. Thomas, M. Optimizing the Use of Fly Ash in Concrete. IS548, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, 2007. Widenoja, R. Sub-Optimal Equilibriums in the Carbon Forestry Game: Why Bamboo Should Win But Will Not. Masters thesis, The Fletcher School of Law and Diplomacy, Tufts University, April, 2007. WSA. Methodology Report, Life Cycle Inventory Study for Steel Products. World Steel Association, 2011