نشریه علمی– پژوهشی امیرکبیر (مهندسی عمران و محیط زیست)
Amirkabir Journal of Science & Research (Civil & Environmental Engineering)
(AJSR - CEE)

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)
دوره چهل و شش، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۳، صفحه ۷۷ تا ۹۰
Vol. 46, No. 1, Summer 2014, pp. 77-90

بررسی وضعیت مدیریت پسماند در شهرک صنعتی چرمشهر و سالاریه با دیدگاه توسعه پایدار TBL و تحلیل سلسله مرتبی

فریدون غضبان[۱*]، حسین وحیدی[۲]، سید مسعود طایفه[۳]، علی احمدزاده[۴]، سید وحید موسوی[۵]

۱- استاد، دانشکده مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران
۲- دانشجوی دکتری، دانشکده مهندسی محیط زیست، پژوهشکده توسعه و تکنولوژی دانشگاه تهران
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی محیط زیست، دانشگاه تهران
٤- دانشجوی کارشناسی ارشد HSE، دانشگاه تهران
٥- دانشجوی کارشناسی ارشد HSE، دانشگاه تهران

(دریافت۱۳۹۱/۱/۲۰، پذیرش۱۳۹۲/۲/۳۰)

چکیده

امروزه در کشورهای صنعتی و درحال توسعه، صنایع مختلف با سرعت زیادی رو به گسترش هستند. جمع آوری صنایع در یک محل مزایایی مانند امکان مدیریت بهتر، ایجاد زیر ساخت های لازم با هزینه کمتر، کنترل آلودگی و ایجاد رقابت بیشتر و همچنین معایبی مانند تولید زباله متفاوت بسته به نوع صنایع با حجم بالا می شود. بدین منظور، کمیت و کیفیت زباله های شهرک صنعتی چرمشهر و سالاریه با بیش از ۲۰۰ کارخانه فعال و تولید سالانه حدود ۲۱ هزار تن پسماند جامد، مورد مطالعه قرار گرفت و سامانه فعلی مدیریت پسماند شهرک واکاوی شد. در ادامه، با بکارگیری روش تصمیم گیری چند معیاره روش بهینه دفع نهایی پسماند برای شهرک صنعتی شناسایی شد. بدین منظور، تکنیک AHP به همراه مفهوم توسعه پایدار TBL مورد استفاده قرار گرفت و همچنین تحلیل حساسیت برای تعیین میزان اثرگذاری هریک از معیارها در انتخاب گزینه بهینه دفع نهایی انجام شد. گزینه بازیافت با وزن 0/325 به عنوان بهترین گزینه دفع و گزینه زباله سوز با وزن ۰,۲۴۳ دومین ارجحیت و همچنین گزینه های کمپوست و دفن در زمین به ترتیب با وزن های ۰,۲۳۸ و۰,۱۹۴ به عنوان گزینه های بعدی انتخاب شده اند.

کلمات کلیدی

مدیریت پسماند، شهرک صنعتی، توسعه پایدار، TBL، AHP.

* نویسنده مسئول وعهده دار مکاتبات Email: fghazban@ut.ac.ir

۱- مقدمه

شهرک‌های صنعتی به طور معمول خارج از مناطق مسکونی و در مناطقی با امکانات حمل ونقل و دسترسی مناسب ساخته می‌شوند. مفهوم شهرک صنعتی بر چند ایده استوار است. اولین ایده، توانایی تمرکز یک یا چند صنعت خاص در یک محل برای کاهش هزینه های اقتصادی برای ایجاد زیرساخت‌هایی مانند راه ها، خطوط راه آهن (ریلی)، شبکه برق، شبکه آب رسانی، فاضلاب و خطوط گاز است. دومین ایده، تشویق و جذب سرمایه های جدید برای منطقه صنعتی مورد نظر است. سومین ایده، کاهش اثرات مضر محیط زیستی ناشی از صنایع و همچنین کنترل آلودگی های تولیدی ناشی از صنایع خاص است. ایده آخر، ایجاد رقابت بین صنایع و کارخانه های شهرک برای کسب سود بیش تر است (۲).

امروزه با گسترش صنعت، تعداد شهرک های صنعتی وهمچنین صنایع وکارخانه های مختلف جدید در کشور رو به گسترش است. هر صنعت در کنار فرایند تولید محصول خود باعث تولید زباله و زائده های مختلفی می‌شود. زائدات صنعتی اغلب به دلیل ویژگی‌های خاصشان جزء زائدات خطرناک محسوب می شوند. پیشینه مدیریت آنها به تصویب قانون بازیابی وحفاظت منابع (RCRA) در سال ۱۹۷۶ درایالت متحده آمریکا باز می گردد.

اختلاط پسماندهای صنعتی با پسماندهای شهری که معمولا غیر خطرناک محسوب می شوند منجر به تدوین چندین آیین نامه برای مدیریت مستقل پسماندهای صنعتی شد. در حال حاضر در بسیاری از کشورهای جهان طرح های جامع مدیریت مواد زائد جامد صنعتی تهیه و در دوره های زمانی میان مدت وطولانی مدت به مرحله اجرا گذاشته شده است. باتوجه به توسعه وافزایش شهرک های صنعتی، مدیریت، جمع آوری، حمل ونقل، بازیافت و در پایان دفع پسماندهای صنعتی وشبه خانگی در این مجتمع ها اهمیت ویژه ای دارد. مطالعات اخیر نشان از موفق نبودن مدیریت شهرک‌های صنعتی از لحاظ حفاظت از محیط زیست، به خصوص مدیریت پسماند، بدلیل توجه ناکافی به انجام مطالعات و رعایت الزامات زیست محیطی است (۱).

ازمهم ترین قسمت های مدیریت پسماندهای جامد انتخاب روش دفع نهایی است. با توجه به میزان ونرخ تولید پسماند و همچنین نوع زباله تولیدی انواع مختلف روش دفع مانند دفن بهداشتی، کمپوست، زباله سوز و بازیافت را می توان انتخاب نمود. از طرفی انتخاب از بین گزینه‌های مختلف با توجه به خصوصیات و پیامدهای متفاوت آنها مانند: سازگاری روش انتخابی با ماهیت زباله، هزینه‌های تحمیلی، اثرات محیط زیستی روش منتخب و معیارهای متعدد دیگر از این دست، پیچیده و دشوار است. از این رو در این تحقیق بعد از بررسی وضعیت فعلی مدیریت پسماند شهرک صنعتی مورد مطالعه، کسب اطلاعاتی درباره وضعیت کنونی تولید پسماند، کیفیت آن، رویه کنونی دفع نهایی پسماند، تبعات روش دفع مورد استفاده کنونی با مدل-سازی فرآیند تصمیم گیری، به انتخاب روش بهینه دفع نهایی پرداخته شده است.

روش های تصمیم گیری چند معیاره، روشهای مناسبی برای انتخاب یک گزینه مناسب در حالت وجود معیارهای ناهمگون و مختلف در کنار یکدیگر است. از انواع این روشها که به طور گسترده ای اخیرا در تحقیقات مختلف محیط زیستی استفاده شده اند، می توان به روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) (3)، روش ELECTRE (4-۶)، PROMETHEE (6 ، 7) و یا MAUT (9 - 11) اشاره نمود. در این مطالعه با توجه به مسئله پیش رو و نیز محبوبیت استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی در مطالعات و مقالات گذشته محیط زیستی از این روش استفاده شده است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در حل مسائل مدیریت پسماند در بخش‌ها و موضوعات متنوعی مانند مدیریت پسماندهای بیمارستانی (12)، زباله های شهری (13)، حمل و نقل مواد زاید خطرناک (14)، مکان یابی محل دفن (15] - [18]، جمع آوری زباله (19) و تخصیص زباله (برای روش های گوناگون دفع با توجه به ظرفیت هر روش) (20) به کار گرفته شده است.

در این تحقیق برای انطباق فرآیند تصمیم گیری با مفهوم توسعه پایدار و هم خوانی روش دفع منتخب با اصول آن، مفاهیم روش TBL با تکنیک تحلیل سلسله مراتبی ترکیب شده است. اصطلاح توسعه پایدار بعد از انتشار گزارش "آینده مشترک ما" توسط کمیسیون جهانی محیط زیست وتوسعه در سال ۱۹۸۷ توجه بسیاری را به خود جلب نمود. در این گزارش، توسعه‌ای مد نظر قرار گرفته است که طی آن برآورده شدن نیازهای حال

حاضر سبب به مخاطره افتادن توانایی نسل‌های آینده برای رفع نیازهای شان نخواهد شد. بعد از برگزاری کنفرانس سازمان ملل متحد در ریو دوژانیرو، اهداف توسعه پایدار در سه دسته کلی با عنوان های رفاه محیط زیستی ،اقتصادی و اجتماعی به طور همزمان در نظر گرفته شدند (21).

۲- مواد و روش ها

در این قسمت، مباحث معرفی محدوده مطالعاتی، بررسی وضعیت فعلی **مدیریت** پسماند در منطقه مطالعاتی (شامل شناسایی و طبقه بندی گروههای صنعتی، بررسی کمی و کیفی زباله تولیدی)، مروری بر روش TBLو روش تحلیل سلسله مراتبی به ترتیب توضیح داده می شود.

۲-۱- موقعیت جغرافیایی و وضعیت فعلی مدیریت پسماند در منطقه مطالعاتی

شهرک صنعتی چرمشهر وسالاریه با مساحت تقریبی ۲۲۵ هکتار و ارتفاع متوسط ۸۴۰ متر از سطح دریا در استان تهران و در جنوب غربی شهرستان ورامین قرار گرفته است.

در حال حاضر این شهرک دارای ۲۱۱ واحد صنعتی فعال است که به طور خلاصه شامل ۳۵ واحد خدماتی ، ۵۲ واحد شیمیایی، ۴ واحد غذایی، ۴ واحد فلزی و ۱۱۶ واحد نساجی است. شهرک دارای سیستم فاضلاب بوده و فاضلاب جمع آوری شده به تصفیه خانه شهرک منتقل وتصفیه می شود. سایر زایده های شهرک مانند زباله های جامد صنایع و زباله های شبه خانگی توسط یک کامیون جمع آوری و به اطراف شهرک منتقل و تلنبار می شوند.

لجن سپیک کارخانه ها توسط یک دستگاه بیل مکانیکی وکامیون مخصوص حمل زباله جمع آوری و به حوضچه های تبخیر (خشک کن لجن) منتقل می شوند. تعداد این حوضچه ها ۱۰ عدد بوده که در کل دارای حدود ۳۹۵۰۰ متر مکعب لجن خشک هستند. محل شهرک و نقشه منطقه در شکل (۱) نمایش داده شده است.

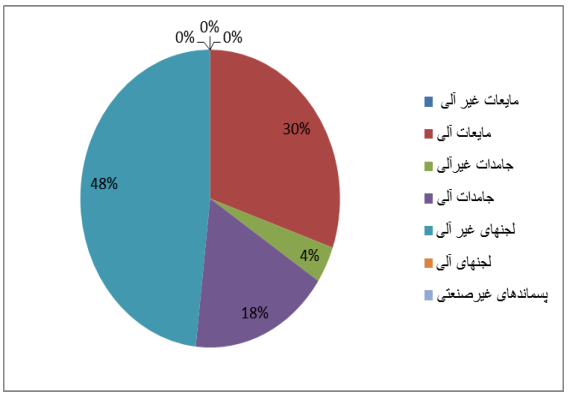
شکل (۱): نقشه محل شهرک، محل دفن و تصفیه خانه کنونی

۲-۲- اطلاعات جمع آوری شده از شهرک

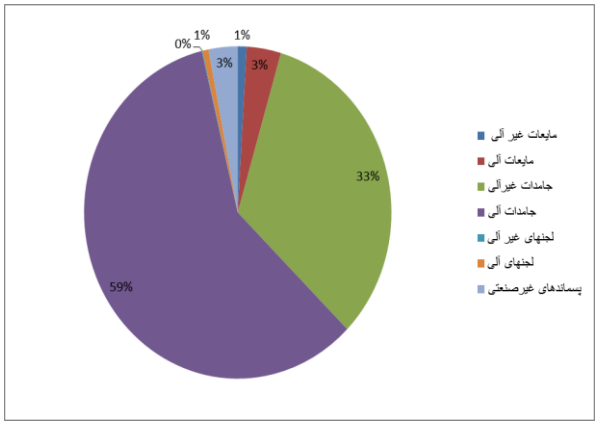
اطلاعات پسماند تولیدی هر کارخانه با مراجعه حضوری و کسب اطلاعات درباره مراحل و جزئیات عملیات تولید محصولات، کمیت و کیفیت تولید هر نوع پسماند و نحوه مدیریت آن توسط کارخانه انجام شد. در این شهرک با توجه به تعداد بالای صنعت چرم و سالامبور، پسماندهای این صنعت یکی از مهمترین زباله های خطرناک تولید شده در شهرک به حساب می آیند. زباله های صنعت چرم سازی و سالمبور به دلیل دارا بودن حجم بالای فلز سنگین کروم، پسماندهای خطرناک محسوب می‌شود.

سالانه بیش از ۲۱۰۸۶ تن زباله در شهرک صنعتی چرمشهر و سالاریه تولید می شود که حدود ۱۷۵۴۴ تن آن پسماند صنعت چرم و ۳۵۴۲ تن پسماند صنعت سالامبور است. همچنین، ۵۰ درصد از پسماند تولیدی صنعت چرم، ۸۳ درصد از پسماند صنعت سالامبور و به طور کلی ۴۴ درصد از کل پسماند تولیدی شهرک جز پسماند های خطرناک محسوب می‌شوند. به طور کلی طبق مطالعات پیشین، پردازش هر یک تن مواد خام ورودی در صنعت چرم باعث تولید ۲۰۰ کیلوگرم محصول نهایی چرم (شامل ۳ کیلوگرم کروم)، ۲۵۰ کیلوگرم زباله های غیر دباغی شده جامد، ۲۰۰ کیلوگرم زباله دباغی شده (حاوی ۳ کیلوگرم کروم) و ۵۰۰۰۰ کیلوگرم فاضلاب (حاوی ۵ کیلوگرم کروم) می شود (22). زباله‌های تولیدی شهرک بر اساس فهرست پیشنهادی سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا دسته‌بندی شدند و نرخ تولید هریک از آن‌ها برای کلیه صنایع مستقر در

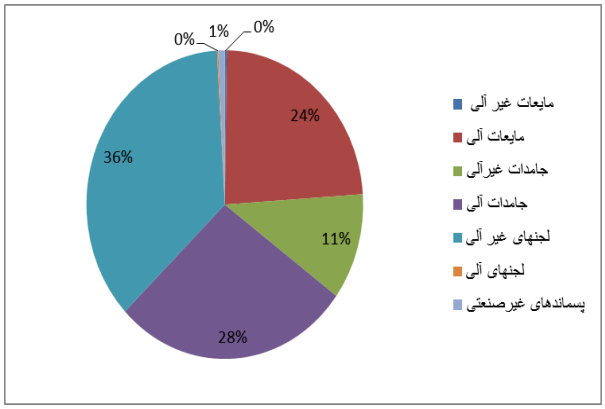
شهرک تعیین و در جدول (۱) و (۲) وارد شد. همچنین این نتایج در شکل‌های (۲)، (۳) و (۴) بررسی شده‌اند.



شکل (۲): درصد پسماندهای صنعت چرم در شهرک



شکل (۳): درصد پسماندهای تولیدی در صنایع غیر چرمی شهرک



شکل (۴): درصد کل پسماندهای تولیدی در شهرک

جدول(۱) : نرخ تولید زباله در شهرک بر اساس نوع صنایع (تن در سال)

سری کدفرم	نوع صنایع							کل
	غذایی	برق	چرم	سلولزی	غیر فلزی	فلزی	شیمیایی	
مایعات غیر آلی	۰/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴/۶۴	۰/۰	۶۴/۸
مایعات آلی	۰/۰۵۴	۵/۵	۱/۶۳۹۷	۸/۱۳	۰/۰	۷/۵۳	۸/۱۲۴	۹/۶۶۴۸
جامدات غیرآلی	۹/۱۴۱	۳/۸	۰/۸۴۰	۵/۶	۵/۱۶۲۱	۱/۳۹۸	۴/۱۱۷	۸/۳۱۳۲
جامدات آلی	۱/۱۹۳۷	۶/۱۸	۶/۳۶۸۱	۸/۲۲۹	۵۹/۲	۸/۳۵	۱/۱۸۲۶	۲/۷۷۸۸
لجنهای غیر آلی	۰/۰	۰/۰	۱/۱۰۱۶۷	۰/۰	۰/۰	۶/۴	۰/۱	۶/۱۰۱۷۳
لجنهای آلی	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۴۳/۸	۴۳/۸
پسماندهای غیرصنعتی	۳/۳۲	۸/۱	۰/۰	۳/۴	۱۰/۴	۱/۱۴	۰/۱۵۱	۰/۲۱۳
مجموع	۷/۲۱۶۵	۲/۳۴	۸/۲۱۰۸۵	۶/۲۵۲	۱/۱۶۹۱	۵/۵۷۲	۲/۲۲۶۳	۱/۲۸۰۶۵

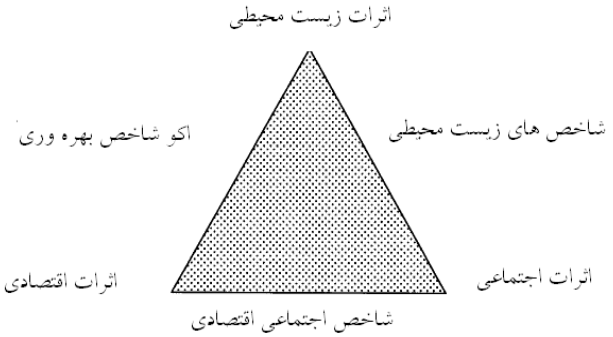
جدول(۲) : نرخ تولید زباله صنعت چرم(تن در سال)

نوع پسماند	نرخ تولید (کیلوگرم برای هر پوست)	میزان تولید روزانه (Kg)	قابلیت بازیافت (٪)
زائدات نمک	۴۷/۰	۱۷۳۴	۰
شاخ، گوش، دم و سم	۵۴/۱	۵۶۱۶	۲۰
چربی لش زنی	۸۴/۵	۲۱۳۲۴	۷۰
زائدات پلاستیکی	۰۹/۰	۳۳۱	۱۰۰
دورگیری	۵۸/۰	۲۱۱۹	۱۰۰
دورگیری چرم	۴۹/۰	۱۷۸۵	۸۰
لجن سپتیک	۷	۲۵۵۷۲	۰
مجموع	۵۷/۱۶	۵۸۴۸۰	۲۸

۲-۳- ارزیابی توسعه‌پایدار در مدیریت مواد زائد جامد

توسعهٔ پایدار بصورت بین‌المللی مفهومی شناخته شده از طریق کمیسیون جهانی محیط زیست و توسعه و گزارش آنها با عنوان *"آیندهٔ مشترک ما"* بدست آورده است (23). در بین تمامی تعاریف داده شده، محوریترین ایده مربوط به کمیسیون جهانی توسعه و محیط زیست بوده که در ۱۹۸۷ تبیین شده است. بر اساس این تعریف، توسعه‌ای پایدار است که بتواند "احتیاجات نسل حاضر را بصورت یکنواخت و بدون فدا نمودن توانایی نسل‌های آتی برای برآورده‌سازی نیازمندی هایشان تأمین نماید". از آن هنگام این بیان موجز و پرمحتوا به طور گسترده از سوی دولت‌ها، نهادهای بین‌المللی، سازمان‌ها و شرکت‌های تجاری، مؤسسات علمی و دانشگاهی و گروه‌های غیردولتی پذیرفته و به کار گرفته شده است. بدین ترتیب به موازات آن که ارتباط میان رشد اقتصادی و ابعاد اجتماعی و زیست محیطی بهتر درک می‌شود، متخصصان و اقتصاددانان بر این هم نظراند که توجه یکجانبه به رشد اقتصادی، به نحو اجتناب ناپذیری توسعه را ناپایدار می‌نماید، یعنی نمی تواند برای مدت طولانی به همین روش ادامه یابد. این جنبه و سایر جنبه‌های توسعه نیز در بیانیهٔ کنفرانس UN در ریو دوژانیرو در سال ۱۹۹۲ توضیح داده شده است (24). بر اساس چنین الگوهایی طرفداران توسعهٔ پایدار، پاسخگویی به نیازهای آتی نسل بشر را وابسته به تعقیب اهداف متوازن اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی می دانند. ممکن است این اهداف در کوتاه مدت با هم در تعارض به نظر برسند، اما در بلندمدت یکدیگر را تقویت می‌نمایند. برای مثال به منظور پایدار ماندن رشد اقتصادی، این رشد باید بر حجم مشخصی از منابع و خدمات طبیعی، مانند جذب آلودگی‌ها و بازتولید منابع وابسته باشد و بنابراین استفاده مسؤولانه از منابع زیست محیطی سبب می‌شود تا منابع لازم برای رشد اقتصادی جوامع آینده باقی بماند و پایداری توسعه را در درازمدت رقم بزند.

بدین ترتیب توسعه ای پایدار تلقی می‌شود که خواسته‌های ذینفعان مختلفی را از نسل حاضر و نسلهای آینده برآورده سازد و این مهم را همزمان در سه حوزهٔ اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی محقق نماید. اهداف توسعهٔ پایدار را معمولاً در سه حوزهٔ اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی دسته بندی نموده و شاخص‌هایی را برای اندازه گیری توسعه‌یافتگی در این جنبه‌ها تعریف می‌کنند. حوزه اجتماعی، شاخص‌هایی را مورد توجه قرار می‌دهد که در ارتباط مستقیم با انسان است و به‌عنوان متعادل کننده یا بازدارندهٔ فرآیند ارتقاء کیفیت زندگی مردم در جوامع عمل نماید. حوزهٔ اقتصادی، ناظر بر چگونگی توزیع و استفادهٔ منابع محدود مورد نیاز برای ارتقاء زندگی مردم است و بالاخره حوزهٔ زیست محیطی مربوط به منابع طبیعی تجدید پذیر و تجدید ناپذیری است که فضای عمل و زندگی انسان را تشکیل می‌دهد (21). نمایی از این تئوری در شکل (۵) آمده است.



شکل (۵) : مفهوم ارزیابی توسعه پایدار در روش TBL

۲-۴- تحلیل سلسله مراتبی

تکنیکAHP نخستین بار توسط توماس ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد. این تکنیک بطور گسترده در حوزه‌های مختلف تصمیم‌گیری چند معیاره از قبیل ارزیابی، برنامه‌ریزی و توسعه، تصمیم‌گیری، پیش‌بینی و غیره بکار گرفته شده است (25).

در تکنیک AHP یک مسئله پیچیده به تعدادی مسئله ساده تقسیم می‌شود؛ بدین ترتیب یک مسئله پیچیده بصورت سلسله مراتبی از مسائل ساده‌تر ساختاردهی و ساده‌سازی، می‌شود بگونه ای که هدف نهایی در بالاترین سطح سلسله مراتب و گزینه‌های تصمیم‌گیری در پایین‌ترین سطح قرار می‌گیرند. پس از تشکیل سلسله مراتب، تعیین وزن معیارها با استفاده از مقایسه‌های زوجی و با بکارگیری مقیاس ارجحیت ۹ تایی ساعتی انجام می‌شود. مزیت مقایسات زوجی آن است که فرد تصمیم گیرنده فارغ از سایر گزینه‌ها تنها به اولویت بندی ۲ گزینه مورد مقایسه می‌پردازد (26).

پس از تعیین وزن معیارها نوبت به مقایسات زوجی گزینه‌های تصمیم و تعیین اولویت آنها با توجه به تک تک معیارها می‌رسد.

یک فرآیند AHP شامل مراحل زیر است:

- بیان مسئله و تعیین هدف (27)
- تشکیل سلسله مراتب مسئله (27)
- تشکیل ماتریس مقایسات زوجی (A) برای سطوح مختلف سلسله مراتب (27-28)
- تکمیل ماتریس ها با بکارگیری جدول ترجیحات ۹ گانه ساعتی.

اگر $C= \{C_j \mid j= 1,2,3, .. , n\}$ مجموعه‌ای از معیارهای تصمیم باشد، نتیجه مقایسات زوجی در ماتریس $n\times n$ بنام ماتریس A نشان داده شده است که در این ماتریس هریک از مولفه‌های ماتریس A یعنی a_{ij} ، حاصل تقسیم وزن معیار a_i بر وزن معیار a_j است (29). خارج قسمت این تقسیم در قالب جدول ارجحیت ۹ تایی ساعتی ارائه شده است (30). مراحل بالا برای تمامی گزینه‌ها تکرار می‌شود. محاسبه وزن نهایی معیارها و گزینه‌ها (بردار وزن ماتریس‌ها ((w1,w2,…,wi)) و تحلیل سازگاری با استفاده از مقدار ویژه ماتریس انجام می‌شود (30). در این تحقیق برای انجام محاسبات وزن‌دهی از نرم افزار تصمیم خبره (Expert Choice) استفاده شده است که بطور پیش فرض مقدار وزن‌ها را با استفاده از روش بردار ویژه محاسبه می‌نماید.

$$\tilde{A} = \{\tilde{a}_{ij}\} = \begin{pmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \cdots & \tilde{a}_{nn} \end{pmatrix} \quad (۱)$$

$$A * w_i = \lambda_{\max} * w_i, i = 1,2\ldots,n \quad (۲)$$

$$CI = \frac{\gamma_{\max} - n}{n-1} \quad (۳)$$

آنالیز سازگاری با محاسبه نرخ سازگاری انجام می‌شود. نرخ سازگاری از تقسیم ایندکس سازگاری (CI) بر ایندکس تصادفی بودن (RI) بدست می‌آید. $\lambda_{\max}$ مقادیر ویژه ماتریس است. اگر نرخ سازگاری کمتر از ۰,۱ باشد نشان‌دهنده‌ی آن است که قضاوت‌های انجام شده سازگار هستند (31) درغیر این‌صورت لازم است که در قضاوت‌ها تجدیدنظر شود:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (۴)$$

در پایان از تلفیق اوزان گزینه‌ها و معیارها گزینه برتر شناسایی می‌شود.

در این مطالعه برای امتیازدهی با استفاده از پرسشنامه، نظر ۱۰ مسئول یا مدیر کارخانه در شهرک، ۲ نفر از کارکنان پسماند

بخش مدیریت شهرک، ۴ استاد دانشگاه و همچنین ۸ کارشناس پسماند شهری (در شهرداری تهران) جمع‌آوری و استفاده شده است.

۲-۱- گزینه های دفع

روش‌های متنوعی برای دفع نهایی زباله‌های جامد وجود دارد که بر حسب نوع زباله و میزان تولید آن دارای مزایا و معایب گوناگونی هستند. با توجه به ماهیت پسماند تولیدی نظیر پسماندهای چرم و یا سایر صنایع، چهار گزینه دفع نهایی شامل محل دفن بهداشتی(A1)، زباله‌سوز (A2)، بازیافت (A3) و کمپوست (A4) شناسایی و پیشنهاد شده‌اند.

۲-۵- معیارهای تصمیم‌گیری

معیارهای تصمیم‌گیری در این تحقیق مبتنی بر روش ارزیابی توسعه پایدار TBL، در سه دسته کلی معیارهای زیست محیطی، معیارهای اقتصادی و معیارهای اجتماعی بررسی شده‌اند. این معیارها براساس شرایط محلی و اقلیمی منطقه مورد مطالعه انتخاب شده‌اند و سعی شده تا تمام عوامل موثر بر روش‌های دفع پیشنهاد شده در آن دیده شوند. معیارهای انتخاب شده در ادامه آورده شده‌اند:

۲-۶- اثرات زیست محیطی (C1)

این معیار شامل ۳ زیر معیار بازیابی منابع (C11) ، آلودگی‌ها (C12) و اثر بر تغییرات آب و هوایی (C13) است. معیار بازیابی منابع به دو محور میزان مواد قابل بازیابی (C111) و میزان انرژی قابل بازیابی (C112) تفکیک شده است. زیر معیار آلودگی‌ها در سه شاخه آلودگی‌های هوا (C۱۲۱)، منابع آب (C۱۲۲) و خاک (C۱۲۳) بررسی می‌شوند و زیر معیار اثرگذاری بر تغییرات آب و هوایی به ۳ زیر بخش تولید گازهای گلخانه‌ای (C۱۳۱) ، پتانسیل اسیدی شدن (C۱۳۲) و پتانسیل اکسیداسیون فوتوشیمیایی (C۱۳۳) تقسیم شده است.

۲-۷- اثرات اقتصادی (C2)

اثرات اقتصادی نیز در شش زیر معیار بررسی می‌شود. اولین زیرمعیار، راندمان روش (C21) است که در دو حالت راندمان روزانه (C211) و راندمان کل (C212) یا طول عمر بررسی می‌شود. هزینه ساخت و تجهیزات مورد نیاز برای هر گزینه (C۲۲)، هزینه‌های مورد نیاز برای استخدام نیروی متخصص (C۲۳)، هزینه های نگهداری (C۲۴)، درآمد حاصله احتمالی (C۲۵) و در پایان هزینه‌های ناشی از سازگار نبودن زباله با روش مورد استفاده (C۲۶) بررسی می‌شود.

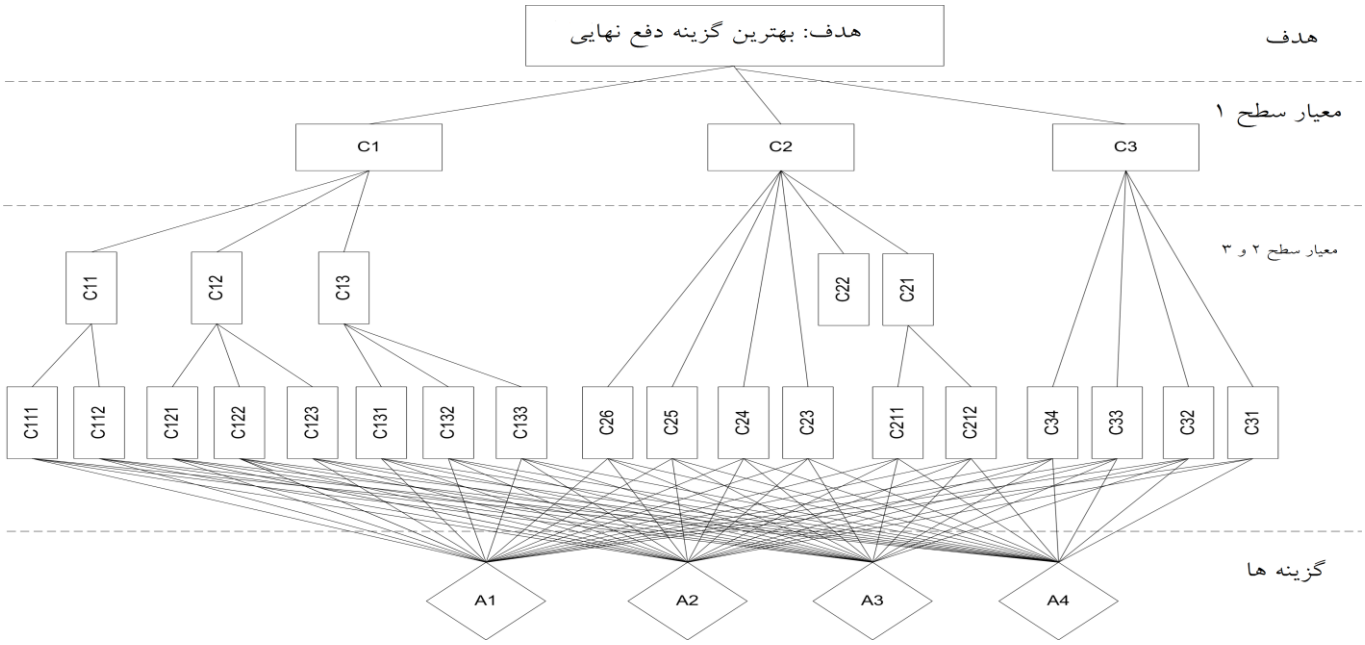
۲-۸- اثرات اجتماعی (C3)

در انتها اثرات اجتماعی در ۴ شاخه زیبایی منظر (C31) ، فرصت شغل تولید شده (C32)، وابستگی به دانش خارجی (C33) و مقبولیت روش در نزد مردم (C34) بررسی می‌شود

۳- نتایج و یافته ها .

در مدل AHP-TBL استفاده شده برای انتخاب بهترین گزینه دفع نهایی، به انجام مقایسات زوجی گزینه‌ها نسبت به هر معیار و همچنین مقایسه و محاسبه وزن معیارها نسبت به هدف نهایی پرداخته شده است. ضریب ناسازگاری کل مقایسات برحسب هدف در نظر گرفته شده مقدار ۰,۰۳ بدست آمده که نشان از سازگاری قضاوت‌های انجام شده است. علاوه بر این، ضریب ناسازگاری تمامی ماتریس‌های مقایسات زوجی گزینه‌ها نیز کمتر از ۰,۱ است که نشانگر سازگاری و درستی تصمیمات گرفته شده در تمامی سطوح مدل است. ماتریس‌های مقایسات زوجی وضریب ناسازگاری‌های آنها در جدول (۴) نشان داده شده‌اند. به دلیل تعدد ماتریس‌ها تعدادی از آنها برای نشان دادن نحوه امتیازدهی آورده شده‌اند.

باتوجه به دیدگاه توسعه پایدار در روش TBL طرح کل ساختار سلسله مراتبی طبق شکل (۶) خواهد بود:



جدول (۴) : مقایسات زوجی انجام شده و ضرایب ناسازگاری

مقایسات زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار هزینه نگهداری (CR: 0/05)					مقایسات زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار بازیابی انرژی (CR: 0/03)				
کمپوست	بازیافت	زباله سوز	محل دفن		کمپوست	بازیافت	زباله سوز	محل دفن	
۰/۳۳۳	۰/۱۴۳	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	محل دفن	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۱۱۱	۱/۰۰۰	محل دفن
۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	زباله سوز	۷/۰۰۰	۷/۰۰۰	۱/۰۰۰	۹/۰۰۰	زباله سوز
۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	۷/۰۰۰	۷/۰۰۰	بازیافت	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۱۴۳	۳/۰۰۰	بازیافت
۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۵/۰۰۰	۳/۰۰۰	کمپوست	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۱۴۳	۳/۰۰۰	کمپوست
مقایسات زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار درامد (CR: 0/05)					مقایسات زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار آلودگی هوا (CR: 0/03)				
کمپوست	بازیافت	زباله سوز	محل دفن		کمپوست	بازیافت	زباله سوز	محل دفن	
۰/۲۰۰	۰/۱۱۱	۰/۲۰۰	۱/۰۰۰	محل دفن	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۵/۰۰۰	۱/۰۰۰	محل دفن
۱/۰۰۰	۰/۲۰۰	۱/۰۰۰	۵/۰۰۰	زباله سوز	۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۱/۰۰۰	۰/۲۰۰	زباله سوز
۵/۰۰۰	۱/۰۰۰	۵/۰۰۰	۹/۰۰۰	بازیافت	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	۷/۰۰۰	۳/۰۰۰	بازیافت
۱/۰۰۰	۰/۲۰۰	۱/۰۰۰	۵/۰۰۰	کمپوست	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۵/۰۰۰	۱/۰۰۰	کمپوست
مقایسات زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار فرصت شغلی (CR: 0/06)					مقایسات زوجی گزینه‌ها با توجه به معیار هزینه سازگاری زباله (CR: 0/02)				
کمپوست	بازیافت	زباله سوز	محل دفن		کمپوست	بازیافت	زباله سوز	محل دفن	
۰/۲۰۰	۰/۱۴۳	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	محل دفن	۵/۰۰۰	۳/۰۰۰	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	محل دفن
۰/۱۴۳	۰/۱۱۱	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	زباله سوز	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	زباله سوز
۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	۹/۰۰۰	۷/۰۰۰	بازیافت	۳/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	بازیافت
۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۷/۰۰۰	۵/۰۰۰	کمپوست	۱/۰۰۰	۰/۳۳۳	۰/۳۳۳	۰/۲۰۰	کمپوست

جدول (۵) : وزن گزینه ها به تفکیک معیارها و وزن نهایی هریک از گزینه‌ها

سطح ۱	سطح ۲	کمپوست	زباله سوز	دفن در زمین	بازیافت	وزن نهایی معیار
اثرات اقتصادی (۱)(L: ۳۳۳/)	هزینه ساخت (/ L:۲۹۴)	۰/۰۵۳	۰/۰۴	۰/۰۲۹	۰/۰۰۹	۰/۰۹۵
	بازدهی (/ L:۱۱۷)	۰/۰۱۶	۰/۰۰۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۵	۰/۰۳۹
	درامد (/ L:۰۶۰)	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۱۸
	نگهداری (/ L:۲۹۴)	۰/۰۲۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۹	۰/۰۵۳	۰/۰۸۹
	هزینه اشتغال (/ L:۱۱۷)	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۲۱	۰/۰۰۴	۰/۰۳۷
	هزینه سازگاری زباله (L: ۱۱۷/)	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۲۱	۰/۰۰۸	۰/۰۴
اثرات اقتصادی نهایی (/ L:۳۳۳)		**۰/۱۰۷**	**۰/۰۲۸**	**۰/۰۹۳**	**۰/۰۹**	**۰/۳۱۸**
اثرات زیست محیطی (L: ۳۳۳/)	تغییرات آب و هوا (L: ۱۰۵/)	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۱۸	۰/۰۳۳
	آلودگی (/ L:۶۳۷)	۰/۶۱۰	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۲۵۱
	بازیابی منابع (/ L:۲۵۸)	۰/۰۲۷	۰/۰۲۶	۰/۰۰۵	۰/۰۲۷	۰/۰۸۵
اثرات زیست محیطی نهایی (/ L:۳۳۳)		**۰/۰۹۱**	**۰/۱۱۳**	**۰/۰۴**	**۰/۱۲۵**	**۰/۳۶۹**
اثرات اجتماعی/سیاسی (/ L:۳۳۳)	زیبایی منظر (/ L:۵۲۲)	۰/۰۰۹	۰/۰۹۴	۰/۰۱۹	۰/۰۴۳	۰/۱۶۵
	وابستگی به دامش خارجی (L: /۲۰۰)	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۳۶	۰/۰۱۶	۰/۰۶۲
	فرصت شغلی (/ L:۲۰۰)	۰/۰۱۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۳۶	۰/۰۶۲
	دیدگاه عموم (/ L:۰۷۸)	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۲۴
اثرات اجتماعی/سیاسی نهایی (/ L:۳۳۳)		**۰/۰۴**	**۰/۱۰۳**	**۰/۶۱۰**	**۰/۱۰۹**	**۰/۳۱۳**
وزن نهایی		**۰/۲۳۸**	**۰/۲۴۴**	**۰/۱۹۴**	**۰/۳۲۴**	**۱**

جدول (۶): وزن نهایی گزینه‌ها

گزینه‌های دفع	وزن نهایی
دفن در زمین	۱۹۴/۰
زباله سوز	۲۴۳/۰
بازیافت	۳۲۵/۰
کمپوست	۲۳۸/۰

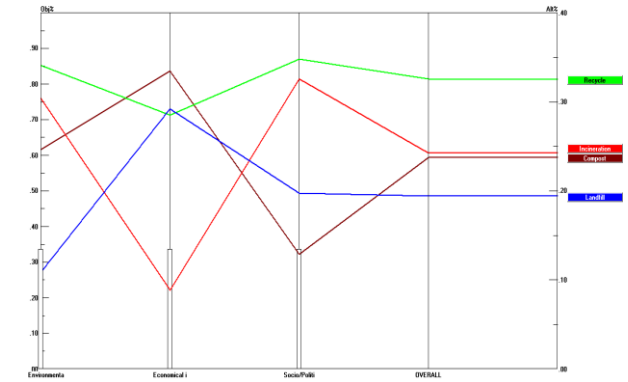
وزن‌های محاسبه شده هر گزینه به تفکیک معیارها و وزن نهایی هریک از گزینه‌ها با توجه به ماتریس‌های مقایسات زوجی در جدول (۵) ارائه شده‌اند. برای مثال، وزن گزینه‌های کمپوست، زباله سوز، محل دفن و بازیافت نسبت به معیار بازدهی به ترتیب برابر ۰,۰۱۶، ۰,۰۰۶، ۰,۰۱۲ و ۰,۰۰۵ است و به طور کلی این معیار با توجه به معیارهای دیگر دارای وزن کلی ۰,۰۳۹ است.

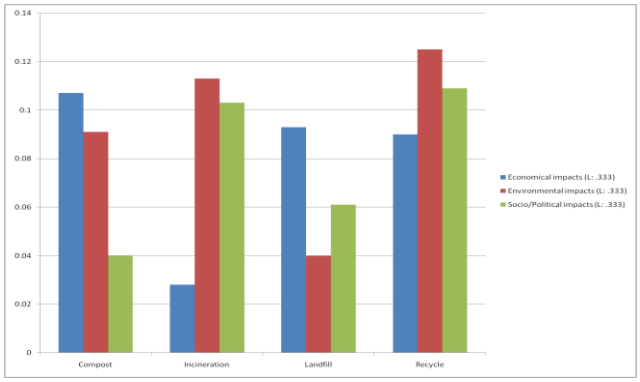
در جدول (۵) نسبت ارجهیت معیارها نسبت به یکدیگر نیز مشخص شده است. برای مثال در بین معیارهای محیط زیستی زیر معیار آلودگی بیشترین وزن را نسبت به تغییرات آب و هوایی و بازیابی منابع به خود اختصاص داده است. در این جدول L بیانگر میزان وزن هر معیار در سطح مورد نظر نسبت به معیار سطح بالاتر خود است.

درنهایت وزن نهایی گزینه‌ها طبق جدول ۶ بدست آمده است. گزینه بازیافت با وزن ۰,۳۲۵ به عنوان بهترین گزینه دفع و گزینه زباله سوز با وزن ۰,۲۴۳ دومین ارجحیت و همچنین گزینه های کمپوست و دفن در زمین به ترتیب با وزن‌های ۰,۲۳۸ و۰,۱۹۴ به عنوان گزینه‌های بعدی انتخاب شده‌اند.

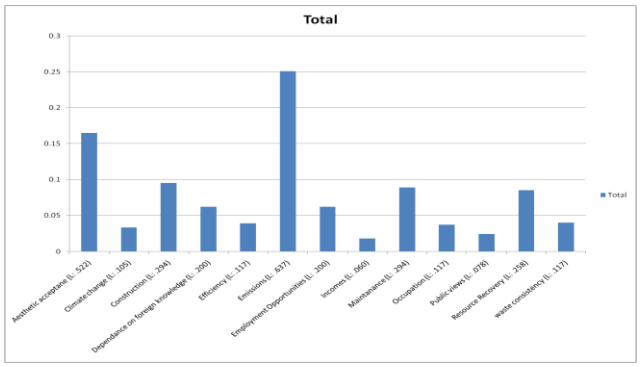
برای درک بهتر از تصمیم‌گیری‌های انجام شده، نمودارهای تحلیل حساسیت و همچنین مقایسات میزان تاثیر معیار برگزینه‌های مختلف آورده شده است. طبق شکل (۷) معیار اثرات زیست محیطی بیشترین تاثیر را به ترتیب بر روی گزینه‌های بازیافت، زباله سوز، کمپوست و محل دفن داشته است در حالی که معیارهای اقتصادی به ترتیب بیشترین تاثیر را برروی گزینه‌های کمپوست، محل دفن، بازیافت و در نهایت زباله سوز داشته است. از طرف دیگر معیارهای اجتماعی بر روی گزینه بازیافت بیشترین تاثیر و بر زباله سوز، محل دفن و کمپوست به ترتیب کمترین تاثیر را گذاشته است. مقایسه تاثیر معیارها در سطح یک و دو آن به ترتیب در شکل (۸) و (۹) نشان داده شده است و همان‌طور که مشخص است در معیارهای سطح دوم تصمیم‌گیری معیار آلودگی بیشترین تاثیر و معیار درآمدزایی کم‌ترین میزان تاثیر را بر روی گزینه‌ها گذاشته‌اند.

شکل (۷) : تحلیل حساسیت میزان تاثیر معیارها بر گزینه‌ها





شکل (۸) : میزان تاثیر معیارهای اصلی در انتخاب گزینه‌های موجود



شکل (۹) : میزان تاثیر و وزن معیارهای سطح دوم بر گزینه

آیا توجه به شکل (۸) میزان شدت اثر هر معیار سه گانه TBL بر چهار گزینه مدیریت پسماند مشخص شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، بازیافت بیشترین میزان اثر را از دو معیار محیط زیست و اجتماعی فرهنگی گرفته است در حالی که معیار اقتصادی بیشترین میزان تاثیر را بر کمپوست گذاشته است. همچنین، در قسمت معیار محیط زیست به ترتیب گزینه بازیافت، زباله سوز، کمپوست و دفن بهداشتی بیشترین تا کمترین اثر پذیری را به خود اختصاص داده‌اند. در معیار

اقتصادی به ترتیب کمپوست، دفن بهداشتی، بازیافت و زباله سوز سیر نزولی اثرپذیری را داشته‌اند. البته اختلاف سه گزینه اول بسیار کم در حالی که اختلاف زیادی در گزینه آخر مشاهده می‌شود. در پایان از نظر فرهنگی اجتماعی گزینه‌های بازیافت، زباله سوز، دفن بهداشتی و کمپوست، سیر نزولی اثر پذیری را در این معیار نشان داده‌اند. همچنین باید توجه داشت که بسیاری از تصمیمات با توجه به شرایط موجود شهرک گرفته شده است. برای مثال با توجه به درصد بالای مواد آلی در پسماند شهرک (بیش از ۵۲٪) سوزاندن یا کمپوست این پسماند از نظر راندمان و حجم مواد ورودی این سیستم‌ها قابل قبول بوده و یا ۴۴٪ پسماند خطرناک شهرک احتمال پخش آلودگی در هنگام دفن را بسیار افزایش می‌دهند.

مقایسه‌های دیگری به تازگی در ایران انجام شده که تاییدی بر نتایج این مطالعه است. برای مثال می توان به مطالعه شمس‌فلاح و همکاران (۲۰۱۳) اشاره نمود (32). در این مطالعه نیز گزینه‌های دفعی مانند بازیافت یا زباله‌سوز از نظر محیط زیستی بهتر از دفن بهداشتی شناخته شده‌اند.

شکل (۹) بیانگر میزان وزن اثرگذاری هر یک از زیرمعیارها است. به طور کلی، معیارهای محیط زیستی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده‌اند که نشان دهنده تاکید زیاد صاحب نظران بر بهبود وضع محیط زیست و همچنین دیدگاه سختگیرانه آنها در رابطه با این موضوع است. همچنین بایستی اشاره کرد که با توجه به جمع ۲۴ نفره امتیازدهندگاه و صاحب نظران در این مدل که هم قشر علمی و دانشگاهی و هم قشر با تجربه و فعال در صنعت تصمیمات اتخاذ شده از اطمینان بالایی برخوردارند.

۴- نتیجه‌گیری

مدیریت زباله شهرک‌های صنعتی با توجه به کیفیت و کمیت تولید پسماند کاری دشوار و پیچیده است. هر شهرک با توجه به نوع صنایع مستقر در آن پسماندهای خاص خود را خواهد داشت و در نتیجه راهکارهای خاص خود را می‌طلبد. از آنجا که اغلب صنایع مستقر و فعال در شهرک صنعتی چرمشهر و سالاریه از نوع چرم و سالامبور هستند بنابراین بخش اعظم پسماند آن را زباله‌های چرم و سالامبور تشکیل می‌دهند. این تحقیق بر مدیریت دفع نهایی پسماندهای شهرک و تعیین روش بهینه دفع پسماند برای شهرک صنعتی چرمشهر و سالاریه متمرکز شده است؛ بدین منظور انواع گزینه‌های دفع‌نهایی از قبیل دفن بهداشتی، زباله‌سوز، بازیافت و کمپوست انتخاب شدند. همچنین، معیارهای موثر در تصمیم‌گیری بر اساس ارزیابی توسعه پایدار TBL در نظر گرفته شدند. برای تعیین گزینه نهایی دفع بر اساس شرایط محلی، تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و اصول روش TBL استفاده شد. در پایان، گزینه بازیافت با امتیازنهایی ۰,۳۲۵ به عنوان گزینه برتر و در ادامه گزینه‌های زباله سوز، کمپوست و محل دفن بهداشتی به ترتیب با وزن های ۰,۲۳، ۰,۲۳۸ و ۰,۱۹۴ به عنوان گزینه‌های بعدی انتخاب شدند. با توجه به نتایج تحلیل حساسیت از میان معیارهای سطح دوم، معیار آلودگی زیست محیطی به عنوان موثرترین معیار و معیار درآمدزایی به عنوان کم اثرترین معیار در تعیین گزینه نهایی شناخته شدند.

۵- مراجع

[۱] عابدین زاده، فریماه، منوری، سید مسعود، بررسی مدیریت پسماندها در شهر صنعتی رشت، علوم محیطی سال چهارم، شماره چهارم ، ۱۰۱-۱۱۸، تابستان ۱۳۸۶.

[۲] en.wikipedia.org/wiki/Industrial_park.

[۳] Ramanathan, R. ,"A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment", Journal of Environmental Management, 63(1): pp. 27-35, 2001.

[۴] Beccali, M., M. Cellura, and M. Mistretta, "Decision-making in energy planning. Application of the Electre method at regional level for the diffusion of renewable energy technology", Renewable Energy, 28(13): pp. 2063-2087, 2003.

[۵] Wu, M.C. and T.Y. Chen ,"The ELECTRE multicriteria analysis approach based on Atanassov's intuitionistic fuzzy sets", Expert Systems with Applications, 38(10): pp. 12318-12327, 2011.

[۶] Norese, M.F. ,"ELECTRE III as a support for participatory decision-making on the

localisation of waste-treatment plants", Land Use Policy, 23(1): pp. 76-85, 2006.

[۷] Vetschera, R. and A.T. De Almeida ,"A PROMETHEE-based approach to portfolio selection problems", Computers and Operations Research, 39(5): pp. 1010-1020, 2012.

[۸] Brans, J.P., P. Vincke, and B. Mareschal, "How to select and how to rank projects: The Promethee method", European Journal of Operational Research, 24(2): pp. 228-238, 1986.

[۹] Chan, E.H.W., H.C.H. Suen, and C.K.L. Chan ,"MAUT-based dispute resolution selection model prototype for international construction projects", Journal of Construction Engineering and Management, 132(5): pp. 444-451, 2006.

[۱۰] Prato, T. ,"Multiple-attribute evaluation of ecosystem management for the Missouri River system", Ecological Economics, 45(2): pp. 297-309, 2003.

[۱۱] Wang, M., S.J. Lin, and Y.C. Lo. ,"The comparison between MAUT and PROMETHEE", 2010.

[۱۲] Karamouz, M., et al. ,"Developing a master plan for hospital solid waste management: A case study" , Waste Management, 27(5): pp. 626-638, 2007.

[۱۳] Pires, A., N.-B. Chang, and G. Martinho, "An AHP-based fuzzy interval TOPSIS assessment for sustainable expansion of the solid waste management system in Setúbal Peninsula", Portugal. Resources, Conservation and Recycling, 56(1): pp. 7-21, 2011.

[۱۴] Gumus, A.T. ,"Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology", Expert Systems with Applications, 36(2, Part 2): pp. 4067-4074, 2009.

[۱۵] Önüt, S. and S. Soner ,"Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment", Waste Management, 28(9): pp. 1552-1559, 2008.

[۱۶] M. Kemal, K., Discussion of ,"Combining AHP with GIS for landfill site selection: A case study in the Lake Beysehir catchment area (Konya, Turkey)", Waste Management, 30, 11, 2010, 2037–2046. Waste Management, 31(6): pp. 1250-1251, 2011.

[۱۷] Şener, Ş., E. Sener, and R. Karagüzel, "Solid waste disposal site selection with GIS and AHP methodology: A case study in Senirkent-Uluborlu (Isparta) Basin", Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 173(1-4): pp. 533-554, 2011.

[۱۸] Khorshiddoust, A.M. and Z. Adeli ,"The application of AHP method for optimum solid waste landfill site selection: A case study of Bo nab city in East Azerbaijan Province", Iran. Journal of Environmental Studies, 35(50): pp. 27-32, 2009.

[۱۹] Wang, G.Q., et al. ,"Optimizing the collection and transportation of municipal solid wastes based on AHP", Zhongguo Huanjing Kexue/China Environmental Science, 28(9): pp. 838-842, 2008.

[۲۰] Li, R.Z., J.Q. Wang, and J.Z. Qian, "Delphi-AHP method for allocation of waste loads in a region", Harbin Gongye Daxue Xuebao/Journal of Harbin Institute of Technology, 37(1): pp. 84-88, 2005.

[۲۱] Klang ,A., Vikman, P., Brattebø, H., "Sustainable management of demolition waste an integrated model for the evaluation of environmental, economic and social aspects, Resources", Conservation and Recycling, pp. 38 317/334, 2003.

[۲۲] S. H¨ uffer, T. Taeger ,"Sustainable leather manufacturing a topic with growing importance", J. Am. Leather Chem. Assoc. 99 (10) pp. 423–428, 2004.

[۲۳] WBCSD and United Nations Environment Programme. Cleaner Production and Eco-efficiency*/ Complementary Approaches to Sustainable Development. WBCSD: Geneva;

1998.

[۲۴] United Nations Conference on Environment and Development. Agenda 21*/An Action Plan for the Next Century. United Nations. Rio de Janeiro, Brazil; 1992.

[۲۵] a, Y.-M.W., Y.L. b, and Z. Hua, On the extent analysis method for fuzzy AHP and its applications. European Journal of Operational Research (186): pp. 735-747, 2008.

[۲۶] Basak Sener, M. Lutfi Suzen, and V. Doyura, Landfill site selection by using geographic information system. Environ Geol (49): pp. 376-388, 2006.

[۲۷] Al-Harbi, K.M.A.-S. ,"Application of the AHP in project management", International Journal of Project Management, (19): pp. 19- 27, 2001.

[۲۸] saaty, t.l., an analytical hierarchy process. New York: MacGrave- Hill, 1980.

[۲۹] Amiri, M.P. ,"Project selection for oil-fields development by using the AHP and fuzzy TOPSIS methods", xpert Systems with Applications (37): pp. 6218–6224, 2010.

[۳۰] Duen-Ren Liua and Y.-Y. Shih, "Integrating AHP and data mining for product recommendation based on customer lifetime value", Information & Management (42): pp. 387-400, 2005.

[۳۱] Semih Onut and S. Soner ,"Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment", Waste Management (28): pp. 1552-1559, 2008.

[۳۲] Shams Fallah, F., Vahidi, H., Pazoki, M., Akhavan limodehi, F., Aslemand, A., Samiee-Zafarghandi, R., "Investigation of Solid Waste Disposal Alternatives in Lavan Island Using Life Cycle Assessment Approach", International journal of Environmental research, Int. J. Environ. Res., 7(1) pp. 155-164, Winter, 2013.