

فصلنامه مطالعات کمی در مدیریت

دوره ۱۱، شماره سه، پاییز ۱۴۰۰، صص ۷۹-۱۰۴

مدیریت تولید و کاربرد بهینه محصولات بتن خرده لاستیکی

محمد کربلانی کریمی^۱، اکرم الملوک لاهیجانیان^۲، امیر هومن حمصی^۳ و علی محمدی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۱

چکیده

"مشکل به راه حل تبدیل می شود". این مهم ترین نتیجه ای است که از تولید مصالح حاصل از بتن خرده لاستیکی از پروسه بازیافت ضایعات لاستیک و تولید محصولات پرکاربرد مورد نیاز حاصل می شود. در این تحقیق جهت انتخاب بهترین محصول حاصل از بتن خرده لاستیکی از مدل تصمیم گیری چندمعیاره استفاده شده است. براین اساس مدل تصمیم گیری چندمعیاره به صورت گام به گام با روش سلسله مراتبی AHP با تهیه و تنظیم دو پرسش نامه جداگانه در دو مرحله جداگانه انجام پذیرفت و مدل سازی و تحلیل اطلاعات پرسش نامه با استفاده از نرم افزارهای EXCEL و EXPERT CHOICE مورد مطالعه قرار گرفت. اوزان معیارهای اصلی تصمیم گیری با امتیازدهی متخصصین خبره عمران و محیط زیست تعیین شد. با استفاده از نرم افزار EC وزن نسبی معیارهای اصلی نسبت به هدف اصلی که انتخاب محصول بهینه بتن خرده لاستیکی است و همچنین وزن نسبی شاخص های معیار نسبت به معیار مربوط محاسبه شد. پس از دو مرحله بررسی نتایج حاصل از دو سری پرسش نامه و بر اساس نتایج حاصل از تلفیق نتایج نرم افزار EC (مرحله دوم تحقیق)، اوزان برترین گزینه های محصولات ساخته شده از بتن خرده لاستیکی به شرح بتن خرده لاستیکی آسفالتی (crac) ۰،۲۳۵، بلوک بتنی خرده لاستیکی گاردریل بزرگراه ها ۰،۲۱۹، پانل دیوار غیرباربر پارتیشن بتن خرده لاستیکی ۰،۱۹۶، بلوک جداول خیابان از بتن خرده لاستیکی ۰،۱۷۹، تایل بتن خرده لاستیکی جهت پوشش سطوح داکت عبوری تاسیسات شهری ۰،۱۷ تعیین شدند. بنابراین، تولید محصول بتن خرده لاستیکی آسفالتی (crac) به عنوان برترین محصول به لحاظ جمع جهات در این تحقیق حائز شرایط و انتخاب گردید.

کلمات کلیدی: مدل تصمیم گیری چند معیاره، روش سلسله مراتبی AHP و آنالیز حساسیت

^۱ دانشجوی دکتری مدیریت محیط زیست گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

^۲ نویسنده مسئول، دانشیار گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. آدرس پست الکترونیکی: Lahijanian@srbiau.ac.ir

^۳ استاد گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

^۴ استادیار گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

محصولات بتن خرده لاستیکی با شعار "مشکل به راه حل تبدیل می شود"، در کشورهای پیشرفته دنیا اقدام به طراحی و ساخت پروسه تبدیل ضایعات لاستیک به بتن خرده لاستیکی نموده اند. این شرکت های برتر در زمینه تکنولوژی پاک *clean technology* در دنیا بوده و به صورت مقیاس صنعتی در زمینه تولید محصولات فعال هستند (نورپور، ۱۳۹۵). مزایای محصول بتن آسفالتی خرده

لاستیکی به شرح ذیل هستند

- ۱- بهبود عملکرد :
 - تقویت و پایداری گرمایی و نفوذناپذیری محصول (Cano, ۱۹۸۹)
 - کاهش نفوذ جهت افزایش دوام محصول (Losa, ۲۰۱۲. Anonym ous., ۲۰۲۰)
 - حفظ امکان انعطاف گرمایی محصول (Sebaaly, ۲۰۰۹)
 - ۲- کاهش هزینه :
 - کاهش فرمولاسیون ویسکوزیته به منظور سادگی فرایند (Bandini, ۲۰۱۱)
 - افزایش توان فرمولاسیون انعطاف پذیری به منظور پیوستگی بیشتر بار گذاری مواد پرکننده (McQuillen, ۱۹۸۸)
 - بهینه سازی اشباع لایه ای و پوشش با ضخامت بسیار نازک (Oikonomou., ۲۰۰۷)
 - ۳- افزایش تاب آوری :
 - استفاده ۱۰۰ درصدی از پلاستیک بازیافتی (RasdanIbrahim et al, ۲۰۱۳)
 - مشارکت به سمت اخذ استانداردهای سبز (گودشیپ ، ۱۳۹۵. Nourelhuda, ۲۰۱۲)
- در این تحقیق به منظور حصول روایی طرح و سیر مراحل مطالعه موضوع تحقیق ، ابتدا به متون علمی و مقالات مرتبط با موضوع بتن خرده لاستیکی در مراجع داخلی و خارجی مراجعه گردید.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مرحله اول: بررسی متون علمی

در این مرحله براساس اقدامات صورت گرفته در مراحل قبلی که به تفصیل ذکر گردید، با عنایات به عوامل مرتبط و استخراج موارد کلیدی، ۲۳ معیار اصلی مرتبط و تاثیرگذار بر موضوع در قالب پنج شاخه اصلی به شرح عوامل اقتصادی، زیست محیطی، فنی و تکنولوژیک، مدیریت و اجرایی، عایق بندی و ایزولاسیون به شرح ذیل تعیین گردید و گزینه های نهایی محصولات مورد استفاده از بتن خرده لاستیکی به شرح ذیل تعیین گردید :

۱- پانل پیش ساخته حفاظ بزرگراه (گاردریل)

۴- پانل پیش ساخته جداول خیابان

۵- تایل پیش ساخته پوشش بام منازل مسکونی

۶- تایل پیش ساخته پوشش کفسازی پیاده رو

۷- تایل پیش ساخته محل عبور داکت لوله های تاسیسات شهری

۸- پانل پیش ساخته دیوارهای غیرباربر (پارتیشن)

۹- بتن خودتراکم (SCC (self compact concrete)

۱۰- بتن آسفالتی خرده لاستیکی (crac)

۱۱- سازه هیدرولیکی و سرریز سدها (hydraulic dams)

۱۰- بتن غلتکی RCC

مرحله دوم: نظرات خبرگان

در زمینه اصول مدیریت، متغیرهای مستقل کیفی و شاخص های مربوط تاثیر زیادی از عوامل محیطی و ... می پذیرند و براحتی نمی توان آنها را مورد سنجش قرار داد. قضاوت خبرگان در هر تخصصی می تواند ملاک مناسبی در جهت ارزیابی و تعیین علت در آن جامعه آماری محسوب گردد. در اکثر مسائل پیچیده و با اهمیت مانند برنامه ریزی سازمان ها و نهادهای کشوری با جامعه

۸۲ / مدیریت تولید و کاربرد بهینه محصولات بتن فرده لاستیکی

تاثیرگذاری و وسیع، این بررسی مورد نیاز و موثر است. تعریف شاخص‌های کارآمد نیازمند آفرینش ایده به وسیله برانگیختن اعضای گروه جهت بررسی همه جوانب، نتیجه‌گیری و استخراج ایده‌ها از نظرات خبرگان و ایجاد ساختار سیستماتیک اطلاعات می‌باشد (اصغرپور، ۱۳۸۹).

در این مرحله جهت بررسی روایی تحقیق و تعیین معیارهای اصلی به خبرگان فن (expert) مراجعه گردید. در این مرحله نظر اساتید محترم صاحبه نظر دانشگاهی در رشته عمران و محیط‌زیست در خصوص معیارها و گزینه‌های فوق‌الذکر پس از مصاحبه با ایشان در قالب جدول ارزیابی به صورت نمره‌دهی در قالب طیف لیکرت از نمره (خیلی کم) ۱ تا نمره (خیلی زیاد) ۹ دریافت گردید و براساس جمع‌آوری و بررسی نظرات ایشان، معیارهای اصلی و قابل توجه در قالب پنج شاخه تحقیق تعیین گردید (امیری، ۱۳۹۶).

بررسی سوال‌ها تحقیق در دو مرحله متوالی پرسش‌نامه

در مرحله سوم با عنایت به معیارهای اصلی حاصل از دو مرحله قبل و با تنظیم پرسش‌نامه، تلاش می‌شود سوال‌ها تحقیق مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد. در این مرحله پرسش‌نامه‌ای با توجه به سوالات پنج‌گانه تحقیق براساس پاسخ به روش طیف لیکرت تهیه و به صاحبه نظران متخصص در رشته عمران و محیط‌زیست و بازیاخت ارائه می‌گردد. در این مرحله نظر صاحبه نظران در رشته عمران و محیط‌زیست در خصوص معیارها و گزینه‌های فوق‌الذکر در قالب پرسش‌نامه به صورت نمره دهی در قالب طیف لیکرت از نمره خیلی کم ۱ تا نمره خیلی زیاد ۹ دریافت گردید و براساس جمع‌آوری و بررسی نظرات ایشان، معیارهای اصلی و قابل توجه در قالب پنج شاخه تحقیق به شرح زیر تعیین گردید

روش‌شناسی پژوهش

همان‌طورکه در مقدمه نیز ذکر گردید، هدف از تحقیق شناسایی کاربرد بهینه محصولات تولید شده از بتن خرده لاستیکی براساس شناسایی مولفه و شاخص‌های اصلی موثر بر محصول در قالب

چارچوب جامع و نظاممند و به کارگیری ابزاری جامع مورد مطالعه بود. از این رو تنها ابزاری که می‌تواند این اهداف را تحقق بخشد، تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است (امیری، ۱۳۹۶).

روش تصمیم‌گیری چندمعیاره که به اختصار MCDM نامیده می‌شود، به عنوان محور اصلی زیرمجموعه جهت جمع‌آوری اطلاعات و ارزیابی تصمیم‌گیری در مسائل متعدد و اهداف متناقض به شمار می‌رود. MCDM می‌تواند به کاربران در درک نتایج ارزیابی شامل ارزیابی اهداف و استفاده از نتایج در یک نظام و روش اتخاذ سیاست مدیریت کاربرد کمک نماید (آقایی، ۱۳۸۶).

در واقع روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، فرایند ارزیابی گزینه‌ها جهت رتبه‌بندی و تعیین اولویت در میان مجموعه‌ای از گزینه‌هاست. لذا چنین به نظر می‌رسد روش تصمیم‌گیری چندمعیاره، ابزاری مناسب در جهت رتبه‌بندی و انتخاب بهترین محصول با توجه به ویژگی‌های چندبعدی و معیارهای اغلب متناقض آنها باشد. روش تحقیق، پژوهشی از نوع پیمایشی و تعداد ۴۰ نفر از متخصصین عمران و محیط‌زیست که در حوزه مهندسی تکنولوژی بتن و محیط‌زیست فعالیت داشته‌اند، جامعه آماری تحقیق را شکل داده‌اند. ابزار نظر سنجی و جمع‌آوری داده بر اساس مطالعات و مصاحبه و پرسش‌نامه است که با سوال‌ها در مقیاس چندگزینه‌ای و تک جوابی طرح گردید. بدین منظور اقدامات ذیل در سه مرحله جهت جمع‌آوری داده صورت گرفت:

- ۱- مرحله اول: مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی تحقیقات بین‌المللی انجام شده در زمینه بتن خرده لاستیکی و جمع‌آوری و تنظیم اولیه و کلی پرسش‌نامه
- ۲- مرحله دوم: مصاحبه با اساتید و خبرگان دانشگاهی رشته عمران و محیط‌زیست به منظور تنظیم پرسش‌نامه از داده‌های مرحله اول
- ۳- مرحله سوم: ارسال پرسش‌نامه به صاحب‌نظران حوزه تحقیق جهت جمع‌آوری داده موردنیاز در پژوهش. صاحب‌نظران جامعه آماری دارای دو مشخصه زیر جهت تأیید صلاحیت به منظور مورد سوال قرار گرفتن بودند:
- حداقل مدرک کارشناسی ارشد در تخصص‌های مرتبط با تحقیق

- سابقه کاری بیش از ۱۵ سال در حوزه مهندسی عمران و محیط‌زیست

این پژوهش از نظر هدف کاربردی است و با شیوه پیمایشی، جمع‌آوری داده‌ها به صورت میدانی و کتابخانه‌ای صورت گرفته است. سپس با استفاده از تعریف شاخص و زیرشاخص‌ها، پرسش‌نامه طراحی شده و مابین خبرگان توزیع گردید. سپس با استفاده از مدل AHP بالاترین اوزان به عنوان برترین گزینه‌ها انتخاب می‌گردند.

حجم نمونه

بر مبنای مطالعات در ادبیات آماری، انتخاب حجم نمونه به عواملی چون کمی یا کیفی بودن متغیر و حجم جامعه و نوع توزیع آماری جامعه بستگی دارد. پس اگر متغیرهای مورد مطالعه دو شرط داشته باشند، یعنی در گام اول از روش تحقیق با پرسش‌نامه با طیف لیکرت مورد استفاده قرار گیرند و در گام دوم حجم جامعه آماری کم باشد از فرمول زیر به منظور به دست آوردن حجم نمونه استفاده می‌شود. در این فرمول n حجم نمونه مورد نیاز، N حجم کل جامعه آماری، α سطح اطمینان برابر ۹۵ درصد، p نسبت موفقیت و d خطای اندازه‌گیری قابل قبول است که در تحقیق برابر ۵ در صد در نظر گرفته شده است. بعبارت دیگر با این حجم نمونه که در این فرمول محاسبه می‌شود، صحت اطلاعات در سطح اطمینان ۹۵ درصدی با خطای ۵ درصد مورد تأیید خواهد بود (کریمی، ۱۳۹۴).

در این رابطه p نسبت موفقیت است که مقدارش مانند واریانس از اطلاعات گذشته یا از پیش آزمون به دست می‌آید و اگر هیچ یک مقدور نباشد مقدار ۰,۵ در نظر گرفته می‌شود. زیرا بیشترین مقدار واریانس برای نسبت وقتی است که p برابر ۰,۵ باشد (کیرک، ۱۳۸۹).

با عنایت به این که حجم جامعه آماری مورد نظر کم است و طبق بررسی انجام شده حدود ۶۰ متخصص در این زمینه صاحب‌نظر هستند، از فرمول به نتیجه ذیل می‌رسیم:

$$n = (۶۰ * ۱,۹۴ * ۱,۹۴ * ۰,۵ * ۰,۵) / (۵۹ * ۰,۰۹ * ۰,۰۹ + ۱,۹۴ * ۱,۹۴ * ۰,۵ * ۰,۵) = ۳۹,۷۸۹ = ۴۰$$

بدین ترتیب تعداد ۴۰ پرسش‌نامه در بین متخصصان عمران و محیط‌زیست در بخش‌های مختلف فعالیت عمرانی توزیع گردید.

روش نمونه‌برداری و ابزار جمع‌آوری داده تحقیق

در تحقیق پیش رو با عنایت باینکه جامعه آماری را متخصصین صاحبه‌نظر در رشته عمران و محیط‌زیست تشکیل می‌دهند و از آنجا که محقق به اطلاعات تماس اعضای جامعه مورد تحقیق دسترسی دارد، به صورت مستقیم با تک تک افراد تماس برقرار کرده و از ایشان خواسته شد تا در تحقیق، همکاری لازم را مبذول فرمایند. با عنایت باینکه محقق جهت تکمیل پرسش‌نامه‌ها به سمت نمونه‌های درد ستروس و موجود حرکت کرده است، روش نمونه‌گیری ماهیت غیر تصادفی و قضاوتی به خود می‌گیرد. علاوه بر این ممکن است متخصصین مدنظر محقق، در برگیرنده تمام ظرفیت فکری کشور در تخصص مذکور در جامعه مورد تحقیق نباشد (کریمی، ۱۳۸۹).

در هر نوع تحقیق و پیمایش علمی به‌منظور برر سی واقعیات جامعه مورد تحقیق می‌بایست از یکی از ابزارهای مشاهده، پرسش‌نامه و مصاحبه به‌منظور جمع‌آوری داده استفاده گردد. در این تحقیق سعی شد با بهره‌گیری از تمام روش‌های مذکور، جمع‌آوری داده‌ها در سه مرحله به‌صورت مرحله‌ای از مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبه با خبرگان و در نهایت جمع‌آوری پرسش‌نامه انجام پذیرد. جمع‌آوری پرسش‌نامه در دو مرحله مجزا و با دو هدف متفاوت در پروسه تحقیق به‌شرح ذیل انجام پذیرفت:

- پرسش‌نامه اول به‌منظور پاسخ به سوال‌ها تحقیق و شناسایی معیارهای تاثیرگذار در انتخاب کاربرد بهینه محصولات حاصل از بتن خرده لاستیکی در طرح‌های عمرانی مدنظر قرار گرفت. به‌همین منظور جهت غربالگری آنها از طیف امتیازدهی لیکرت استفاده شد و معیارهایی که بیشترین میانگین امتیاز را کسب نمودند، به عنوان معیارهای اصلی در نظر گرفته شدند.

- پرسش‌نامه دوم به‌منظور وزن‌دهی به معیارهای انتخاب شده در مرحله قبلی تحقیق و پس از غربالگری در مرحله اول میدانی جمع‌آوری داده از طریق توزیع پرسش‌نامه صورت گرفت. در این مرحله، داده‌های حاصل از پرسش‌نامه جهت مدل‌سازی با روش کاربرد تکنیک تحلیل سلسله مراتبی AHP به‌منظور وزن‌دهی به معیارها به‌کار گرفته شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این تحقیق از دو سری پرسش‌نامه به‌منظور گردآوری داده‌ها استفاده گردید. روش تجزیه و تحلیل هر یک از پرسش‌نامه‌ها به‌شرح ذیل انجام گرفت:

- پرسش‌نامه اول جهت شناسایی معیارهای موثر بر انتخاب محصولات دارای کاربرد بهینه از بتن خرده لاستیکی به‌منظور غربالگری با استفاده از طیف امتیازدهی لیکرت استفاده شد و معیارهایی که دارای بیشترین میانگین امتیازی بودند به عنوان معیارهای موثر انتخاب شدند.

- پرسش‌نامه دوم جهت وزن‌دهی به معیارهای موردنظر حاصل از غربالگری در تحقیق میدانی مرحله قبل مورد استفاده قرار گرفته است و با روش کاربرد تکنیک تحلیل سلسله مراتبی AHP، وزن‌دهی به معیارها صورت گرفته است. پرسش‌نامه این مرحله به صورت مقایسات زوجی و در قالب جدول طراحی شده است. به‌منظور تحلیل اطلاعات پرسش‌نامه از نرم‌افزار EXCEL و EXPERT CHOICE استفاده شده است.

- از معیار میانگین مجموعه داده‌های پرسش‌نامه در مورد هر یک از معیارها به عنوان فاکتور مقایسه نتایج حاصل از پرسش‌نامه استفاده شد و در نهایت معیارهای اصلی جهت انتخاب گزینه‌ها، عوامل موثر و ... به عنوان خروجی آنالیز داده‌ها درنظر گرفته شدند. همچنین با استفاده از قواعد مطروحه در خصوص سنجش پایایی و روایی داده‌ها، نتایج مورد ارزیابی قرار گرفت و آزمون T-TEST بر داده‌ها انجام پذیرفت.

- بر اساس نتایج حاصل از تحلیل آماری پرسش‌نامه‌های جمع‌آوری شده از متخصصین براساس طیف لیکرت، میانگین نمرات کسب شده هر یک از معیارها به شرح ذیل از نرم‌افزار به‌دست آمد. بر این اساس طبق جدول زیر، معیارهای دارای نمرات میانگین بیش از ۵ به مرحله بعدی تحقیق و مدل‌سازی چند معیاره با روش AHP راه می‌یابند تا برترین گزینه‌ها انتخاب گردند. براین اساس معیارهای زیر جهت مطالعه در مرحله بعدی تحقیق بروش مدل‌سازی چندمعیاره و بر اساس میانگین نمرات کسب شده، تعداد ۱۷ معیار انتخاب شدند.

جدول ۱ - میانگین نمرات زیرمعیارهای انتخابی نهایی حاصل از نتایج پرسش نامه مرحله اول

ردیف	عوامل اقتصادی: Row of economic factors	میانگین average
۱	صرفه جویی در مصالح ساخت بتن Saving concrete construction materials	۵,۳۴
۲	قیمت تمام شده بتن (کاهش هزینه) (Cost of concrete (cost reduction)	۵
۳	هزینه سرمایه‌ای Investment cost	۶
عوامل زیست محیطی: Environmental factors		میانگین average
۴	ایمن ترین روش روش بازیافت ضایعات لاستیک (راهکار) The safest way to recycle rubber waste (solution)	۵,۸۳
۵	کاهش آلاینده های ناشی از استخراج شن و ماسه از معادن Reduction of pollutants from sand mining	۶
۶	کاهش اثرات سوء زیست محیطی ناشی از دفع ضایعات Reduction of adverse environmental effects due to waste disposal	۵,۶۷
۷	کاهش نشر گازهای گلخانه ای و پتانسیل گرمایش جهانی Reduction of greenhouse gas emissions and global warming potential	۵,۶۷
عوامل مدیریت و اجرایی: Management and executive factors		میانگین average
۸	وضع ضوابط و قوانین جهت الزام بازیافت ضایعات لاستیک Establishing rules and regulations to require the recycling of rubber waste	۵,۱۶۷
۹	تدوین استاندارد ملی بتن خرده لاستیکی Development of national standard for crc concrete	۶
۱۰	نیاز به پرسنل متخصص Requires specialized personnel	۶,۸۳۴
عوامل فنی: Technical factors		میانگین average
۱۱	وزن کمتر Less weight	۶
۱۲	کاهش ترک سطحی Crak surface crack reduction	۵,۳۴
۱۳	کاهش خستگی Fatigue reduction	۶,۳۴
۱۴	مقاومت در برابر حمله اسیدی Resistance to acid attack	۵
عوامل عایق و ایزولاسیون: Insulation factors		میانگین average
۱۵	میزان کیفیت عایق صوتی (آکوستیک) The quality of sound insulation (acoustic)	۵,۶
۱۶	میزان کیفیت عایق الکتریسیته The quality of electrical insulation	۵,۶۷
۱۷	میزان کیفیت عایق حرارت (اتلاف حرارت) The quality of thermal insulation (heat loss)	۵,۸۳۴

ماخذ: یافته های پژوهش

اعتبار یا روایی (Validity)، عبارت از اندازه‌گیری متغیرهای مورد مطالعه به طور واقعی است. به عبارت دیگر، اندازه‌گیری زمانی دارای اعتبار است که آنچه که موردنظر است اندازه بگیرند و نه چیز دیگری. اعتبار از طرف دیگر به معنای اندازه‌گیری واقعی متغیرها و از طرف دیگر به قدرت تعمیم‌پذیری نتایج مطالعه به جامعه بزرگ‌تر و موقعیت‌های واقعی و غیرآزمایشگاهی اطلاق می‌شود (چوبچیان، ۱۳۹۵).

تجزیه و تحلیل روایی موضوعی فراگیر در پژوهش کیفی است. نکته اصلی در این نوع از پژوهش کیفی، استفاده از مجموعه‌ای از داده‌هاست که بیشتر برای بیان تجارب و وقایعی استفاده می‌گردد که از زبان اول شخص مفرد و مانند بیوگرافی و اتوبیوگرافی ارائه می‌گردند. تجزیه و تحلیل روایی عمدتاً دیدگاه‌های گوینده و نه دیدگاه‌های جامعه را در بردارد. به هر حال، محیط و متن دارای اهمیت هستند. روایی به این پرسش پاسخ می‌دهد که ابزار اندازه‌گیری تا چه حد حیطه موردنظر را می‌سنجد. بدون آگاهی از روایی نمی‌توان، به دقت داده‌های حاصل از اطمینان داشت. براین اساس طراحی پرسش‌نامه بر پایه شاخص‌های شناخته شده در ادبیات پژوهش پس از بررسی و مطالعات کتابخانه‌ای بررسی پیشینه دقیق و مصاحبه با اساتید و خبرگان تهیه می‌شود، تا میزان روایی در سطح مطلوب قرار داشته باشد (فدوی، ۱۳۹۴).

از آنجاکه ابزار اصلی گردآوری اطلاعات تحقیق حاضر، در قالب مصاحبه و پرسش‌نامه شکل گرفته است، اعتبار روایی و پایایی تحقیق با اهمیت است. از این رو به‌منظور اطمینان از روایی پرسش‌نامه از روش کیفی یعنی تخصص خبرگان و اساتید استفاده شده است و اصلاحات و تغییرات پس از بررسی در پرسش‌نامه‌ها اعمال شده است. مطالعه روایی بدون بررسی ماهیت و معنای متغیرها امکان‌پذیر نیست. بدین منظور دو بخش اصلی روایی یعنی روایی محتوا و روایی صوری در این

تحقیق مورد تاکید قرار گرفت. به لحاظ روایی محتوا، متغیرهای اصلی پرسش‌نامه به‌طور کامل از ادبیات موضوع و منابع علمی معتبر و مطالعات بین‌المللی حاصل شده است. از لحاظ روایی صوری نیز، پرسش‌نامه مورد استفاده این تحقیق با بررسی اساتید تحقیق و خبرگان فن و اعمال نظرات ایشان در ساختار پرسش‌نامه اصلاح شده است.

پایایی پرسش‌نامه

منظور از پایایی (Reliability) یک وسیله اندازه‌گیری است که چنانچه متغیر مورد سنجش را دو یا چند بار با همان وسیله و در شرایط مشابه اندازه بگیریم، به نتایج مشابه و یکسان برسیم. پایایی به معنای ثبات و استمرار اطلاعات جمع‌آوری شده در دفعات مختلف اجرای اندازه‌گیری و قابلیت تکرارپذیری و یا به دست آوردن همان اطلاعات است. این اصل تاکید می‌کند که اندازه‌گیری در شرایط یکسان تا چه اندازه نتایج یکسانی به‌دست می‌دهد. به عبارت دیگر همبستگی میان یک مجموعه از داده‌ها با مجموعه‌ای دیگر از داده‌ها به‌صورت مستقل به‌دست آمده است چقدر است. به‌منظور اطمینان از نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های پرسش‌نامه، قابلیت پایایی پرسش‌نامه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. مقصود از پایایی یک وسیله اندازه‌گیری است که اگر خصیصه مورد سنجش را با همان ابزار اندازه‌گیری در شرایط مشابه به‌طور مکرر اندازه‌گیری شود، نتایج به‌دست آمده تا چه حد مشابه و دقیق و قابل اعتماد هستند. به‌عبارت دیگر، اگر ابزار اندازه‌گیری را در فواصل زمانی کوتاه، چند بار به یک گروه واحد ارائه شود، نتایج حاصل به هم نزدیک باشند (امیری، ۱۳۹۶).

بررسی پایایی پرسش‌نامه شماره ۱ و ۲ تحقیق

در خصوص بررسی پایایی دو پرسش‌نامه تحقیق از دو روش مختلف با عنایت به نوع پرسش‌نامه استفاده شده است. به‌منظور بررسی پایایی پرسش‌نامه اول از روش کنترل ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است. به‌منظور کنترل این ضریب که محاسبه هماهنگی درونی ابزار اندازه‌گیری از جمله

۹۰ / مدیریت تولید و کاربرد بهینه محصولات بتن فرده لاستیکی

پرسش نامه است، ابتدا واریانس نمرات هر زیرمجموعه سوالها پرسش نامه و واریانس کل محاسبه می شود. سپس با استفاده از رابطه، ضریب آلفای کرونباخ محاسبه می گردد. شایان ذکر است ضریب آلفای کرونباخ در این تحقیق با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه شده است.

پایایی پرسش نامه شماره ۱

به منظور کنترل پایایی از بازآزمایی پرسش نامه در دو فاصله زمانی به فاصله ۷ روز برای ۴ مصاحبه شونده به صورت اولیه و محاسبه شاخص پایایی پرسش نامه قبل از انجام استفاده شد. بر اساس این روش، ضریب آلفای کرونباخ برابر ۰,۸۳۹ محاسبه شد که نشان از پایایی مناسب پرسش نامه دارد.

جدول ۲ - محاسبه آلفای کرونباخ

Cronbach's Alpha	N of Items
.۸۳۹	۲۷

ماخذ: یافته های پژوهش

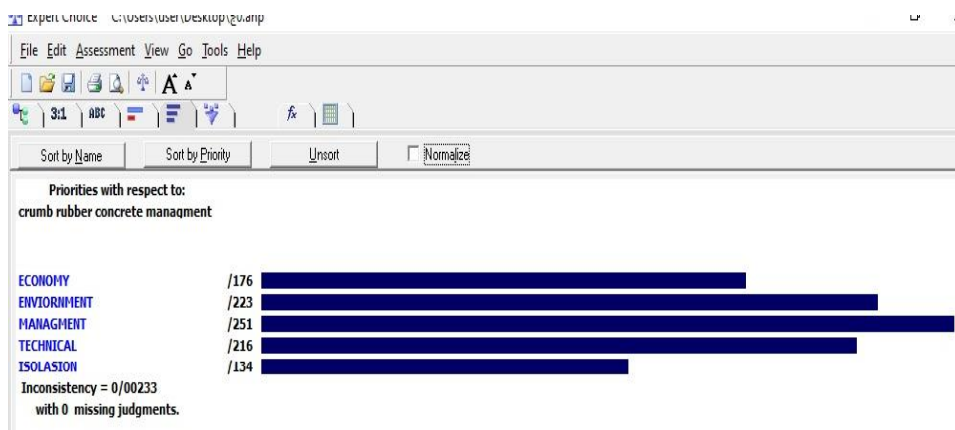
پایایی پرسش نامه شماره ۲

در مورد پرسش نامه دوم نیز، با عنایت باینکه داده های حاصل از پرسش نامه شامل اوزان حاصل از تحلیل سلسله مراتبی مربوط به مقایسات زوجی، جهت کنترل پایایی از ضریب سازگاری ماتریس نهایی استفاده می شود. فلذا جهت بررسی پرسش نامه از نرخ سازگاری استفاده می شود و میزان ناسازگاری مقایسات زوجی می بایست کمتر از ۰,۱ و در محدوده قابل قبول باشد.

محاسبه نرخ ناسازگاری

اهمیت محاسبه نرخ ناسازگاری در تأیید اولیه داده های مقایسات زوجی و استفاده از آنها در تصمیم گیری قابل توجه است. زیرا در صورتیکه نرخ ناسازگاری از ۰,۱ بیشتر باشد، ماتریس داده های مقایسات زوجی از درجه اعتبار کمی برخوردار خواهد شد و تصمیم گیری را زیر سوال خواهد برد.

یکی از مزایای مهم فرایند تحلیل سلسله مراتبی، اندازه‌گیری و کنترل سازگاری هر ماتریس و تصمیم است. محدوده قابل قبول ناسازگاری در به تصمیم‌گیرنده بستگی دارد. اما در حالت کلی ساعتی پیشنهاد می‌کند که اگر ناسازگاری تصمیم بیش از ۰,۱ باشد، بهتر است تصمیم‌گیرنده در قضاوت خود تجدیدنظر نماید. شاخص ناسازگاری به روش زیر تعیین می‌گردد. همان‌طور که در تصویر فوق ارائه شده است، براساس خروجی مدل نرم‌افزار Expert Choice نرخ ناسازگاری مدل در نرم‌افزار برابر ۰,۰۰۲۳۳ حاصل شده است و از آنجاکه نرخ ناسازگاری به دست آمده از مقدار ۰,۱ به میزان قابل توجهی کوچک‌تر است، فلذا مدل دارای سازگاری مناسب و قابل قبول می‌باشد.



شکل ۱- نرخ ناسازگاری مدل در نرم‌افزار EC

انتخاب گزینه‌های برتر

با عنایت به نتایج حاصل از پرسش‌نامه شماره ۱ و به منظور مدل‌سازی و انتخاب بهترین گزینه جهت استفاده از بتن خرده لاستیکی از داده‌های حاصل از رتبه‌بندی گزینه‌ها (محصولات بتن خرده لاستیکی) استفاده گردید. همان‌گونه که در متن پرسش‌نامه شماره ۱ ملاحظه گردید، با ارائه ده گزینه (محصول حاصل از بتن خرده لاستیکی) پیشنهادی بر اساس نظر خبرگان به منظور انتخاب و رتبه‌بندی توسط

۹۲ / مدیریت تولید و کاربرد بهینه محصولات بتن خرده لاستیکی

جامعه آماری انتخاب شده با ابزار پرسش نامه به شرح ذیل صورت گرفت. بر اساس نتایج حاصل از رتبه بندی بعمل آمده از پرسش نامه، پنج محصول برگزیده به شرح جدول ذیل توسط نمره میانگین حاصل از خرد جمعی رتبه بندی مصاحبه شوندگان انتخاب شدند :

جدول ۳ - گزینه های انتخابی نهایی حاصل از نتایج پرسش نامه مرحله دوم تحقیق

ردیف row	شرح گزینه (محصولات بتن خرده لاستیکی) Option description	نمره Score
۱	بتن آسفالتی خرده لاستیکی crumb rubber asphalt concrete (crac)	۹,۳۴
۲	پانل پیش ساخته جداول خیابان prefabricated panels of street tables	۹,۰۰
۳	تایل پیش ساخته پوشش محل عبور داکت لوله تاسیسات شهری prefabricated tiles cover the passage of the duct pipe of urban facilities	۹,۰۰
۴	پانل پیش ساخته حفاظ بزرگراه (گارد ریل) prefabricated highway guard panels (guardrails)	۸,۶۷
۵	پانل پیش ساخته دیوارهای غیر باربر (پارتیشن) Prefabricated panels for non-load-bearing walls (partitions)	۶

ماخذ: یافته های پژوهش

حال این پنج محصول منتخب بر اساس نظرات مصاحبه شوندگان پرسش نامه شماره یک، جهت انتخاب نهایی بر اساس مدل سازی به روش تصمیم گیری چند معیاره MCDM در محیط نرم افزاری و با استفاده از ابزار پرسش نامه شماره دو، به مرحله بعدی تحقیق راه پیدا می نمایند.

مدل تصمیم گیری چند معیاره

مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (Multi Criteria Decision Making)، مدل‌هایی هستند که در دو دهه اخیر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این تکنیک‌ها و مدل‌ها کاربرد بسیار گسترده‌ای در مسائل پیچیده با معیارهای متعدد و گاه متضاد دارند. همچنین دارای کاربرد در سیستم‌های پیچیده هستند. چراکه این مدل‌ها با ارائه یک چهارچوب ساختارمند موجب کاهش پیچیدگی‌های تصمیم‌گیری شده و امکان استفاده هم‌زمان از معیارهای کمی و کیفی را در فرایند تصمیم‌گیری در یک محیط تعاملی در حیطه‌های مختلف را فراهم می‌آورد. به همین دلیل جهت تصمیم‌گیری برای تحلیل و ارزیابی در یک محیط تصمیم‌گیری پیچیده به کار می‌رود.

تکنیک سلسله مراتبی

فرایندهای تحلیل سلسله مراتبی، منطق و احساسات و قضاوت‌های درونی افراد را برای اتخاذ تصمیم یا انجام کنش سازمان‌دهی می‌نمایند. برخلاف آنچه به نظر می‌رسد دانشمندان دریافته‌اند که انسان‌ها اغلب موجوداتی منطقی نیستند و اکثر اوقات قضاوت‌های افراد دارای مبانی منطقی مبهمی است. پژوهش‌گران مغز به وسیله یافته‌های خود اهمیت احساس و تجربه و درک شهودی را در رفتار انسان و تصمیم‌گیری وی بیشتر خاطر نشان نموده‌اند. این تئوری‌ها تصمیم‌گیرندگان را قادر می‌سازد تا اثرات متقابل و هم‌زمان بسیاری از وضعیت‌های پیچیده و نامعین را تشخیص داده و اولویت‌های خود را بر اساس اهداف و دانش و تجربه خود تعیین و تنظیم نمایند.

روش (AHP (Analytical Hierarchy Process روشی است مناسب در جهت اتخاذ تصمیم‌ها پیچیده که عناصر و فاکتورهای تصمیم‌گیری در آن از جنس کیفیت بوده و به سختی می‌توان آن را به جنس کمیت تبدیل نمود. این تکنیک در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال ساعتی ارائه گردید و به وسیله این روش می‌توان ابتدا مساله را به شکل ساده‌ای تبدیل نمود و سپس آن را حل نمود. تحلیل سلسله مراتبی یک ابزار مناسب جهت پیدا کردن راه‌حل عملی برای مسائل پیچیده است که شفافیت فرایند

۹۴ / مدیریت تولید و کاربرد بهینه محصولات بتن فرده لاستیکی

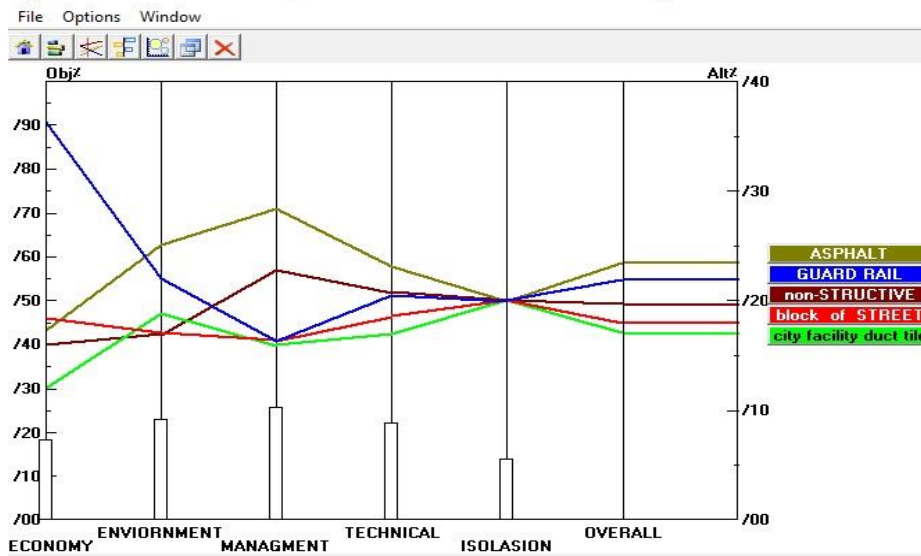
تصمیم‌گیری را افزایش می‌دهد. در واقع ابزاری برای تمرکز و توانمندسازی و آموزش و تسهیل‌گری و کنترل کیفی است. تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است. زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مساله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند. همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مساله دارد.

به منظور انتخاب برترین کاربرد بهینه محصولات حاصل از بتن خرده لاستیکی، طبق نتایج حاصله تعداد ۱۷ زیرمعیار در ۵ سطح معیار و ۵ محصول کاربردی بهینه برتر بر اساس نمرات کسب شده انتخاب گردید. براین اساس پرسش‌نامه شماره ۲ به منظور اخذ اطلاعات مربوط به مقایسات زوجی ۵ محصول بهینه برگزیده در قالب ۵ ماتریس جداگانه در ابعاد ماتریس 17×17 به شرح ذیل تهیه گردید. در این پرسش‌نامه نظرات متخصصین منتخب بر اساس میزان ارجحیت در مقایسه زوجین در هر خانه ماتریس در محل تلاقی معیارهای سطر و ستون براساس طیف لیکرت از بین نمرات ۱ تا ۹ (یک کمترین و ۹ بیشترین میزان برتری) درج گردید.

آنالیز حساسیت

هدف از آنالیز حساسیت تحلیل گرافیکی تغییر گزینه‌ها با توجه به میزان اهمیت معیارها و زیرمعیارها است. آنالیز حساسیت می‌تواند با توجه به هدف یا هر معیار یا زیرمعیار انجام شود. این فرایند نمی‌تواند در مورد پایین‌ترین سطح سلسله مراتبی انجام شود، باید حداقل معیار انتخابی جهت آنالیز دارای یک زیرمعیار باشد یا برای آنالیز هدف باید حتما دارای یک یا چند معیار باشد. در آنالیز حساسیت همیشه تغییرات سطوح پایین سطح انتخابی بررسی می‌شود. انواع آنالیز حساسیت عبارتند از:

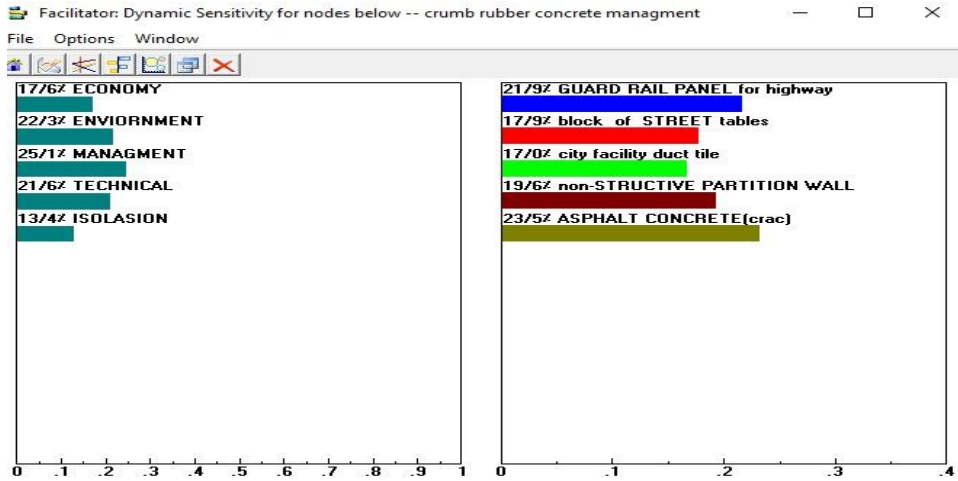
۱. آنالیز حساسیت براساس کارایی یا عملکرد Performance Sensivity



شکل ۲ - نمودار تحلیل حساسیت کارایی مدل EC

آنالیز حساسیت دینامیک پویا Dynamic Sensivity

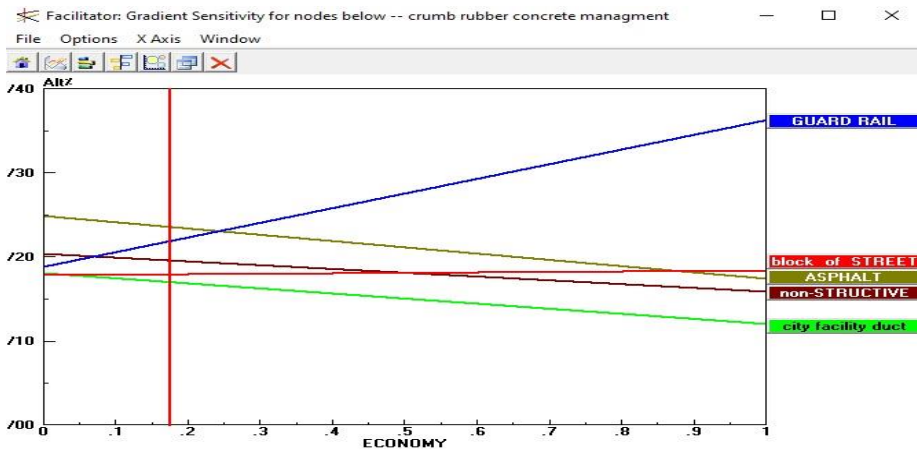
تحلیل حساسیت پویا زمانی انجام می‌شود که محقق بخواهد بداند تغییر در اولویت معیارها چگونه بر اولویت گزینه‌ها اثرگذار خواهد بود. اگر محقق احساس کند که معیاری دارای اهمیت کمتر یا بیشتر نسبت به آنچه قبلاً تعیین شده بود، در این صورت می‌توان از طریق ترسیم نمودار مربوط به هر معیار به سمت چپ و راست، اولویت معیار کاهش یا افزایش می‌یابد و تاثیر آن بر گزینه‌ها مشاهده می‌شود.



شکل ۳- نمودار تحلیل حساسیت دینامیک پویا مدل EC

آنالیز حساسیت بر اساس شیب Gradient Sensivity

نمودار این نوع تحلیل اولویت گزینه‌ها را هر بار در رابطه با یک معیار نشان می‌دهد. بر اساس نمودار ذیل، بر اساس معیار اقتصادی در تحلیل حساسیت نرم‌افزار در این روش، گزینه بتن خردده لاستیکی آسفالتی مناسب‌ترین گزینه انتخاب شده است.

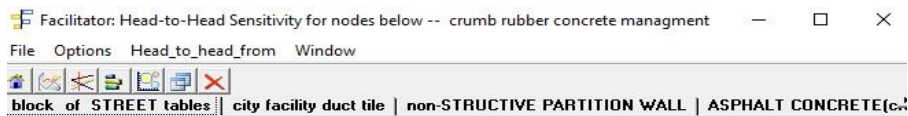


شکل ۴- نمودار تحلیل حساسیت بر اساس شیب مدل EC

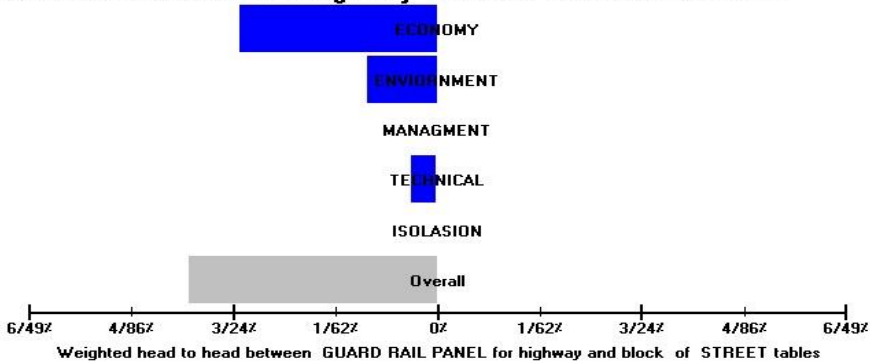
آنالیز حساسیت سر به سر Head to Head Sensivity

۹۸ / مدیریت تولید و کاربرد بهینه محصولات بتن فرده لاستیکی

نمودار تحلیل حساسیت سربه سر نشان می‌دهد که چگونه دو گزینه در خصوص معیارهای موردنظر با همدیگر مقایسه شدند. طبق نمودار تحلیل حساسیت ذیل، در بررسی دو گزینه گاردریل بزرگراه‌ها و بلوک تایل داکت تاسیسات شهری در کلیه معیارها مورد بررسی قرار گرفته است و به‌طور کلی گزینه گاردریل نسبت به تایل تاسیسات شهری به میزان ۳,۹۴ درصد ارجحیت دارد.



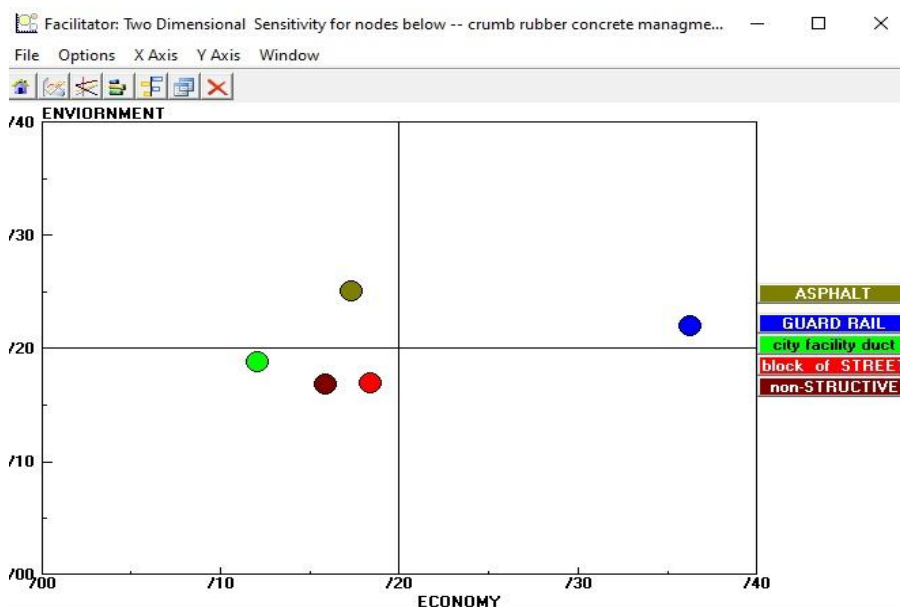
GUARD RAIL PANEL for highway \leftrightarrow block of STREET tables



شکل ۵- نمودار تحلیل حساسیت سربه سر مدل EC

آنالیز حساسیت دو بعدی Two dimensional Sensivity

نمودار این نوع تحلیل حساسیت ارجحیت گزینه‌ها، در رابطه با دو معیار به‌طور هم‌زمان نمایش داده می‌شوند. همان‌طور که در نمودار زیر مشخص است بر اساس تحلیل حساسیت دو بعدی معیارهای اقتصادی و زیست‌محیطی، دو گزینه بتن خرده لاستیکی آسفالتی و گاردریل بزرگراه به عنوان گزینه‌های ارجح مشخص شده‌اند.



شکل ۶ - نمودار تحلیل حساسیت دوبعدی مدل EC

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این تحقیق جهت انتخاب بهترین محصول حاصل از بتن خرده لاستیکی که یک مساله تصمیم‌گیری چندمعیاره است، روش تحلیل سلسله مراتبی به عنوان یک ابزار ارزیابی استفاده شده و ساختار سلسله مراتبی بر این اساس تشکیل شده است. انتخاب محصول بهینه بتن خرده لاستیکی به عنوان هدف اصلی در سطح ۱ سلسله مراتب و گزینه‌های نهایی محصولات بتن خرده لاستیکی در سطح ۴ و معیارها و زیرمعیارها در سطوح ۲ و ۳ قرار دارند. در ابتدا وزن معیارهای اصلی تصمیم‌گیری شامل معیارهای فنی، زیست‌محیطی، مدیریتی و اجرایی، اقتصادی، عایق‌بندی و ایزولاسیون با امتیازدهی متخصصین خبره عمران و محیط‌زیست و میانگین‌گیری از آنها تعیین شده و ماتریس مربوطه تشکیل گردید. در مرحله بعد وزن نسبی شاخص‌های مربوطه به هر معیار تعیین و ماتریس تشکیل گردید. با

۱۰۰ / مدیریت تولید و کاربرد بهینه محصولات بتن خرده لاستیکی

استفاده از نرم افزار EC وزن نسبی معیارهای اصلی نسبت به هدف اصلی که انتخاب محصول بهینه بتن خرده لاستیکی است و همچنین وزن نسبی شاخص های مربوط به هر معیار نسبت به معیار مربوط محاسبه شد. پس از دو مرحله بررسی نتایج حاصل از دو سری پرسش نامه و تحلیل نتایج و بر اساس نتایج حاصل از تلفیق نتایج نرم افزار EC (مرحله دوم تحقیق) و با رتبه بندی گزینه ها بر اساس معیارها و زیرمعیارها، برترین گزینه های محصولات ساخته شده از بتن خرده لاستیکی به شرح زیر تعیین می گردند. بر اساس نتایج حاصل از تلفیق نتایج نرم افزار و با رتبه بندی گزینه ها بر اساس معیارها و زیرمعیارها، مناسب ترین گزینه های محصولات ساخته شده از بتن خرده لاستیکی به شرح زیر تعیین می گردند:

۱- بتن خرده لاستیکی آسفالتی (crac): ۰,۲۳۵

۲- بلوک بتنی خرده لاستیکی گاردریل بزرگراه ها: ۰,۲۱۹

۳- پانل دیوار غیرباربر پارتیشن بتن خرده لاستیکی: ۰,۱۹۶

۴- بلوک جداول خیابان از بتن خرده لاستیکی: ۰,۱۷۹

۵- نایل بتن خرده لاستیکی جهت پوشش سطوح داکت عبوری تاسیسات شهری: ۰,۱۷

حال چنانچه به مطالعات انجام شده توسط سایر محققین در خصوص معیارهای مورد نظر جهت تطابق موضوع بازگردیم ملاحظه می شود، انتخاب این محصول به دلایل ذیل بر اساس مطالعات موجود قابل قبول است. بر اساس نتایج حاصل از آنالیز حساسیت و خروجی اوزان نرم افزار به لحاظ جمیع جهات و در تمامی روش های مورد بررسی اعم از مطالعات تجربی و پرسش نامه اول و مدل سازی به روش AHP، در خصوص برترین محصولات بتن خرده لاستیکی وحدت رویه ای حاصل گردید و محصول بتن خرده لاستیک آسفالتی (Crumb Rubber Asphalt Concrete) به عنوان برترین محصول انتخاب گردید و در مراتب بعدی، به ترتیب اولویت تولید محصولات بتن خرده لاستیکی گاردریل بزرگراه ها و پانل پارتیشن و بلوک جداول و نایل داکت به لحاظ جمیع جهات مورد پژوهش در اولویت تولید قرار می گیرند.

با عنایت به مطالعه و تنظیم مدل کسب و کار (Business Model) برای محصول نهایی انتخابی از مدل تحقیق و در جهت تولید صنعتی بتن خرده لاستیکی آسفالتی (اولویت شماره یک تحقیق)، موارد ذیل مورد بررسی قرار گرفت .

جدول ۴ - پیشنهاد بر اساس مدل کسب و کار

بوم کسب و کار				
بخش بندی مشتریان	چارچوب تعامل با مشتری در مدل کسب و کار	ارزش پیشنهادی برای مشتری	فعالیت کلیدی	شرکای کلیدی در مدل کسب و کار
مشتریان دولتی : اداره کل راه استانها شهرداری ها نهادهای دولتی	عرضه مستقیم عرضه مشارکتی	قیمت برابر با بتن کلاسیک	جمع آوری	اسپانسر
			پردازش	سرمایه گذاران
		کاهش آلودگی زیست محیطی	خرید کردن	مشتریان
			مخلوط	توزیع کنندگان
مشتریان خصوصی :	کانال ارتباط با مشتری	کاهش میزان پسماند تولیدی	تولید	
شرکتهای خصوصی فعال در زمینه راهسازی و عمران اشخاص حقیقی طرحهای خرد	سایت اینترنت تلفن مستقیم شبکه های اجتماعی		حمل	
مدل درآمد :		ساختار هزینه :		
امتیاز فروش مواد اولیه و بتن واگذاری نمایندگی تولید و عرضه واگذاری امتیاز تولید محصول گرانول		سرمایه گذاری اولیه راه اندازی خط تولید عرضه مستقیم گرانول لاستیک جهت تولید بتن توسط مشتری		

ماخذ: یافته های پژوهش

۱۰۲ / مدیریت تولید و کاربرد بهینه محصولات بتن خرده لاستیکی

بر اساس مدل کسب و کار ارائه شده در جدول فوق مشاهده می‌شود محصول بتن خرده لاستیکی با اولویت شماره یک در مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره تحقیق، قابلیت تولید صنعتی و در مقیاس زیاد در جهت تولید و عرضه کلان در جامعه هدف بازار مصالح ساختمانی و عمرانی را دارا می‌باشد و پیشنهاد می‌گردد با عنایت به منافع کلان زیست‌محیطی تولید محصول مذکور علاوه بر صرفه اقتصادی آن، در جهت فرهنگ‌سازی و ارائه اولیه محصول به بازار، شهرداری‌ها و نهادهای دولتی نسبت به سرمایه‌گذاری اولیه در جهت راه‌اندازی خط تولید محصول بتن خرده لاستیکی آسفالتی اقدام نمایند.

منابع

- ۱- اصغری‌پور، محمد جواد (۱۳۸۹)، تصمیم‌گیری چندمعیاره، چاپ هشتم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- آقایی، شیمیا (۱۳۸۶)، تصمیم‌گیری منطقی با نرم‌افزار expert choice، چاپ اول، تهران، انتشارات ارکان دانش.
- ۳- امیری، مقصود (۱۳۹۶)، تصمیم‌گیری چندمعیاره، چاپ سوم، تهران، انتشارات کیان.
- ۴- آیین، وحید (۱۳۹۴)، کاربرد لاستیک بازیافتی در راه‌سازی، چاپ اول، تهران، نشر آوا.
- ۵- چوبچیان، شهلا (۱۳۹۵)، تصمیم‌گیری چند معیاره: رویکرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی، چاپ اول، تهران، سازمان انتشارات جهاد دانشگاهی.
- ۶- فدوی، عارفه (۱۳۹۴)، تحقیق در عملیات پیشرفته، چاپ اول، تهران، انتشارات نگاه دانش.
- ۷- کریمی، رامین (۱۳۹۴)، راهنمای تحلیل آماری با SPSS، چاپ اول، تهران، نشر هنگام.
- ۸- کریمی عبدالرضا (۱۳۸۹)، انتخاب فرایند بهینه تصفیه فاضلاب با استفاده از روش AHP، فصلنامه آب و فاضلاب، شماره ۴، سال ۱۳۸۹، صص ۲۲-۳۵.
- ۹- کیرک، لی ای (۱۳۸۹)، راهنمای ساده SPSS ویراست هفدهم، چاپ اول، تهران، انتشارات تیمورزاده.
- ۱۰- گودشیپ، ونسا (۱۳۹۵)، مقدمه ای بر بازیافت پلاستیک‌ها، چاپ اول، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۱- مولانایپور، رامین (۱۳۹۶)، آموزش سریع SPSS، چاپ اول، تهران، نشر آتی نگر.
- ۱۲- نورپور، علیرضا (۱۳۹۵)، نوشتارهایی در باب مدیریت پسماند و بازیافت، چاپ اول، تهران، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

- ۱۳-Anonymous., ۲۰۰۱. Development and Implementation of Arisona Department of Transportation (ADOT) Pavement Management System (PMS) - Final Report. pp. ۳۶۶-۳۷۵.
- ۱۴- Anonymous., ۲۰۲۰. Plastic processing and composite in Greenmantra Technologies, Available online at: www.greenmantra.com.
- ۱۵-Anonymous., ۲۰۰۳. State of California Department of Transportation: Road and PAVING Materials, Annual book of ASTM (American Society for Testing and Materials), PA, USA.
- ۱۶-Bandini, P., ۲۰۱۱. Rubberized Asphalt Concrete Pavements in New Mexico. Department of civil Engineering New Mexico University, Second ed. Academic Press Inc., New Mexico State.
- ۱۷-Cano, J., ۱۹۸۹. The phoenix Experience using Asphalt rubber, National seminar on Asphalt rubber, Kansascity, USA. p.۸۸.
- ۱۸-Karacasuaa, M, Erb, A., ۲۰۱۲. Energy efficiency of rubberized asphalt concrete under low temperature conditions. portation research record, Transportation research Journal. ۱۶۸۱, pp. ۱۰-۱۸.
- ۱۹-Losa, M., ۲۰۱۲. Crumb Rubber Modified Asphalt Concrete for Low Noise surfaces, Department of Civil Engineering, Construction and Building Materials Journal, University of Pisa. ۲۲, ۳۶۸-۳۷۶.
- ۲۰-Mavridou, S., ۲۰۱۲. Integration of end - of - life tires in the life cycle of road construction, Recycling and Reuse of Used tiers. In Proceedings International Conference on Sustainable Solid Waste Management, ۲۸th-۲۹th June, Athens, Greece, p.۲۸۱.
- ۲۱-McQuillen, J., ۱۹۸۸. Economic Analysis of Rubber Modified Asphalt Mixes, Journal of Transportation Engineering. ۱۱۴, ۱۲۳-۱۳۷.
- ۲۲-Nourelhuda, M., ۲۰۱۲. Asphalt Rubber Pavement Construction. Rubberized Asphalt Foundation Journal. ۱۲, ۳۴-۴۶.
- ۲۳-Oikonomou, N., ۲۰۰۷. Asphalt Rubber Usage Guide, The use of waste tyre rubber in civil engineering. Woodhead Publishing, chapter ۹, pp. ۲۵۱-۲۸۸.
- ۲۴-Rasdan Ibrahim, M., Yati Katman, H., ۲۰۱۳. A Review on the Effect of Crumb Rubber Addition to the Rheology of Crumb Rubber Modified Bitumen, Center for Transportation Research, Hindawi Publishing Corporation Advances in Materials Science and Engineering Journal. ۴۱۵۲۴۶, ۲۷-۳۵.
- ۲۵-Sebaaly, H.K., ۲۰۰۹. Fatigue Properties of Rubber Modified Asphalt Mixtures, ۲nd workshop on Four Point Bending, University of Minho, Paris, France. P. ۹۲.

Production Management and Optimal Use of Crumb Rubber Concrete

Mohammad Karbalaee Karimi^۱, akramolmolouk lahijaniani^۲, Amir Hooman Hemmasi^۳ and Ali Mohammadi^۴

Abstract

The most important result of the production of aggregate concrete materials from the process of recycling rubber waste and the production of widely used products is to turn the problem into a solution. In this research, a multi-criteria decision model has been used to select the best product from aerated concrete. Accordingly, the multi-criteria decision model is collected step by step by AHP hierarchical method by preparing and arranging two separate series of questionnaires in two separate stages. After reviewing and analyzing the data obtained from the first stage of the questionnaire, the data in the second stage are based. Modeling and analyzing the information of the questionnaire using EXCEL and EXPERT CHOICE software has been studied and final prioritized. The weights of the main decision criteria including technical, environmental, managerial and executive, economic, insulation and insulation criteria were determined by scoring civil and environmental experts and the relevant matrix was formed.

Using EC software, the relative weight of the main criteria relative to the main goal, which is the optimal product selection of aerated concrete, as well as the relative weight of the indicators related to each criterion to the relevant criterion were calculated. After two stages of reviewing the results of two series of questionnaires and analyzing the results and based on the results of combining the results of EC software (second stage of research) and ranking the options based on criteria and sub-criteria, the weights of the best product options made from Asphalt concrete as described in Asphalt Asphalt Concrete (crac) ۰,۲۳۰, Highway Guardrail Asphalt Concrete Block ۰,۲۱۹, Non-Load Wall Panel Asphalt Partition ۰,۱۹۶, Asphalt Concrete Street Table Block ۰,۱۷۹ Asphalt Particleboard Urban facilities were set at ۰,۱۷. Therefore, the production of asphalt crumb concrete product (crac) as the best product in all respects in this study was qualified and selected.

Key words: Multi-criteria, Decision Model, AHP Hierarchical Method and Sensivity Analysis.

^۱PhD Candidate, Department of Invironmental Management, Natural Resources Faculty, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

^۲Corresponding Author, Associate Professor, Department of Invironmental Management, Natural Resources Faculty, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email Address: Lahijaniani@srbiau.ac.ir.

^۳Professor, Department of Invironmental Management, Natural Resources Faculty, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

^۴Assistant Professor, Department of Invironmental Management, Natural Resources Faculty, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.