

## طراحی و اجرای الگوی مدیریت یکپارچه مواد زاید جامد شهرک‌های صنعتی، مطالعه موردی شهرک صنعتی شاهرود

کامیار یغمائیان<sup>۱</sup>، علی اکبر رودباری<sup>۲</sup>، سعید ناظمی<sup>۳</sup>

پذیرش: ۹۱/۱۲/۰۷

دریافت: ۹۱/۰۹/۱۱

### چکیده

**زمینه و هدف:** هدف این مطالعه، طراحی و اجرای الگوی مدیریت یکپارچه زایدات صنعتی در شهرک صنعتی شاهرود و همچنین بررسی نتایج و تعیین مشکلات اجرایی احتمالی این الگو است.

**روش بررسی:** این مطالعه توصیفی-تحلیلی به مدت ۴ سال در شهرک صنعتی شاهرود انجام شد و مراحل اجرای آن عبارت بودند از: ۱-آنالیز کمی و کیفی کلیه مواد زاید جامد تولید شده در این شهرک، ۲-تعیین وضعیت فعلی مدیریت مواد زاید جامد در این شهرک و مشخص کردن برنامه‌های اجرا شده در این ارتباط، ۳-طراحی و پیاده‌سازی الگوی مدیریت یکپارچه شامل طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی، وضع قوانین جرائم و مشوق‌ها، تشریح برنامه‌ها برای تمامی واحدهای مستقر و اجرای آن و ۴-نظارت بر روند اجراء و تعیین نتایج حاصل از آن.

**یافته‌ها:** سالیانه  $1728 \text{ ton}$  مواد زاید جامد در این شهرک تولید می‌شود که سهم زاید صنعتی  $1603 \text{ ton}$ ، و زایدات خانگی  $125 \text{ ton}$  است. با اجرای این الگو دو سیستم جداگانه تفکیک، جمع‌آوری و بازیافت زایدات صنعتی و خانگی در این شهرک راه‌اندازی شد. همچنین مطابق با اهداف، میزان مواد زاید جامد تولیدی و دفعی در سال ۱۳۹۰ به ترتیب به  $51/5\%$  و  $28/6 \text{ Kg per } 100 \text{ million Rials production}$  و میزان بازیافت زایدات صنعتی و کاغذ نیز به ترتیب به  $42\%$  و  $40\%$  رسید.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که اجرای این مدل یعنی راه‌اندازی عملیات تفکیک، اجرای برنامه‌های آموزشی، ظرفیت‌سازی، ارائه خدمات فنی، تکمیل چرخه صنایع مستقر در شهرک و تقویت همکاری‌های بین واحدهای صنعتی با مدیریت شهرک تا حد زیادی توانست مشکلات مدیریت پسماند را کاهش دهد.

واژگان کلیدی: مواد زاید جامد، مدیریت یکپارچه، شهرک صنعتی

۱. دکترای بهداشت محیط، دانشیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۲. نویسنده مسئول: دکترای بهداشت محیط، استادیار دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود [roodbari@shmu.ac.ir](mailto:roodbari@shmu.ac.ir)

۳. کارشناس ارشد تکنولوژی آب و فاضلاب، مربی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شاهرود

## مقدمه

واحدهای صنعتی و کارخانجات تولیدی در کشور ما سالانه ۱/۱ million ton مواد زاید صنعتی تولید می‌کنند و برآوردها نشان می‌دهد که میزان تولید مواد زاید جامد صنعتی در ایران دارای رشد سالیانه به میزان ۶/۸٪ خواهد بود (۱). عدم مدیریت صحیح مواد زاید جامد صنعتی و انباشته شدن آنها در شهرک‌های صنعتی می‌تواند منجر به ایجاد آلودگی‌های زیست‌محیطی (۲ و ۳) و به خطر انداختن سلامتی کارگران (۴) گردد. به همین دلیل یکی از چالش‌های اصلی مدیران شهرک‌های صنعتی، چگونگی به حداقل رساندن پیامدهای زیان‌بار دفع مواد زاید جامد بدون ایجاد وقفه در توسعه و رشد صنعتی است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مطالعات انجام شده در این زمینه در کشور فقط معطوف به تعیین وضعیت فعلی تولید و نحوه برخورد با این مواد بوده است و راهکاری اجرایی برای ارتقای مدیریت این مواد ارائه نشده است. به عنوان نمونه، مطالعه Binapoor و همکاران بر روی مواد زاید جامد شهرک‌های صنعتی در استان همدان نشان داد که کمینه‌سازی و جداسازی پسماندهای خطرناک به صورت نسبتاً مناسب صورت می‌گیرد ولی محفظه خاصی برای نگهداری ۳۳/۴٪ از زایدات صنایع وجود ندارد. مجریان در پایان نتیجه‌گیری کردند که با توجه به این مطالعه، برقراری یک سیستم مناسب جهت مدیریت مواد زاید جامد برای حفظ محیط‌زیست ضروری است (۵). مطالعه Mesgarof و همکاران در شهرک صنعتی کرمانشاه نیز نشان داد که ۷۶/۳۲٪ از صنایع، زایدات خود را به صورت تلبار در محل و بین ۱ تا ۶ ماه نگهداری می‌کنند، ۸۰٪ از زایدات تولید شده در این شهرک به روش‌های مختلف بازیافت می‌گردد و ۱۱٪ نیز به صورت تلبار و غیر بهداشتی دفع می‌گردد. مجریان در پایان نتیجه‌گیری کردند که برقراری یک سیستم مناسب برای مدیریت مواد زاید جامد در این شهرک ضروری است (۶). Ghavami و همکاران نیز در مطالعه‌ای بر روی شهرک صنعتی سنندج نتیجه‌گیری کردند که وضعیت فعلی مدیریت مواد زاید جامد در این شهرک مطابق با اصول زیست‌محیطی نیست و تلبار طولانی مدت زایدات در شهرک و نیز جمع‌آوری مخلوط مواد با یکدیگر ممکن است باعث ایجاد اثرات سو در محیط گردد. با این حال فقط

Ghavami و همکاران در مطالعه‌ای پیشنهاد کرده‌اند تا یک بانک اطلاعاتی مواد زاید خطرناک در هر واحد صنعتی تعبیه گردد تا مدیریت شهرک از میزان زایدات خطرناک تولیدی هر واحد مطلع باشد (۷). اما این مطالعه نیز راهکار اساسی برای رفع مشکل تمام انواع زایدات جامد ارائه نکرده است. در دنیا نیز مطالعات گسترده‌ای در زمینه مدیریت مواد زاید صنعتی انجام شده است. Pires و همکاران در مطالعه‌ای به ارائه مدلی برای مدیریت مواد زاید جامد صنعتی بر اساس سه اصل اقتصاد، انرژی و اثرات زیست‌محیطی پرداختند و نتیجه‌گیری کردند که این مدل با ایجاد تغییرات اندک در فرآیندهای صنعتی می‌تواند مزایای چشمگیری به همراه داشته باشد اما میزان انتشار دی‌اکسید کربن را اندکی افزایش می‌دهد (۸). Malgorzata نیز در مطالعه‌ای به بررسی وضعیت مدیریت مواد زاید صنعتی در لهستان پرداختند و برای بهبود وضعیت مدیریت مواد زاید صنعتی در این کشور پیشنهاد کردند که قوانین مدیریت مواد زاید صنعتی این کشور با قوانین اتحادیه اروپا جایگزین گردد، چرخه تولید تا مصرف هر فرآورده صنعتی به طور جداگانه مورد بررسی قرار گیرد، بودجه برنامه‌های مدیریت مواد زاید صنعتی افزایش یابد و صنایع محلی تشویق گردند تا از الگوی مدیریت پایدار مواد زاید جامد پیروی کنند (۸). الگوی مدیریت یکپارچه مواد زاید جامد (Integrated Solid Wastes Management) روشی است که می‌تواند اقدامات و برنامه‌های مربوط به توسعه صنعتی را با قوانین زیست‌محیطی ادغام کند و مانع از ایجاد اثرات سو زیست‌محیطی مرتبط با مواد زاید جامد بدون ایجاد وقفه در توسعه صنعتی گردد (۸). هدف اصلی این مطالعه طراحی و اجرای این الگو در شهرک صنعتی شاهرود و بررسی نقاط قوت و ضعف و مشکلات اجرایی آن است.

شهرک صنعتی شاهرود با مساحت ۴۱ ha در ۵ کیلومتری شهر شاهرود در استان سمنان واقع شده است. در این شهرک، ۷ گروه صنعتی شامل صنایع الکترونیک (۷ واحد)، صنایع غذایی (۹ واحد)، صنایع فلزی (۱۲ واحد)، صنایع شیمیایی (۹ واحد)، صنایع غیرفلزی (۶ واحد)، صنایع نساجی (۳ واحد) و صنایع قند و شکر (۳ واحد) با ۱۲۳۵ کارگر مشغول فعالیت هستند. مسئولیت پایش و حفظ محیط‌زیست در شهرک صنعتی

واحدهای مستقر و اجرای آن. الگوی مدیریت جامع مواد زاید جامد صنعتی ترکیبی از چهار فعالیت اجرایی است که عبارتند از: الف: ایجاد و توسعه یک سیستم مدیریت مواد زاید جامد به صورتی که در خدمت و نه در مقابل استراتژی بلندمدت توسعه این شهرک صنعتی برای تبدیل شدن به یک مرکز ساخت و تولید در شمال شرق کشور باشد.

ب: ایجاد یک سیستم اطلاعات زیست محیطی در زمینه روش های کاهش تولید و استفاده مجدد و بازیافت مواد زاید جامد (۱۰). ج: تشویق واحدهای صنعتی به استفاده از استراتژی های جدید مدیریت زیست محیطی نظیر تولید پاک تر، مدیریت چرخه حیات که مبنای آن سعی در کاهش اثرات زیست محیطی یک محصول در تمام طول عمرش است و همچنین اخذ تاییدیه ISO ۱۴۰۰۱.

د: ساخت تاسیسات زیست محیطی جدید برای جداسازی و دسته بندی مواد زاید جامد صنعتی تولید شده در این شهرک (۱۱).

به منظور اجرای این الگو، مدیریت شهرک صنعتی اقدام به تدوین شاخص هایی به عنوان معیار دستیابی یا عدم دستیابی به اهداف الگوی مدیریت جامع مواد زاید جامد و همچنین استراتژی هایی برای اجرای آن نمود.

این شاخص ها که در جدول شماره ۲ ارائه شده است عبارت بودند از: میزان تولید ماده زاید جامد به ازای هر واحد محصول تولید شده (Gross domestic product)، مقدار ماده زاید جامد دفع شده به ازای هر واحد محصول تولید شده، میزان بازیافت ماده زاید جامد، میزان بازیافت کاغذ و پلاستیک و میزان دفع ایمن مواد زاید جامد خطرناک. این شاخص ها با بررسی الگوهای مدیریت پسماند کشورهای در حال توسعه، نظرسنجی از کارشناسان عرصه مدیریت زایدات صنعتی کشور (روش کارشناسی ویژه یا Ad-Hoc)، تعیین سطح فعلی این شاخص ها در شهرک صنعتی شاهرود، نظرسنجی از مدیران واحدهای صنعتی مستقر در این شهرک، در نظر گرفتن پتانسیل های فنی موجود در این شهرک و با توجه به اصل "منطبق بودن شاخص ها با واقعیت های موجود" تدوین یافته است. به طور کلی هدف از اجرای این الگو، کاهش میزان تولید زایدات جامد صنعتی به نصف مقدار فعلی طی یک دوره ۱۰ ساله و افزایش میزان

شاهرود بر عهده دپارتمان محیط زیست شرکت شهرک های صنعتی استان است. وظایف اصلی این دپارتمان، نظارت بر اجرای قوانین زیست محیطی و اجرای فعالیت های پژوهشی به منظور دستیابی به روش های متناسب جلوگیری از ورود به جهت، کاهش و کنترل آلاینده های زیست محیطی است.

## مواد و روش ها

این مطالعه از نوع مطالعات توصیفی- تحلیلی (Descriptive Analytical) است که به مدت ۴ سال و طی سال های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱ بر روی واحدهای صنعتی مستقر در شهرک صنعتی شاهرود انجام شده است. مراحل اجرایی این مطالعه عبارت بودند از:

۱- اندازه گیری و آنالیز کمی و کیفی مواد زاید جامد ایجاد شده در کلیه واحدهای صنعتی و تولیدی مستقر در این شهرک بر اساس یک مبنای یک ساله: مطالعات و نمونه برداری های این مرحله بر اساس رهنمودهای ذکر شده در کتاب:

Industrial wastes management, theory and practices By: John Pitchel

انجام شد.

۲- تعیین وضعیت فعلی مدیریت مواد زاید جامد در این شهرک در کلیه واحدهای مستقر در آن و نیز مشخص کردن برنامه های اجرا شده در این زمینه توسط مدیریت این شهرک: برای این منظور، گروهی از کارشناسان تحت نظر متخصصین دانشگاهی، آموزش های لازم را دیدند و با استفاده از روش های مختلف نظیر مصاحبه حضوری با مدیریت شهرک صنعتی، ارسال پرسشنامه از طریق اداره پست (برای کارخانه ها و کارگاه هایی که مدیریت آنها امکان پاسخگویی مستقیم از طریق مصاحبه را نداشتند)، تکمیل پرسشنامه (برای واحدهایی که مدیریت آنها موافقت کرده بودند) و اندازه گیری پارامترها در محل، اطلاعات تفصیلی چگونگی مدیریت مواد زاید جامد هر واحد صنعتی را جمع آوری کردند. جدول شماره ۱ پرسشنامه مورد استفاده در این مطالعه را نشان می دهد.

۳- طراحی و اجرای الگوی مدیریت جامع مواد زاید جامد در این شهرک صنعتی شامل طراحی و اجرای برنامه، وضع قوانین مربوط به جرائم و مشوق ها، تشریح برنامه ها برای تمامی

جدول ۱. نمونه پرسشنامه مورد استفاده در جمع‌آوری اطلاعات چگونگی مدیریت مواد زاید جامد

| نام واحد صنعتی:   | زمینه فعالیت: | تعداد پرسنل:    |
|---|---------------|-----------------|
| نام و سمت پاسخ‌دهنده:   | محل پاسخگویی: | تاریخ پاسخگویی: |
| ۱- آیا مسئول بهداشت محیط یا محیط زیست یا کارشناس ایمنی مسلط بر مسائل زیست محیطی در کارخانه وجود دارد؟                                     |               |                 |
| ۲- این کارشناس از بدو استخدام در این شرکت در چه کلاس‌های آموزشی مرتبط با مدیریت پسماند صنعتی شرکت کرده است؟                               |               |                 |
| ۳- آیا مدیریت شهرک صنعتی، آموزش یا برنامه خاصی برای مدیریت صحیح مواد زاید جامد تولید شده در کارخانه شما ارائه کرده است؟                   |               |                 |
| ۴- آیا برای خدمات مدیریت پسماند، هزینه‌ای به مدیریت شهرک صنعتی پرداخت می‌کنید؟ در صورت مثبت بودن، مقدار سالانه آن چقدر است؟               |               |                 |
| ۵- نام و میزان مواد اولیه مورد استفاده روزانه:  |               |                 |
| ۶- نام و میزان محصولات تولیدی روزانه:   |               |                 |
| ۷- نام و میزان مواد زاید جامد تولیدی روزانه:  |               |                 |
| ۸- آیا در محل تولید، عملیات جمع‌آوری به صورت جداگانه در ظروف مختلف انجام می‌شود؟  |               |                 |
| ۹- اگر جواب سوال ۸ مثبت است نحوه جمع‌آوری چگونه است؟  |               |                 |
| ۱۰- چه مقدار از مواد زاید جامد تولید شده در کارخانه، به افراد یا گروه‌های بازیافت کننده یا به صنایع دیگر موجود در این شهرک فروخته می‌شود؟ |               |                 |
| ۱۱- چه مقدار از مواد زاید جامد تولید شده در کارخانه، سوزانده می‌شود؟ در کجا؟  |               |                 |
| ۱۲- چه مقدار از مواد زاید جامد تولید شده در کارخانه، دفن می‌شود؟ در کجا و چگونه (دفن بهداشتی، تلنبار، با یا بدون پرداخت وجه)؟             |               |                 |
| ۱۳- برنامه آینده کارخانه برای بهبود وضعیت مدیریت مواد زاید جامد چیست؟   |               |                 |

هرم سرنوشت مواد زاید جامد یعنی کاهش تولید، بازیافت، زباله‌سوزی و دفن در زمین استفاده کرد. این استراتژی‌ها در ۳ سطح به اجرا در آمد که عبارت بودند از:

بازیافت آنها به ۲/۵ برابر مقدار فعلی است. مدیریت این شهرک، به منظور تدوین استراتژی‌های لازم برای دستیابی به اهداف ذکر شده در جدول شماره ۳ از

در سطح هر کارخانه:

ارزیابی چرخه حیات و تصفیه آلاینده‌های خروجی. ه: تدوین مکانیسم‌های تشویق و کنترل و چگونگی فروش محصولات و: استقرار صنایع خاص خرید زایدات با ارزش نظیر کاغذ باطله، فلزات و پلاستیک در داخل شهرک و اعطای امتیاز انحصاری جمع‌آوری این زایدات توسط این شرکت از سطح کلیه واحدهای مستقر در شهرک. ز: جمع‌آوری و انتقال زاید خطرناک نظیر زایدات چسب، حلال‌های قابل اشتعال و مواد سمی به مرکز تصفیه مواد زاید خطرناک واقع در داخل شهرک.

مهم‌ترین فعالیت‌های صورت گرفته در سطح هر کارخانه عبارت بودند از الف: معرفی و تشویق ایده تولید پاک‌تر همراه با حمایت‌های فنی، برگزاری دوره‌های آموزشی و وضع جریمه‌ها و مشوق‌های مالیاتی. ب: تاسیس صندوق حمایت از تولید پاک‌تر. ج: اجرای برنامه‌های مرتبط با تولید پاک‌تر نظیر ممیزی تولید پاک‌تر، به روزرسانی فنی تجهیزات و برنامه‌های آموزشی ویژه مدیران و کارکنان. د: اجرای تفکیک از مبدا،

جدول ۲: اهداف مدیریت یکپارچه مواد زاید جامد در شهرک صنعتی شاهرود به صورت شاخص‌ها

| شاخص‌ها  | وضعیت قبل از اجراء الگو (۱۳۸۷) | سال شروع اجراء الگو (۱۳۸۸) | هدف میان مدت (سال ۱۳۹۳) | هدف بلند مدت (سال ۱۳۹۸) |
|--|--------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| میزان تولید مواد زاید جامد به ازای محصول تولید شده (kg per 100 million Rials production) | ۶۶/۶۸                          | ۶۳/۵                       | ۴۷/۶                    | ۴۰/۱                    |
| میزان ماده زاید جامد دفعی به ازای محصول تولید شده (kg per 100 million Rials production)  | ۳۵/۷۸                          | ۳۳/۵                       | ۲۲/۱                    | ۱۷/۴                    |
| میزان بازیافت زایدات صنعتی (%)   | ۲۶                             | ۳۰                         | ۵۰                      | ۸۰                      |
| میزان بازیافت زایدات کاغذی و پلاستیکی (%)  | ۳۱                             | ۳۵                         | ۵۵                      | ۸۵                      |
| میزان دفع ایمن زایدات خطرناک (%)   | ۱۰۰                            | ۱۰۰                        | ۱۰۰                     | ۱۰۰                     |

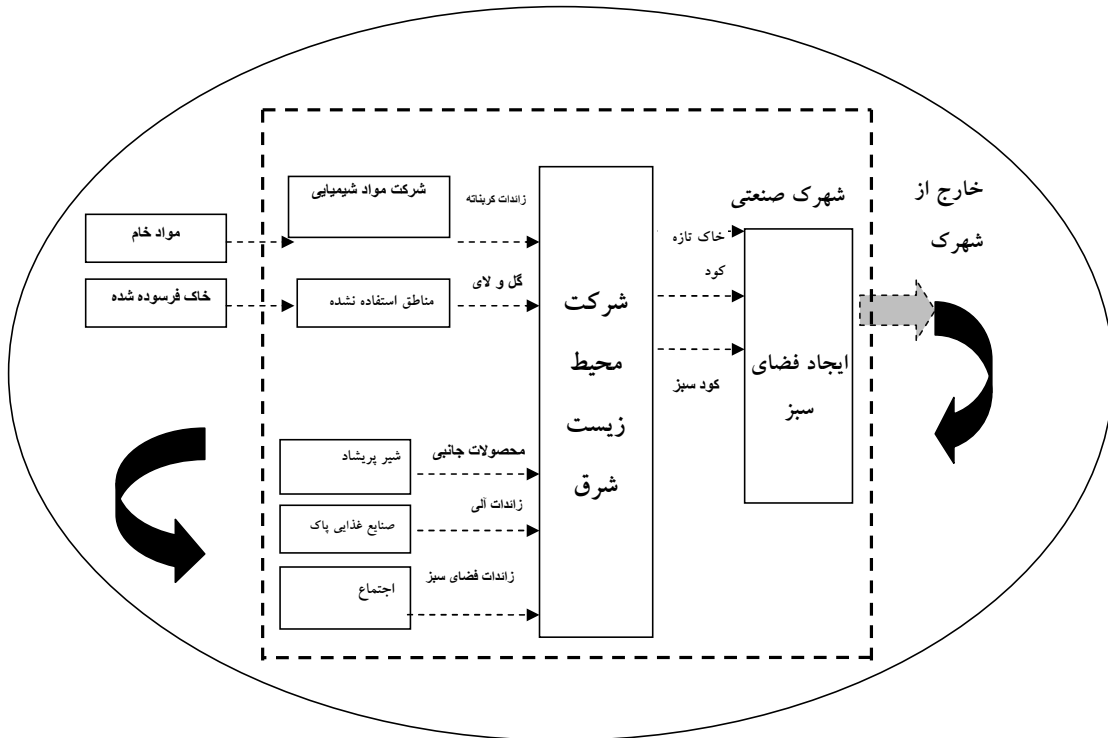
در سطح شهرک صنعتی:

الگوی کاهش و جداسازی از مبدا تولید برای مدیریت مواد زاید جامد صنعتی و شهری با توجه به توسعه آتی فعالیت‌های شهرک و پیش‌بینی افزایش تولید زایدات (شکل‌های شماره ۲ و ۳)، سیاست‌های تشویقی ویژه برای شرکت‌های نظیف‌کننده و تجزیه‌کننده نظیر در اختیار گذاشتن اطلاعات مربوط به پسماندهای شهرک، کاهش میزان مالیات آنها و اعطای یارانه برای جبران هزینه‌های عملیاتی آنها، اجرای اصل پرداخت هزینه‌های آلودگی و اعطای تخفیف به معافیت‌های مالیاتی و مشوق‌های اقتصادی، حمایت از پژوهش‌ها و فعالیت‌های مشترک در زمینه مدیریت مواد زاید جامد بین واحدهای مستقر در این شهرک و سازمان‌ها و موسسات پژوهشی و دانشگاهی و همچنین اتخاذ تمهیداتی برای مقابله با حوادث و شرایط اضطراری (تحت عنوان برنامه استفاده احتمالی از محل). و ج: فراهم کردن کمک‌های فنی و آموزشی برای صنایع نظیر ظرفیت‌سازی نیروی انسانی با توجه به محدود بودن برنامه‌های مدیریت محیط‌زیست بویژه برای مدیران و برقراری ارتباط بین

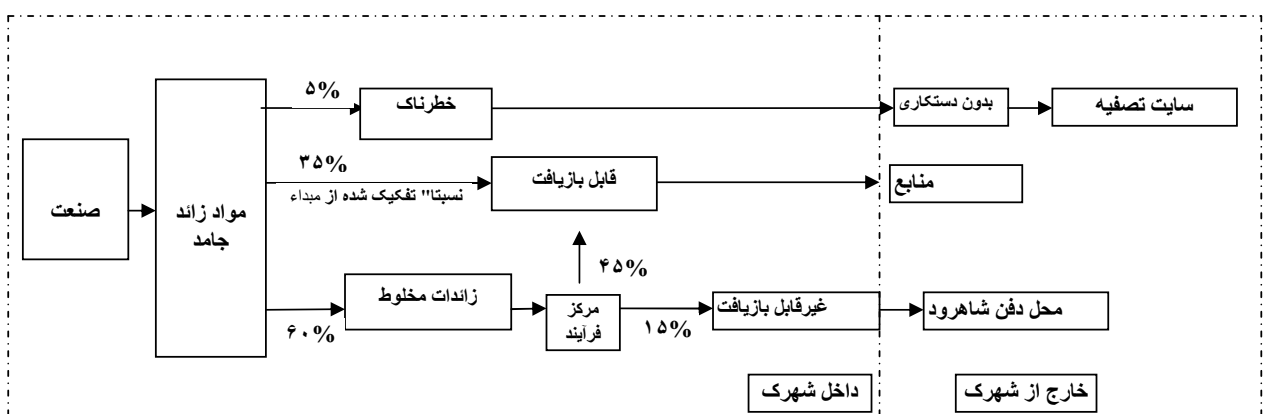
مهم‌ترین فعالیت‌های صورت گرفته در سطح شهرک صنعتی عبارت بودند از: الف: ایجاد یک اکوسیستم صنعتی مشارکتی از طریق حمایت و تشویق تبادل محصولات جانبی صنایع مختلف، تبدیل چرخه صنایع مستقر در شهرک از تولیدکننده (Producers) و مصرف‌کننده (Consumer) به تولیدکننده، مصرف‌کننده، نظیف‌کننده (Scavengers) و تجزیه‌کننده نهایی (Decomposers) (۱۳)، ایجاد یک وب سایت تبادل اطلاعات به منظور تشویق شبکه مبادله محصولات جانبی و ایجاد خوشه‌های همکاری صنعتی بین واحدهای مستقر در شهرک نظیر خوشه همکاری صنعتی با محوریت شرکت محیط‌زیست شرق و بر اساس استفاده مجدد از لجن کارخانه که نتیجه دو اقدام قبلی بوده است. شکل شماره ۱ اجزای این خوشه همکاری صنعتی را نشان می‌دهد. ب: تدوین قوانینی برای اینکه کل فعالیت‌های شهرک، حداکثر تطابق را با معیارها و قوانین زیست‌محیطی داشته باشد نظیر بکارگیری

اثربخشی این الگو در کاهش یا رفع مشکل مدیریت مواد زاید جامد بدین صورت انجام می‌شد که در پایان هر سال کاری، با مراجعه به کارگاه‌ها و کارخانجات صنعتی مستقر در این شهرک، میزان دستیابی به اهداف ۵ گانه ذکر شده در جدول شماره ۳ تعیین می‌شد.

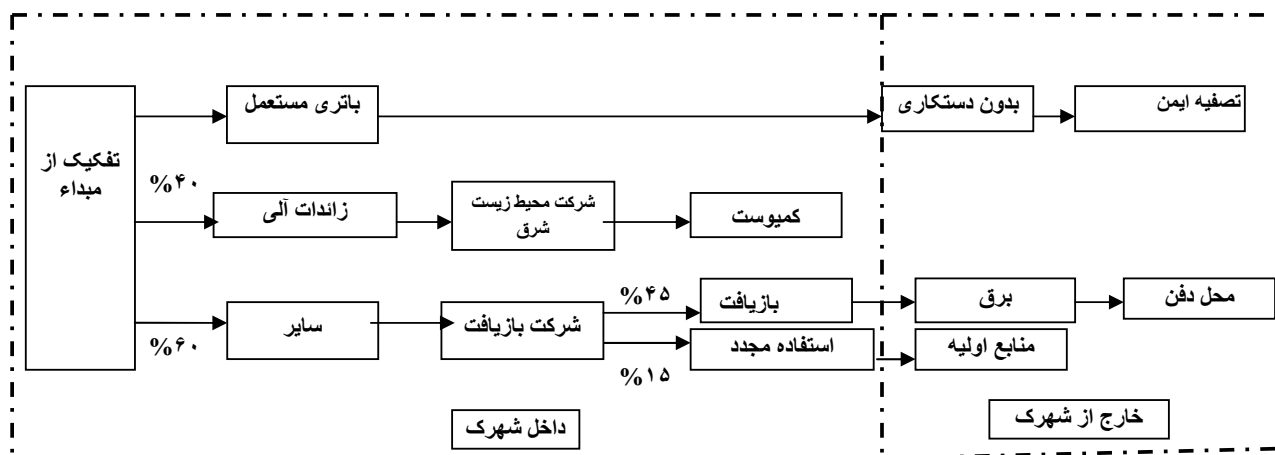
مدیریت مواد زاید جامد شهرک و مدیریت مواد زاید جامد در سطح منطقه شاهرود بدلیل وجود برخی تاسیسات تصفیه و دفن نهایی مواد زاید جامد مشترک.  
۴- نظارت بر روند اجراء و تعیین نتایج حاصل از آن و تلاش برای رفع مشکلات احتمالی: سنجش میزان اثربخشی و یا عدم



شکل شماره ۱. شبکه تبادل محصولات جانبی با محوریت شرکت محیط‌زیست شرق



شکل شماره ۲. یک سیستم طراحی شده تفکیک، جمع‌آوری و بازیافت زائدات صنعتی در شهرک صنعتی شاهرود



شکل شماره ۳. یک سیستم طراحی شده تفکیک، جمع‌آوری و بازیافت زائدات شهری در شهرک صنعتی شاهرود

## یافته‌ها

اگرچه مدیریت مواد زاید جامد در این شهرک در سال ۱۳۸۷ در مراحل ابتدایی خود قرار داشت لیکن چندین واحد تصفیه مواد زاید در آن وجود داشت نظیر یک زباله‌سوز با بازیابی انرژی و یک محل دفن. زباله‌سوز این شهرک که در سال ۱۳۸۸ ساخته شد و از فناوری فنلاند استفاده می‌کند استانداردهای خروجی کشور ما را برآورده می‌کند. محل دفن زباله این شهرک نیز می‌تواند روزانه ۷۰ ton ماده زاید جامد را بپذیرد. این محل با مساحت ۶/۴ ha در خارج از محدوده شهرک صنعتی واقع شده و از روش ترانشه‌ای بدون وجود تاسیسات جمع‌آوری گاز و شیرابه برای دفن استفاده می‌کند اما فاصله نسبتاً زیاد آن از شهرک صنعتی (۸ km) باعث شده است که برخی از صنایع رغبتی برای ارسال مواد زاید جامد خود به آن محل نداشته باشند.

برخی از صنایع بزرگ مستقر در این شهرک، راساً اقدام به راه‌اندازی واحد مدیریت مواد زاید جامد خود نموده‌اند. این شرکت‌ها به منظور اخذ گواهینامه ISO ۱۴۰۰۱ اقداماتی نظیر تولید پاک‌تر و کاهش میزان تولید مواد زاید جامد انجام داده‌اند لیکن این فعالیت‌ها بسیار اندک بوده و اکثر صنایع هنوز اهمیت کاهش مقدار زایداتشان را درک نکرده‌اند و یا اقدامی در این خصوص انجام نداده‌اند.

وضعیت مدیریت مواد زاید جامد در شهرک صنعتی شاهرود قبل از اجرای الگوی مدیریت یکپارچه مقدار کل مواد زاید جامد تولید شده در این شهرک در سال ۱۳۸۷، ۱۷۲۸ ton بوده است که از این مقدار، ۱۶۰۳ ton مواد زاید صنعتی و ۱۲۵ ton مواد زاید خانگی (شهری) است. جداول شماره ۳ و ۴ مقدار و ترکیب مواد زاید جامد تولید شده در این شهرک را با جزئیات نشان می‌دهد. همان‌طور که جداول نشان می‌دهند قسمت اعظم مواد زاید جامد این شهرک را مواد آلی، کاغذ و کارتن و زائدات ساختمانی تشکیل می‌دهد (۹).

جدول شماره ۳. میزان مواد زاید جامد تولید شده در شهرک صنعتی شاهرود در سال ۱۳۸۷

| درصد  | میزان تولید (ton) | نوع ماده زاید جامد              |
|-------|-------------------|---------------------------------|
| ۳۶/۲۶ | ۶۲۶/۵۷            | ماده زاید جامد صنعتی:           |
| -     | -                 | فرستاده شده به محل دفن          |
| ۵۱/۲  | ۸۸۴/۷۵            | جمع‌آوری شده توسط بازیافت‌چی‌ها |
| ۵/۳   | ۹۱/۵۸             | استفاده مجدد یا بازیافت شده     |
|       |                   | خطرناک                          |
| ۷/۲۴  | ۱۲۵/۱             | ماده زاید جامد خانگی            |
| ۱۰۰   | ۱۷۲۸              | جمع کل                          |

جدول شماره ۴. ترکیب مواد زاید جامد تولید شده در شهرک صنعتی شاهرود در سال ۱۳۸۷

| نوع ماده زاید جامد | میزان تولید (ton/year) | درصد | نوع ماده زاید جامد | میزان تولید (ton/year) | درصد |
|--------------------|------------------------|------|--------------------|------------------------|------|
| زایدات آلی         | ۴۹۴/۲                  | ۲۸/۶ | پارچه              | ۲۲/۴۷                  | ۱/۳  |
| زایدات خرده چوب    | ۳۲/۸۳                  | ۱/۹  | زایدات خطرناک      | ۹۱/۵۸                  | ۵/۳  |
| لجن                | ۲۴/۱۹                  | ۱/۴  | روغن سوخته         | ۱۱۲/۳۲                 | ۶/۵  |
| فلزات قراضه        | ۵۳/۵۷                  | ۳/۱  | حلال‌های مستعمل    | ۱۳۹/۹۷                 | ۸/۱  |
| کاغذ باطله         | ۲۵۷/۴۷                 | ۱۴/۹ | نخاله ساختمانی     | ۱۱۲/۳                  | ۶/۵  |
| پلاستیک قراضه      | ۲۶۹/۵۷                 | ۱۵/۶ | سایر               | ۹۶/۷۷                  | ۵/۶  |
| چرم                | ۲۰/۷۴                  | ۱/۲  | پارچه              | ۲۲/۴۷                  | ۱/۳  |

نتایج حاصله از پیاده‌سازی الگوی مدیریت یکپارچه مواد زاید جامد صنعتی در این شهرک  
جدول شماره ۴ نتایج حاصله از اجرای این الگو را در شهرک صنعتی شاهرود در سال‌های مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۵: نتایج حاصل از اجرای الگوی مدیریت یکپارچه مواد زاید جامد در شهرک صنعتی شاهرود

| هدف  | ۱۳۸۸                |               | ۱۳۸۹                |               | ۱۳۹۰                |               |
|--|---------------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------|
|  | مقدار هدف گذاری شده | میزان دستیابی | مقدار هدف گذاری شده | میزان دستیابی | مقدار هدف گذاری شده | میزان دستیابی |
| میزان تولید مواد زاید جامد به ازای محصول تولید شده (kg per 100 million Rials production) | ۶۳/۵                | ۶۴/۲          | ۶۰/۳۲               | ۵۹/۳۱         | ۵۷/۱۴               | ۵۶/۱۰         |
| میزان ماده زاید جامد دفعی به ازای محصول تولید شده (kg per 100 million Rials production)  | ۳۳/۵                | ۳۴/۲          | ۳۱/۲۲               | ۳۰/۱۰         | ۲۸/۹۴               | ۲۷/۵۴         |
| میزان بازیافت زایدات صنعتی (%)   | ۳۰                  | ۲۷/۸۱         | ۳۴                  | ۳۲/۸۴         | ۳۸                  | ۳۶/۱۲         |
| میزان بازیافت زایدات کاغذی و پلاستیکی (%)  | ۳۵                  | ۳۴/۱          | ۳۹                  | ۳۷/۸۵         | ۴۳                  | ۴۱/۶۹         |
| میزان دفع ایمن زایدات خطرناک (%)   | ۱۰۰                 | ۱۰۰           | ۱۰۰                 | ۱۰۰           | ۱۰۰                 | ۱۰۰           |

همان‌طور که جدول شماره ۵ نشان می‌دهد میزان تولید مواد زاید جامد از ۶۶/۶۸ kg per ۱۰۰ million Rials production در سال ۱۳۸۷ به ترتیب به ۶۴/۲، ۵۹/۳۱ و ۵۶/۱۰ در سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ کاهش پیدا کرد که به معنای دستیابی بیش از ۹۶/۵٪ به اهداف تعیین شده است. بر طبق اطلاعات جدول شماره ۳، میزان بازیافت زایدات صنعتی از ۲۶٪ در سال ۱۳۸۷ به ترتیب به ۲۷/۸۱٪، ۳۲/۸۴٪ و ۳۶/۱۲٪ در سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ افزایش پیدا کرد که به معنای دستیابی بیش از ۹۷/۲٪ به اهداف تعیین شده است. همچنین میزان بازیافت زایدات کاغذ و پلاستیکی نیز از

همان‌طور که جدول شماره ۵ نشان می‌دهد میزان تولید مواد زاید جامد از ۶۶/۶۸ kg per ۱۰۰ million Rials production در سال ۱۳۸۷ به ترتیب به ۶۴/۲، ۵۹/۳۱ و ۵۶/۱۰ در سال‌های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ کاهش پیدا کرد که به معنای دستیابی بیش از ۹۸٪ به اهداف تعیین شده است. همچنین میزان مواد زاید جامد دفعی از ۳۵/۷۸ kg per ۱۰۰ million Rials production در سال ۱۳۸۷ به ترتیب به ۳۴/۲، ۳۰/۱۰ و ۲۷/۵۴ در سال‌های



افزایش بازیافت سالیانه،  $6/8\%$  و در مطالعه Mbuligwe و همکاران،  $2/2\%$  بود که به دلیل تفاوت سطح تکنولوژی موجود و میزان نظارت حاکم است.

میزان افزایش بازیافت زایدات کاغذ و پلاستیکی هدف گذاری شده در این مطالعه نیز سالیانه  $4\%$  و میزان دستیابی به آن در این مطالعه،  $3/82\%$  بود در حالی که در مطالعه Pires و همکاران، مقدار افزایش بازیافت سالیانه،  $7/9\%$  و در مطالعه Mbuligwe و همکاران،  $2/3\%$  بود که دلیل آن نیز مجدداً، تفاوت سطح تکنولوژی موجود و میزان نظارت حاکم است (۸ و ۱۰).

### نتیجه گیری

این مطالعه نشان داد که الگوی مدیریت یکپارچه مواد زاید جامد، ابزار موثر و مفیدی برای برنامه ریزی استراتژیک مدیریت انواع مواد زاید جامد در یک شهرک صنعتی است. زیرا همانند یک اکوسیستم طبیعی، روابط معینی تحت عنوان روابط تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، نظیف کنندگان و تجزیه کنندگان مابین واحدهای صنعتی مستقر در یک شهرک صنعتی ایجاد می کند تا بقا و حیات آن شهرک و واحدهای تولید مستقر در آن تضمین گردد. این الگو به دلیل برگرداندن مواد زاید جامد به چرخه تولید مجدد، با صرفه اقتصادی و ارزش افزوده همراه است همچنین منجر به حفظ منابع طبیعی و کاهش میزان دفع و هزینه های تولید می گردد. در نتیجه، اجرای این روش برای سایر شهرک های صنعتی ایران پیشنهاد می گردد.

### تشکر و قدردانی

این مقاله، حاصل طرح تحقیقاتی با عنوان "طراحی و اجرای الگوی مدیریت یکپارچه مواد زاید جامد در شهرک صنعتی شاهرود بر اساس توافق فیما بین پژوهشگر و مدیریت شهرک صنعتی شاهرود" و کد..... در سال ۱۳۸۵ بوده است و هیچ هزینه ای بابت اجرای آن دریافت نشده است. نویسندگان بر خود لازم می دانند از زحمات و حمایت های شرکت شهرک صنعتی ایران، شرکت شهرک های صنعتی استان سمنان، مدیریت شهرک صنعتی شاهرود و معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شاهرود قدردانی نمایند.

$31\%$  در سال ۱۳۸۷ به ترتیب به  $34/1\%$ ،  $37/85\%$  و  $41/69\%$  در سال های ۱۳۸۸، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ افزایش پیدا کرد که به معنای دستیابی بیش از  $96/6\%$  به اهداف تعیین شده است.

### بحث

نتایج حاصله نشان داد که استراتژی اتخاذ شده در این شهرک برای دستیابی به اهداف الگوی مدیریت یکپارچه مواد زاید جامد تا حد زیادی موفق بوده است و منجر به کاهش مقدار تولید زایدات به ازای فرآورده تولیدی و همچنین افزایش میزان بازیافت اجزای با ارزش از ترکیب مواد زاید جامد شهرک صنعتی شده است با این وجود، هنوز با مقادیر هدف گذاری شده بین ۲ تا  $4\%$  فاصله دارد. دلیل این امر نیز آشنا نبودن مسئولین واحدهای صنعتی به این الگو، عدم وجود اطلاعات قبلی از این الگو در کشور و همچنین عدم وجود کارشناسان محیط زیست در برخی از این واحدهای صنعتی به منظور نظارت دقیق بر روند اجرای این الگو است. از آنجائی که در داخل کشور، نمونه مشابهی از اجرای این الگو در شهرک های صنعتی وجود ندارد لذا امکان مقایسه نتایج با موارد داخلی وجود ندارد. در دنیا مطالعات مختلفی در زمینه بهبود وضعیت مدیریت در مواد زاید جامد در صنایع انجام شده است. در مطالعه حاضر، مقدار کاهش هدف گذاری شده برای میزان تولید مواد زاید جامد،  $5\%$  و میزان بدست آمده نزدیک به  $4/7\%$  بود در حالی که مطالعه Pires و همکاران بر روی شهرک های صنعتی فرانسه مقدار کاهش را  $8\%$  نشان داد که تفاوت موجود ناشی از تفاوت سطح تکنولوژی موجود و وضعیت زمینه مدیریت مواد زاید جامد در صنایع کشور ما و فرانسه است. همچنین مقدار کاهش هدف گذاری شده برای میزان ماده زاید جامد دفعی در این مطالعه،  $5\%$  و میزان بدست آمده نزدیک به  $4/74\%$  بود در حالی که مطالعه Mbuligwe و همکاران بر روی شهرک های صنعتی تانزانیا مقدار کاهش را  $2/5\%$  نشان داد که دلیل آن، توسعه یافتگی بیشتر صنایع در کشور ما و وجود نظارت بیشتر است.

میزان افزایش بازیافت زایدات صنعتی هدف گذاری شده در این مطالعه، سالیانه  $4\%$  و میزان دستیابی به آن در این مطالعه،  $3/87\%$  بود در حالی که در مطالعه Pires و همکاران، مقدار

## منابع

1. Samanimajd S, Hashemi H, Poorzamani HR, Mohammadi Moghadam F, Noormoradi H, Samanimajd A. Solid wastes management of industrial zones, case study of Boroujen. Health System Research. 2010;6:908-17 (in Persian).
2. Abu-Hijleh BAK, Mousa M, Al-Dwairi R, Al-Ku-moos M, Al-Tarazi S. Feasibility study of a municipality solid waste incineration plant in Jordan. Energy Conversion and Management. 1998;39(11):1155-59.
3. Karami MA, Farzadkia M, JonidiJaafari A, Nabizade R, Gohari MR, karimae M. Investigation of industrial waste management in industries located between Tehran and Karaj zone in 2009-2010. Iranian Journal of Health and Environment. 2011;4(4):507-18 (in Persian).
4. Hazra T, Goel S. Solid wastes management in Kolkata, India: Practices and challenges. Wastes Management. 2009;29(1):470-78.
5. Binavapour M, Nouri J, Nabizadeh R, Naddafi K. Solid wastes management of industrial zones, case studies of BouAli, Lian and Lalejin. Proceedings of 12th National Conference of Environmental Health; Tehran; 2009 Nov 12-14 (in Persian).
6. Mesgarof H, Khodadadi T, Sharafi K, Sharifi A. Solid wastes management of industrial zones, case studies of Kermanshah. Proceedings of 5th National Conference of Environmental Health; Tehran; 2002 Nov 16-18 (in Persian).
7. Ghavami A, Shahmoradi B, Sadeghi R, Siosehm-ardeh A. Solid wastes management of industrial zones, case studies of Sanandadj. Proceedings of 1st National Conference of Environmental Engineering; Tehran; 2007 Dec 11-12 (in Persian).
8. Pires A, Martinho G, Chang N-B. Solid waste management in European countries: a review of systems analysis techniques. Journal of Environmental Management. 2011;92(4):1033-50.
9. Roudbari AA, Javid A. Solid wastes management of industrial zones, case studies of Shahroud. Proceedings of 5th National Conference of Environmental Health; Tehran; 2002 Nov 16-18 (in Persian).
10. Mbuligwe SE, Kaseva ME. Assessment of industrial solid waste management and resource recovery practices in Tanzania. Resources, Conservation and Recycling. 2006;47(3):260-76.
11. Malakootian M, Izanloo H, Messerghany M, Emamjomeh MM. Electrocoagulation efficiency in removal of COD from the Qom landfill leachate. Iranian Journal of Health and Environment. 2012;5(3):201-10 (in Persian).
12. Geng Y, Zhu Q, Haight M. Planning for integrated solid waste management at the industrial Park level: a case of Tianjin, China. Waste Management. 2007;27(1):141-50.
13. Casares ML, Ulierte N, Matarán A, Ramos A, Zamorano M. Solid industrial wastes and their management in Asegra (Granada, Spain). Waste Management. 2005;25(10):1075-82.
14. Yamamura K. Current status of waste management in Japan. Waste Management and Research. 1983;1(1):1-15.
15. Al-Qaydi S. Industrial solid waste disposal in Dubai, UAE: a study in economic geography. Cities. 2006;23(2):140-48.

16. Dong TTT, Lee B-K. Analysis of potential RDF resources from solid waste and their energy values in the largest industrial city of Korea. *Waste Management*. 2009;29(5):1725-31.
17. Lombrano A. Cost efficiency in the management of solid urban waste. *Resources, Conservation and Recycling*. 2009;53(11):601-11.
18. El-Fadel M, Zeinati M, El-Jisr K, Jamali D. Industrial-waste management in developing countries: the case of Lebanon. *Journal of Environmental Management*. 2001;61(4):281-300.

# **Design and Implementation of Integrated Solid Wastes Management Pattern in Industrial areas, Case Study of Shahroud, Iran**

**Yaghmaeian Kamiar<sup>1</sup>, Roudbari Ali Akbar<sup>2</sup>, Nazemi Saeed<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran

Received: 1 December 2012 ; Accepted: 25 February 2013

## **ABSTRACT**

**Background & Objectives:** The aim of the study was to design and implement integrated solid wastes management pattern in Shahroud industrial area, to evaluate the results, and to determine possible performance problems.

**Materials & Methods:** This cross - sectional study was carried out for 4 years in Shahroud industrial area and the implementation process included: 1. qualitative and quantitative analysis of all solid wastes generated in the area, 2. determining the current state of solid waste management in the area and identifying programs conducted, 3. designing and implementation of integrated management pattern including design and implementation of training programs, laws, penalties and incentives, and illustrating and implementing programs for all factories, and 4. monitoring the implementation process and determining the results.

**Results:** Annually, 1,728 tons of solid waste is generated in the area including 1603 tons of industrial waste and 125 tons of municipal wastes. By implementing this pattern, two separated systems of collection and recycling of domestic and industrial waste were launched in this area. Moreover, consistent with the goals, the amount of solid waste generated and disposed in 2011 was 51.5 and 28.6 kg per 100 million Rials production respectively. In addition, 42 and 40% of the industrial waste and paper were recycled.

**Conclusion:** Results showed that implementation of this pattern, i.e. running source separation, training programs, capacity building, providing technical services, completing chain of industries and strengthening the cooperation between industrial estate management and industrial units could greatly reduce the waste management problems.

**Key words:** solid wastes, integrated management, industrial area

---

\*Corresponding Author: [roodbari@shmu.ac.ir](mailto:roodbari@shmu.ac.ir)

**Tel:** +98 27 33336890, **Fax:** +98 27 33335588, **Mob:** +98 9127732149