



Research paper

(Received 16 Feb. 2025

Accepted 8 Mar., 2024)

## Simulation of the Organizational Green Management Development Model Using System Thinking: A Case Study of Kerman Municipality

Saideh Ghotbi<sup>1\*</sup>, Arash Montazeri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Department, Kerman Municipality, Kerman, Iran

<sup>2</sup>Deputy of Human Resources Development and Management, Kerman Municipality, Kerman, Iran

### Abstract

This study aims to evaluate the impacts of implementing the comprehensive green management plan in Kerman Municipality, one of the key institutions in urban management. Using a mixed-method approach, including qualitative and quantitative analyses, various dimensions of the green management plan were examined, and its effects on the organization's environmental, economic, and social indicators were analyzed. In the qualitative section, the perspectives of senior managers and experts in urban management and environmental fields were collected. In the quantitative section, the opinions of Kerman Municipality employees were assessed using a questionnaire. The collected data were analyzed through Causal Loop Diagram (CLD) modeling to identify interactions between variables. The results indicate that implementing this plan has led to reduced consumption of energy, water, and paper, as well as improved urban waste management. Measures such as installing online energy consumption monitoring systems, utilizing renewable energy sources like solar panels, and developing waste segregation and recycling infrastructure have had positive effects on reducing operational costs and pollutant emissions. Additionally, environmental culture was fostered through workshops and individual incentives, enhancing employee and citizen participation in the municipality's green initiatives. The developed CLD model in this study, identifying reinforcing and balancing loops such as "environmental education and managerial commitment" and "resource consumption and budget constraints," has been introduced as an effective tool in strategic planning. These models demonstrate how interactions among variables can facilitate achieving sustainable development.

**Keywords:** Green management, System dynamics, Causal Loop Diagrams, Kerman Municipality

---

\*Corresponding Author: Saideh Ghotbi

Email: [s.ghotbi@kerman.ir](mailto:s.ghotbi@kerman.ir)

Phone: 09132420913

DOI: 10.48306/juem.2025.507079.1070



مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۱۸ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۰/۱

## شبیه‌سازی مدل توسعه مدیریت سبز سازمانی با استفاده از تفکر سیستمی: مطالعه

### موردی شهرداری کرمان

سعیده قطبی<sup>۱\*</sup>، آرش منتظری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> اداره تحقیقات و پژوهش، شهرداری کرمان، کرمان، ایران

<sup>۲</sup> معاونت توسعه و مدیریت منابع انسانی شهرداری کرمان، کرمان، ایران

#### چکیده

این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیرات اجرای طرح جامع مدیریت سبز در شهرداری کرمان، به‌عنوان یکی از نهادهای کلیدی مدیریت شهری، انجام شده است. با اتخاذ رویکردی ترکیبی شامل تحلیل‌های کیفی و کمی، ابعاد مختلف طرح مدیریت سبز بررسی شده و تأثیرات آن بر شاخص‌های محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی سازمان مورد تحلیل قرار گرفته است. در بخش کیفی، دیدگاه‌های مدیران ارشد و کارشناسان حوزه مدیریت شهری و محیط زیست و در بخش کمی، نظرات کارکنان شهرداری کرمان با استفاده از ابزار پرسش‌نامه مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از مدل‌سازی حلقه علی (CLD) تجزیه و تحلیل شده و تعاملات میان متغیرها شناسایی شدند. نتایج نشان می‌دهد که اجرای این طرح منجر به کاهش مصرف انرژی، آب و کاغذ، و بهبود مدیریت پسماند شهری شده است. اقدامات نظیر نصب سامانه‌های پایش آنلاین مصرف انرژی، بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند پنل‌های خورشیدی، و توسعه زیرساخت‌های تفکیک و بازیافت پسماند، تأثیرات مثبتی بر کاهش هزینه‌های عملیاتی و انتشار آلاینده‌ها داشته‌اند. همچنین، فرهنگ‌سازی زیست‌محیطی از طریق برگزاری کارگاه‌های آموزشی و ارائه مشوق‌های فردی، مشارکت کارکنان و شهروندان را در برنامه‌های سبز شهرداری افزایش داده است. مدل حلقه علی توسعه‌یافته در این پژوهش، با شناسایی حلقه‌های تقویتی و بالانسی نظیر "آموزش زیست‌محیطی و تعهد مدیران" و "مصرف منابع و محدودیت بودجه"، به‌عنوان ابزاری مؤثر در برنامه‌ریزی استراتژیک معرفی شده است. این مدل‌ها نشان می‌دهند که چگونه تعامل میان متغیرها می‌تواند مسیر دستیابی به توسعه پایدار را تسهیل کند.

**کلیدواژه‌ها:** مدیریت سبز، پویایی سیستم، نمودارهای حلقه علی، شهرداری کرمان

## ۱- مقدمه

مدیریت سبز به عنوان یکی از عناصر کلیدی در دستیابی به توسعه پایدار زیست‌محیطی، نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی شهری ایفا می‌کند [1]. این مفهوم شامل مجموعه‌ای از برنامه‌ها و طرح‌هایی است که هماهنگی سیستم‌ها و فناوری‌های شهری را با اهداف زیست‌محیطی و اجتماعی تضمین می‌کند. در دنیای امروز، مسائل زیست‌محیطی و پایداری به چالش‌هایی استراتژیک برای مدیریت شهری تبدیل شده‌اند، چرا که فشارهای اجتماعی، اقتصادی و قانونی در حال افزایش هستند [2]. شهرداری‌ها به عنوان نهادهای مدیریتی اصلی در شهرها، موظفند از رویکردها و ابزارهایی استفاده کنند که علاوه بر تحقق اهداف خود، نیازهای زیست‌محیطی و اجتماعی جامعه را نیز برآورده سازند.

پذیرش مدیریت سبز در شهرداری‌ها نه تنها به کاهش اثرات زیست‌محیطی شهرها منجر می‌شود، بلکه با بهبود بهره‌وری منابع، تعاملات مثبت‌تری را با ذینفعان و شهروندان ایجاد می‌کند [3]. اجرای مدیریت سبز در حوزه‌هایی مانند استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش مصرف منابع طبیعی، بازیافت پسماند و توسعه فضاهای سبز، تأثیرات گسترده‌ای در بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی و ارتقای کیفیت زندگی شهری دارد [4]. همچنین، این رویکرد موجب کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش کارایی فرآیندهای شهری شده و شهرداری‌ها را قادر می‌سازد تا نقش فعالی در حرکت به سمت توسعه پایدار ایفا کنند [5].

یکی از ابزارهای کلیدی در اجرای مدیریت سبز، استفاده از نمودارهای حلقه علی (CLD) است. این ابزار با تجسم روابط علت و معلولی میان متغیرهای شهری، به ساده‌سازی پیچیدگی سیستم‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی کمک می‌کند. استفاده از CLD در شهرداری‌ها امکان تحلیل رفتار دینامیک سیستم‌ها، پیش‌بینی اثرات بلندمدت تصمیمات و طراحی استراتژی‌های پایدار را فراهم می‌کند. به عنوان مثال، این ابزار می‌تواند در شناسایی حلقه‌های بازخورد مثبت برای بهبود مصرف انرژی در ساختمان‌های شهرداری و کاهش آلودگی هوا در شهرها مفید باشد. مدیریت سبز در شهرداری‌ها با تقویت تعهدات زیست‌محیطی و اجتماعی، زمینه‌ای برای افزایش اعتماد شهروندان و ارتقای اعتبار سازمانی فراهم می‌کند. این رویکرد، با استفاده از فناوری‌های نوین و ابزارهای مدیریتی کارآمد، شهرداری‌ها را قادر می‌سازد تا با اجرای پروژه‌هایی با مصرف انرژی کمتر، تولید زباله کاهش یافته و بازدهی اقتصادی بالاتر، الگویی موفق برای توسعه پایدار شهری ارائه دهند.

مدیریت سبز به عنوان یکی از مفاهیم کلیدی در دستیابی به توسعه پایدار زیست‌محیطی، موضوع مطالعات گسترده‌ای در حوزه‌های مختلف مدیریتی، زیست‌محیطی و شهری بوده است. تحقیقات پیشین به بررسی ابعاد مختلف مدیریت سبز، از جمله بهبود بهره‌وری منابع، کاهش اثرات زیست‌محیطی، و توسعه استراتژی‌های پایدار پرداخته‌اند. در این میان، ابزارهای تحلیلی مانند نمودارهای حلقه علی (CLD) برای شبیه‌سازی دینامیک سیستم‌های پیچیده و طراحی راهبردهای سبز، توجه محققان بسیاری را به خود جلب کرده‌اند. همچنین، مطالعات مرتبط با شهرداری‌ها نشان می‌دهد که استفاده از رویکردهای سبز، از انرژی‌های تجدیدپذیر گرفته تا مدیریت پسماند و بهبود کیفیت هوا، می‌تواند به بهینه‌سازی فرآیندهای شهری و کاهش هزینه‌های عملیاتی منجر شود. در ادامه، به بررسی مقالات و مطالعات مرتبط با مدیریت سبز و کاربرد آن در سازمان‌های شهری و شهرداری‌ها پرداخته می‌شود تا چارچوب مفهومی و مبانی نظری این پژوهش روشن‌تر گردد.

مطالعه Jenkin و همکارانش (۲۰۱۱) نشان داد که هزینه‌های مرتبط با مصرف انرژی دلیل اصلی سازمان‌ها برای حرکت به سمت توسعه فناوری‌های سبز است و این موضوع در چند سال اخیر بسیار مهم شده است [6]. با افزایش استفاده از سیستم‌ها و فناوری‌های اطلاعاتی، کاهش اثرات زیست‌محیطی منفی آنها برای کاهش تخریب محیط زیست زمین حیاتی است. در برابر اثرات مضر محیط زیست، مدیریت می‌تواند در کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای تا ۱۵٪ بسیار مؤثر باشد.

مارتینز و گریلو (۲۰۱۲) استفاده پایدار از فناوری اطلاعات با مفهوم سبز با هدف کاهش ردپای کربنی را مورد بررسی قرار دادند [7]. در این مطالعه، استفاده پایدار از مدیریت به شدت با دو عامل رفتار انسانی و انرژی مصرفی توسط زیرساخت‌ها مرتبط یافت شد.

چن و چانگ (۲۰۱۴) عوامل مؤثر بر پذیرش مدیریت را مورد بررسی قرار دادند [8]. نتایج نشان می‌دهند که سازگاری زیست‌محیطی و پاسخ به تغییرات در مقررات زیست‌محیطی و شهروندی به جای ملاحظات اقتصادی، انگیزه اصلی سازمان‌ها برای پذیرش مدیریت است. علاوه بر این، حمایت دولت نقش مهمی در پیشبرد مسئولیت‌های اجتماعی توسط سازمان‌های پیشرو

ایفا کرده است. همچنین منابع فناوری و حکمرانی در راستای مدیریت نیز از مهم‌ترین عوامل آمادگی سازمان برای انجام مسئولیت‌های اجتماعی خود بودند.

چن و چانگ (۲۰۱۴) از مدل نمودار علت و معلول (CLD) برای تحلیل ارتباط میان گسترش بی‌رویه شهرها، ترافیک سنگین و کاهش فضاهای سبز در تایوان استفاده کردند [۹]. مطالعه آن‌ها اهمیت تفکر سیستمی در شناسایی بازخوردهای پیچیده‌ای که مشکلات محیط‌زیستی و شهری را تشدید می‌کنند، نشان می‌دهد و بینش‌های عملی برای سیاست‌گذاران ارائه می‌کند تا این مسائل را به‌طور جامع حل کنند. این تحقیق نمونه‌ای از کاربرد مدل‌های CLD در برنامه‌ریزی شهری و مدیریت محیط‌زیست است که روشی معتبر برای تحلیل سیستم‌های پیچیده ارائه می‌دهد.

گودبول و لمب (۲۰۱۵) تأثیر استفاده از فناوری‌های ابری و در نتیجه کاهش تولید کربن در بیمارستان‌ها را مورد بررسی قرار دادند [10]. بر اساس نتایج آنها، سرورها و انبارهای داده به‌طور مداوم در تمام بیمارستان‌ها جایگزین می‌شوند، که منجر به افزایش پسماند الکترونیکی می‌شود. حرکت بیمارستان‌ها به سمت استفاده از مدیریت و استفاده از فناوری سرور مجازی و حافظه مجازی امکان کاهش هزینه‌های تجهیزات و مدیریت سیستم را برای بیمارستان‌ها فراهم می‌کند.

شولز و وورچک (۲۰۱۶) رابطه میان فرهنگ سازمانی و پذیرش شیوه‌های مدیریت سبز در صنعت هتل‌داری را مورد بررسی قرار دادند [۱۱]. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهند که تقویت فرهنگ سازمانی نوآورانه برای پیاده‌سازی موفق ابتکارات سبز ضروری است. این تحقیق بر نقش رهبری و مشارکت کارکنان در ترویج پایداری تأکید دارد و چارچوبی برای ادغام شیوه‌های سبز در صنایع خدماتی ارائه می‌کند.

کالدر و همکاران (۲۰۱۷) نقش تفکر ناب (Lean Thinking) را در ترویج شیوه‌های کسب‌وکار پایدار مورد بررسی قرار دادند [۱۲]. این تحقیق نشان می‌دهد که اصول تفکر ناب، مانند کاهش ضایعات و بهینه‌سازی فرآیندها، با اهداف پایداری هم‌راستا است. این مطالعه هم‌افزایی میان تفکر ناب و توسعه پایدار را شناسایی کرده و نقشه‌راهی برای شرکت‌هایی که قصد دارند بهره‌وری خود را افزایش دهند و در عین حال اثرات زیست‌محیطی خود را کاهش دهند، ارائه می‌کند.

خیرانی و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی شیوه‌های مدیریت زنجیره تأمین سبز در صنعت خودروسازی مالزی از دیدگاه تفکر سیستمی پرداختند [۱۳]. این تحقیق به شناسایی محرک‌ها و موانع پذیرش شیوه‌های سبز در صنعت خودروسازی پرداخته و بر اهمیت رویکرد سیستمی برای حل چالش‌های زیست‌محیطی در زنجیره تأمین تأکید می‌کند. این تحقیق به‌ویژه بر لزوم رویکردهای جامع برای دستیابی به اهداف پایداری تأکید دارد.

آکمن و میشر (۲۰۱۹) بخش‌های مختلفی از روش‌های مدیریت را بر اساس دیدگاه مدل پذیرش فناوری مورد بررسی قرار دادند [14]. در این مطالعه، فناوری‌های اطلاعاتی مختلفی که اثرات زیست‌محیطی را کاهش داده و شامل استفاده مؤثرتر از انرژی و کاهش پسماند بودند، بررسی شدند. همچنین تلاش شد تا متغیرهای خارجی مانند هنجارهای ذهنی و سطح آگاهی از فناوری اطلاعات در مدل پیشنهادی گنجانده شود.

ریس و همکاران (۲۰۱۹) با انجام یک مرور ادبیات، به بررسی کاربرد مدل‌سازی دینامیک سیستم‌ها در مدیریت زنجیره تأمین پایدار پرداخته‌اند [۱۵]. این تحقیق پتانسیل تفکر سیستمی برای بهینه‌سازی فرآیندهای زنجیره تأمین، تعادل میان اهداف اقتصادی و زیست‌محیطی و پیش‌بینی اثرات پایداری بلندمدت را مورد تأکید قرار می‌دهد. این مطالعه بنیان‌گذار فهم کاربرد دینامیک سیستم‌ها در شبکه‌های پیچیده زنجیره تأمین است.

یو و همکاران (۲۰۲۰) تحقیقی با عنوان مدیریت منابع انسانی سبز و همکاری زیست‌محیطی با دیدگاه توانایی، انگیزه، فرصت و چشم‌انداز احتمالی ارائه کردند [16]. این مطالعه ارزش مدیریت منابع انسانی سبز را در حمایت از همکاری‌های زیست‌محیطی با مشتریان و تأمین‌کنندگان بررسی کرد و نقش مؤثر مدیریت زنجیره تأمین سبز داخلی در تولیدکنندگان خودرو چینی را مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که مدیریت زنجیره تأمین سبز به‌طور مثبت و قابل توجهی با همکاری زیست‌محیطی با مشتریان و تأمین‌کنندگان مرتبط است و این روابط به‌طور قابل توجهی توسط مدیریت زنجیره تأمین سبز داخلی تعدیل می‌شوند.

مارکوس-سانچز و همکاران (۲۰۲۲) نقش تفکر سیستمی را در آموزش پایداری در رشته‌های مدیریت کسب‌وکار و معماری مورد بررسی قرار دادند [۱۷]. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهند که استفاده از تفکر سیستمی در آموزش می‌تواند توانایی دانشجویان

را برای تحلیل چالش‌های پیچیده پایداری بهبود بخشد. این تحقیق پیشنهاد می‌دهد که ادغام روش‌های تفکر سیستمی در برنامه‌های درسی، دانش‌آموزان را برای مقابله با مسائل جهانی پایداری آماده‌تر می‌کند.

انواری‌فر و همکاران (۲۰۲۴) چارچوبی برای فناوری اطلاعات سبز (Green IT) در سازمان توسعه تجارت ایران ارائه کردند که هدف آن بهینه‌سازی عملیات سازمان و کاهش اثرات زیست‌محیطی است [۱۸]. این مطالعه به پیوند میان فناوری و پایداری پرداخته و استراتژی‌های اجرایی برای ادغام فناوری اطلاعات سبز جهت بهینه‌سازی مصرف منابع و کاهش اثرات زیست‌محیطی را معرفی می‌کند. این تحقیق دیدگاهی خاص به شرایط ایران و چالش‌های موجود در اقتصادهای در حال توسعه دارد. تلکداریا و همکاران (۲۰۲۴) از تفکر سیستمی برای مدل‌سازی پیچیدگی‌های اقتصاد سبز استفاده کردند [۱۹]. این تحقیق چارچوبی جامع برای درک وابستگی‌های میان فعالیت‌های اقتصادی و پایداری زیست‌محیطی ارائه می‌دهد. با به‌کارگیری مدل‌سازی سیستم‌ها، این مطالعه بینش‌های عملی برای طراحی سیاست‌ها و استراتژی‌هایی که رشد اقتصادی را با حفظ محیط‌زیست هماهنگ می‌کنند، فراهم می‌آورد.

جمع‌بندی مطالعات مرور شده نشان می‌دهد که مدیریت سبز و تفکر سیستمی به‌عنوان رویکردهایی نوین، در طیف وسیعی از زمینه‌ها، از مدیریت زنجیره تأمین و منابع انسانی تا برنامه‌ریزی شهری و اقتصاد سبز، به‌کار گرفته شده‌اند. تحقیقات گذشته بر اهمیت تلفیق فناوری‌های نوین و تفکر سیستمی برای بهبود بهره‌وری منابع، کاهش اثرات زیست‌محیطی و دستیابی به اهداف پایداری تأکید داشته‌اند. ابزارهایی نظیر نمودارهای حلقه علی (CLD) و مدل‌سازی دینامیک سیستم‌ها نیز به‌عنوان ابزارهای تحلیلی کلیدی معرفی شده‌اند که با شناسایی و تحلیل تعاملات پیچیده در سیستم‌ها، امکان بهینه‌سازی فرآیندها و طراحی استراتژی‌های کارآمد را فراهم می‌کنند.

این مطالعات بیانگر آن است که عوامل مختلفی نظیر فرهنگ سازمانی، سازگاری زیست‌محیطی، حمایت دولت، و فناوری‌های سبز در پذیرش و موفقیت مدیریت سبز نقش حیاتی دارند. با توجه به اهمیت این موضوعات، پژوهش حاضر با تکیه بر یافته‌های ادبیات موجود و با رویکردی جامع، تلاش دارد تا به طراحی و ارزیابی چارچوبی عملیاتی برای پیاده‌سازی مدیریت سبز در سازمان‌های شهری، به‌ویژه شهرداری کرمان، بپردازد. بر پایه یافته‌های پیشین و نیاز مبرم به دستیابی به توسعه پایدار، این مطالعه با ارائه رویکردی سیستمی و تحلیل چندبعدی، گامی در جهت درک بهتر پتانسیل‌های مدیریت سبز و شناسایی ابزارهای کارآمد برای اجرای آن در محیط‌های شهری برداشته و چشم‌اندازی جدید برای سیاست‌گذاری‌های آینده ارائه می‌دهد.

## ۲- مواد و روش‌ها

این مقاله از نظر روش پژوهش، توصیفی و پیمایشی است. روش پژوهش توصیفی و پیمایشی در این مقاله به معنای آن است که تحقیق به توصیف ویژگی‌ها، ارتباطات و تأثیرات متغیرهای مورد مطالعه در بستر سازمان شهرداری کرمان می‌پردازد و از طریق گردآوری داده‌ها و نظرسنجی از افراد مرتبط (مانند مدیران، کارکنان و کارشناسان داخلی سازمان) اطلاعات لازم را به دست می‌آورد. در این روش، پژوهشگر با استفاده از ابزارهایی نظیر پرسشنامه، مصاحبه و کارگاه‌های تفکر سیستمی به گردآوری داده‌ها پرداخته و سپس با تحلیل آن‌ها سعی در شناسایی الگوها، روابط علی و معلولی، و تأثیرات متقابل مدیریت سبز و تفکر سیستمی در فرآیندها و عملکرد داخلی سازمان شهرداری می‌نماید. در ادامه، مراحل گام به گام انجام پژوهش با استفاده از مدل CLD در بستر سازمان شهرداری کرمان بیان شده است:

### ۱. تعریف اهداف و دامنه تحقیق

هدف کلی: ارتقای پایداری و بهره‌وری در فرآیندهای داخلی سازمان شهرداری کرمان از طریق شناسایی و بهینه‌سازی تعاملات و روابط علی در مدیریت سبز سازمانی.

دامنه تحقیق: شامل تمامی فرآیندها، منابع، و ذی‌نفعان داخلی سازمان، از جمله مدیریت منابع انسانی، مدیریت پسماند اداری، مصرف انرژی در ساختمان‌های اداری، و سایر فعالیت‌های مرتبط با مدیریت سبز در ساختار سازمانی شهرداری کرمان. شناسایی عناصر و عوامل کلیدی سیستم با محوریت توسعه مدیریت سبز سازمانی

گردآوری داده‌ها و اطلاعات مرتبط با فعالیت‌های داخلی سازمان شهرداری، از جمله استفاده از منابع، فرآیندهای کاری، زیرساخت‌های اداری، و سایر عوامل مؤثر بر مدیریت سبز در بستر سازمان.

## ۲. ترسیم نقشه اولیه CLD

استفاده از داده‌های گردآوری شده برای ترسیم یک نقشه اولیه CLD که روابط بین عناصر و عوامل سیستم داخلی سازمان را با محوریت توسعه مدیریت سبز نشان می‌دهد. این شامل تعیین حلقه‌های تقویتی (Reinforcing Loops) و تضعیفی (Balancing Loops) مرتبط با بهینه‌سازی مصرف انرژی، مدیریت پسماند اداری، و کاهش مصرف منابع می‌باشد.

## ۳. تحلیل و ارزیابی نقشه CLD

تحلیل نقشه CLD برای شناسایی الگوهای رفتاری، روابط علی عمده، و تعیین چگونگی تأثیرگذاری این روابط بر کارایی و بهره‌وری داخلی سازمان. این تحلیل به شناسایی فرصت‌ها و چالش‌های موجود در مدیریت سبز سازمانی کمک می‌کند.

## ۴. تحلیل نتایج و تصمیم‌گیری

بررسی نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌ها برای ارزیابی اثربخشی استراتژی‌های پیاده‌سازی شده و تصمیم‌گیری نهایی برای بهبود فرآیندها و شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و بهره‌وری در بستر داخلی سازمان شهرداری کرمان. این روش، با تمرکز بر فرآیندهای درون‌سازمانی، به شناسایی نقاط ضعف و قوت سیستم مدیریتی شهرداری کرمان کمک کرده و الگویی علمی و عملیاتی برای ارتقای مدیریت سبز سازمانی فراهم می‌آورد.

## ۲-۱- نمودار حلقه علی CLD

مدل نمودار حلقه علی (Causal Loop Diagram - CLD) یکی از ابزارهای اصلی در تفکر سیستمی است که برای تجسم و تحلیل روابط علت و معلولی در سیستم‌ها به کار می‌رود. این مدل به ما امکان می‌دهد تا ساختارهای پنهان در پشت رفتارهای پیچیده سیستم را شناسایی و درک کنیم. تفکر سیستمی و ابزارهای آن، از جمله CLD، ریشه در زمینه‌های متنوعی مانند تئوری سیستم‌ها، مدیریت، علم سایبرنتیک، و مهندسی دارند [۲۰].

تفکر سیستمی به عنوان یک دیدگاه فکری در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ میلادی توسعه یافت، به خصوص با کارهای جی فورستر در MIT که پایه‌های مدل‌سازی دینامیکی سیستم‌ها را گذاشت. جی فورستر، پدر علم دینامیک سیستم‌ها، مدل‌های CLD را به عنوان بخشی از رویکرد خود برای مدل‌سازی دینامیک سیستم‌های پیچیده ارائه کرد [۲۰]. این مدل‌ها به تحلیل و فهم سیستم‌های پویا و پیچیده کمک می‌کنند. در دهه‌های بعدی، این رویکرد توسط پژوهشگران و متخصصان در زمینه‌های مختلف از جمله مدیریت، اقتصاد، محیط زیست، و سلامت عمومی به کار گرفته شد.

- ❖ نمودارهای حلقه علی، سیستم‌ها را به صورت مجموعه‌ای از متغیرها و ارتباطات بین آن‌ها نشان می‌دهند. متغیرها با گره‌ها و ارتباطات با پیکان‌ها نشان داده می‌شوند.
- ❖ این نمودارها دو نوع حلقه بازخورد را نشان می‌دهند: حلقه‌های تقویت‌کننده (R) که تغییرات را تقویت می‌کنند و حلقه‌های تعادل‌بخش (B) که به سیستم کمک می‌کنند تا به تعادل برسد.
- ❖ CLD به تحلیل‌گران کمک می‌کند تا روابط پیچیده و غیرخطی را شناسایی کنند، علل بنیادی مشکلات را بیابند و پیامدهای بلندمدت سیاست‌ها و تصمیمات را پیش‌بینی کنند.
- ❖ این مدل در برنامه‌ریزی استراتژیک، مدیریت تغییر، توسعه پایدار، و طراحی سیاست‌ها به شکل گسترده‌ای استفاده می‌شود.

CLD یک ابزار قدرتمند برای فهم سیستم‌ها و اتخاذ تصمیمات آگاهانه در مواجهه با پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌ها است. این مدل به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا دیدی سیستمی به چالش‌ها داشته باشند و راهکارهایی اثربخش‌تر و پایدارتر طراحی کنند.

گام‌های زیر برای ایجاد یک CLD باید انجام شوند [۲۲، ۲۱]:

- ۱- تعریف مشکل: ابتدا باید مشکل به طور دقیق تعریف شود. این شامل پرسش‌هایی است نظیر "مشکل چیست؟"، "چگونه خود را نشان می‌دهد؟" و "اثرات آن چیست؟" همچنین، مرزهای سیستم مرتبط با مشکل باید شناسایی شوند تا محدوده تحلیل مشخص شود.
  - ۲- طرح سؤال مناسب: هر مشکل ممکن است با چندین سؤال مختلف تحلیل شود. بنابراین، باید به طور مشخص تعیین شود که تحقیق قصد پاسخ به کدام سؤال را دارد. با هر سؤال متفاوت، ممکن است یک CLD متفاوت ترسیم شود.
  - ۳- شناسایی و اولویت‌بندی متغیرهای کلیدی: فهرستی از متغیرهای مرتبط با سؤال پژوهش تهیه و بر اساس اهمیت مرتب شود. ابتدا می‌توان یک فهرست جامع از متغیرهای احتمالی ایجاد کرد و سپس موارد غیرضروری حذف شوند. این متغیرها ممکن است شامل عوامل فیزیکی، اقتصادی، اجتماعی یا دیگر موارد مرتبط باشند.
  - ۴- تعیین روابط علی: روابط علت و معلولی میان متغیرها باید شناسایی شوند. تحلیل کنید که تغییر در هر متغیر چگونه می‌تواند بر دیگر متغیرهای سیستم تأثیر بگذارد و اتصالات میان آن‌ها را ثبت کنید.
  - ۵- شناسایی حلقه‌های بازخورد: حلقه‌های بازخورد موجود در سیستم را شناسایی کنید. حلقه‌های تقویتی (مثبت) تغییرات را تشدید می‌کنند، در حالی که حلقه‌های تعادلی (منفی) تلاش می‌کنند سیستم را به وضعیت پایدار برگردانند.
  - ۶- ترسیم نمودار حلقه علی: متغیرها را به صورت گره‌هایی در نمودار نمایش دهید و از پیکان‌ها برای نشان دادن روابط علت و معلولی بین آن‌ها استفاده کنید. جهت و نوع تأثیر (مثبت یا منفی) را با برجسب‌گذاری پیکان‌ها مشخص کنید. همچنین، وجود یا عدم وجود بازخورد در سیستم را بررسی کنید و پس از تکمیل هر حلقه، از منطقی بودن آن اطمینان حاصل نمایید. این روند را برای تمامی متغیرها ادامه دهید تا نسخه اولیه CLD تکمیل شود.
  - ۷- تحلیل نمودار: نمودار ترسیم‌شده را برای درک بهتر رفتار سیستم تحلیل کنید. بررسی کنید که تغییرات متغیرها و حلقه‌های بازخورد چگونه بر مسئله اصلی تأثیر می‌گذارند. در صورت لزوم، متغیرها یا اتصالات جدیدی اضافه کنید تا نمودار به طور جامع‌تر دینامیک سیستم را نشان دهد.
  - ۸- شبیه‌سازی سیستم (اختیاری): در صورت امکان، از ابزارهای شبیه‌سازی برای تحلیل پویایی سیستم و آزمایش سناریوهای مختلف استفاده کنید. شبیه‌سازی‌ها می‌توانند بینش دقیق‌تری درباره تأثیر تغییرات متغیرها یا حلقه‌های بازخورد بر سیستم در طول زمان ارائه دهند. در این مطالعه به تحلیل کیفی حلقه‌های CLD اکتفا شده است.
- لازم به ذکر است، یکی از ویژگی‌های کلیدی CLD این است که نسخه اولیه به ندرت نهایی است. فرآیند توسعه CLD نیازمند تکرار و بازبینی‌های مداوم است. هر مرحله از تحلیل و بازنگری می‌تواند به بینش‌های جدید و سؤالات اضافی منجر شود. بنابراین، بازگشت به مراحل قبلی برای بازنگری و تنظیم نمودار امری ضروری است. این روند ممکن است چندین بار تکرار شود تا نسخه نهایی CLD به دست آید.

Vensim یک نرم‌افزار قدرتمند برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی پویایی سیستم‌ها است که محیطی بصری و تعاملی برای ایجاد و تحلیل مدل‌های دینامیک در سیستم‌های پیچیده فراهم می‌کند. این نرم‌افزار ابزارهایی برای طراحی نمودارهای حلقه علی (CLD)، نمودارهای حالت و جریان و سایر مدل‌های دینامیک ارائه می‌دهد. کاربران می‌توانند با استفاده از Vensim متغیرها، معادلات و روابط میان اجزای سیستم را تعریف کرده و رفتار سیستم را در طول زمان شبیه‌سازی و تحلیل کنند. این نرم‌افزار در حوزه‌های متنوعی از جمله مدیریت، اقتصاد، علوم محیطی، سیاست‌گذاری عمومی و مهندسی برای درک و حل مسائل پیچیده دینامیک سیستم‌ها کاربرد دارد [۲۳]. در این مطالعه، نرم‌افزار Vensim برای ترسیم و تحلیل نمودارهای حلقه علی (CLD) مورد استفاده قرار گرفته است. تمامی مراحل مدل‌سازی مطابق با استانداردهای تعریف‌شده برای طراحی CLD در این نرم‌افزار انجام شده و از قابلیت‌های آن برای تجسم روابط علی و بازخوردهای سیستم به صورت دقیق بهره گرفته شده است. استفاده از

این نرم‌افزار کمک شایانی به تحلیل دقیق‌تر تعاملات و رفتارهای سیستم کرده و پایه‌ای قوی برای شبیه‌سازی و ارزیابی پویایی‌های سیستم فراهم کرده است.

## ۲-۲- شهرداری کرمان

شهرداری کرمان به‌عنوان یک سازمان بزرگ در مدیریت شهری، نقش مهمی در ارائه خدمات به شهروندان، برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های توسعه‌ای ایفا می‌کند. این سازمان با مسئولیت اداره امور شهر کرمان، وظایفی از جمله مدیریت زیرساخت‌های شهری، نظارت بر ساخت‌وسازها، مدیریت پسماند، حفظ و توسعه فضای سبز و ارائه خدمات حمل‌ونقل عمومی را بر عهده دارد. شهرداری کرمان با برخورداری از تعداد قابل‌توجهی نیروی انسانی و همکاری با پیمانکاران و مشاوران مختلف، بستری پویا برای اجرای طرح‌های نوآورانه و ارتقای شاخص‌های پایداری در شهر فراهم کرده است. در سال‌های اخیر، شهرداری کرمان با هدف کاهش اثرات زیست‌محیطی و ارتقای بهره‌وری منابع، به‌طور جدی به اجرای سیاست‌های مدیریت سبز و پایدارسازی فرآیندهای خود پرداخته است. این سازمان با درک اهمیت کاهش مصرف انرژی، مدیریت بهینه پسماند، و استفاده از فناوری‌های نوین، اقدام به طراحی و اجرای برنامه‌های سبز در سطح سازمان کرده است. مطالعه حاضر با تمرکز بر شهرداری کرمان، تلاش دارد تا با بررسی ساختارها و فرآیندهای داخلی این سازمان، تأثیر اجرای مدیریت سبز بر شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و فرهنگی آن را ارزیابی کرده و چارچوبی عملیاتی برای ارتقای عملکرد سبز این نهاد ارائه دهد.

## ۳- بحث و نتایج

در این قسمت تلاش شده است تا با استناد به مدل‌های مفهومی، داده‌های جمع‌آوری‌شده و تحلیل‌های انجام‌شده، تأثیرات طرح جامع مدیریت سبز بر شاخص‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی شهرداری کرمان به‌طور دقیق بررسی شود. با توجه به ماهیت بین‌رشته‌ای موضوع، یافته‌ها به‌گونه‌ای تدوین شده‌اند که ابعاد مختلف طرح جامع مدیریت سبز شهری را پوشش داده و ارتباط متقابل میان متغیرها را روشن سازند.

اجرای طرح جامع مدیریت سبز به‌عنوان یک استراتژی سازمانی برای کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی، افزایش بهره‌وری منابع و ارتقای فرهنگ زیست‌محیطی، در سازمان‌های مدیریت شهری مانند شهرداری کرمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. فعالیت‌های گسترده شهرداری‌ها در حوزه‌هایی نظیر مدیریت پسماند، برنامه‌ریزی انرژی، توسعه زیرساخت‌های شهری و کاهش آلودگی محیطی، اثرات قابل‌توجهی بر محیط زیست دارند که مدیریت آن‌ها مستلزم رویکردهای جامع و سیستماتیک است. طرح مدیریت سبز شهری، با فراهم‌سازی بسترهای لازم برای استفاده بهینه از منابع، کاهش ضایعات و آلاینده‌ها، و ارتقای آگاهی و مشارکت شهروندان و کارکنان، توانسته است تغییرات قابل‌توجهی در عملکرد زیست‌محیطی و مدیریتی شهرداری کرمان ایجاد کند.

جامعه آماری این تحقیق به دو بخش اصلی تقسیم می‌شود که هر یک نقش و ویژگی‌های مشخصی در فرآیند مطالعه دارند. در بخش کیفی، دیدگاه‌های خبرگان و مدیران ارشد مرتبط با شهرداری کرمان مورد بررسی قرار گرفته و در بخش کمی، نظرات کارکنان باتجربه شاغل در حوزه‌های مرتبط با مدیریت شهری تحلیل شده است. این تقسیم‌بندی امکان بهره‌گیری از تخصص و دانش خبرگان در کنار دیدگاه‌های عملیاتی و تجربیات کارکنان را فراهم کرده و به محقق اجازه داده است تا با نگاهی جامع‌تر، ابعاد مختلف طرح جامع مدیریت سبز را ارزیابی کند.

بخش کیفی این مطالعه بر اساس مصاحبه‌های عمیق با ۱۲ نفر از خبرگان حوزه مدیریت سبز انجام شده است. این افراد بر اساس معیارهایی همچون تجربه کاری مرتبط، تحصیلات، و نقش‌های کلیدی آن‌ها در سازمان انتخاب شده‌اند تا داده‌های به‌دست‌آمده از این بخش دارای عمق و اعتبار علمی کافی باشد. هدف این بخش، استخراج دیدگاه‌های تخصصی درباره چالش‌ها و فرصت‌های مدیریت سبز در ساختار شهرداری کرمان و شناسایی عوامل کلیدی تأثیرگذار بر موفقیت این طرح است.

بخش کمی این تحقیق با هدف بررسی دیدگاه‌های کارکنان باتجربه و عملیاتی در شهرداری کرمان انجام شده است. در این بخش، ۱۸۰ نفر از کارکنان که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با فرآیندهای مدیریت سبز شهری درگیر بوده‌اند، مورد مطالعه قرار

گرفته‌اند. این افراد از طریق نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده‌اند تا نتایج حاصل از این بخش نمایانگر دیدگاه‌های عملی و کاربردی در اجرای طرح جامع مدیریت سبز شهری باشد. این داده‌ها کمک کرده‌اند تا تأثیرات واقعی اقدامات شهرداری کرمان در حوزه مدیریت سبز و پایداری شهری بررسی شود.

بر اساس مصاحبه‌ها و داده‌های جمع‌آوری‌شده، عوامل و متغیرهای موثر بر "شاخص محیط زیست مدیریت سبز" در شهرداری کرمان مشخص شده‌اند که در جدول ۱ نمایش داده شده‌اند. همچنین، عوامل تأثیرگذار بر "میزان رعایت شاخص‌های مدیریت سبز توسط پیمانکاران شهرداری" (C18) و "میزان رعایت شاخص‌های مدیریت سبز توسط مشاوران شهرداری" (C19) نیز از طریق حلقه‌های دیگر و با تأثیرپذیری از عوامل دیگری تغییر می‌کنند. این عوامل و متغیرها در جدول ۲ به تفصیل نشان داده شده‌اند.

اگر رابطه علت و معلولی تقویت‌کننده باشد، با علامت مثبت و اگر کاهش‌دهنده باشد، با علامت منفی نشان داده می‌شود. به‌عنوان مثال، بهبود سیستم اتوماسیون اداری شهرداری (C7) سه متغیر را به دنبال دارد: "کاهش کاغذ مصرفی" (C14) با علامت منفی، "افزایش ارائه خدمات الکترونیکی" (C13) با علامت مثبت، و "افزایش امکانات برگزاری جلسات آنلاین" (C12) نیز با علامت مثبت. علاوه بر این، این متغیر خود تحت تأثیر دو علت قرار دارد: "بودجه مدیریت سبز" (C1) با علامت مثبت و "بروزرسانی سخت‌افزار IT" (C9) نیز با علامت مثبت. بر همین اساس، مدل CLD (نمودار حلقه علت و معلول) عوامل موثر بر "شاخص محیط زیست مدیریت سبز" در شهرداری کرمان به صورت شکل ۱ نمایش داده می‌شود. در این شکل، حلقه‌های علت و معلولی بین پارامترهای مختلف نمایش داده شده‌اند. همچنین، جهت تأثیرگذاری عوامل بر یکدیگر (جهت فلش‌ها از علت به معلول) و نوع تأثیر (مثبت یا منفی / تقویت‌کننده یا کاهش‌دهنده) در کنار فلش‌ها مشخص شده است.

جدول ۱- عوامل و متغیرهای موثر بر شاخص محیطی توسعه مدیریت سبز در شهرداری کرمان

نماد	متغیر	توضیح
C1	بودجه مدیریت سبز	منابع مالی تخصیص‌یافته برای برنامه‌های سبز (میلیون ریال)
C2	برگزاری دوره آموزشی	تعداد دوره‌های آموزشی برگزارشده برای کارکنان در زمینه برنامه‌های سبز سازمانی
C3	میزان فرهنگ‌سازی و آموزش	سطح آگاهی کارکنان از اصول سبز
C4	پسماند الکترونیک تولیدی	حجم زباله‌های الکترونیکی تولیدشده و بازیافتی (کیلوگرم)
C5	خرابی سخت افزارها	نرخ خرابی تجهیزات سخت‌افزاری (تعداد خرابی در ماه)
C6	به روزرسانی سخت افزار IT	جایگزینی تجهیزات قدیمی IT برای بهبود کارایی و کاهش مصرف انرژی
C7	ارتقای سیستم اتوماسیون اداری	میزان کاهش استفاده از کاغذ به دلیل دیجیتالی شدن
C8	میزان استانداردسازی زیرساختها	سطح انطباق زیرساخت‌ها با استانداردهای زیست‌محیطی
C9	پشتیبانی و به روزرسانی سامانه	دفعات به‌روزرسانی سامانه‌ها (تعداد در سال)
C10	میزان انرژی مصرفی	مقدار برق یا انرژی مصرف‌شده (کیلووات‌ساعت)
C11	میزان حمل و نقل	مسافت طی‌شده با وسایل نقلیه (لیتر سوخت مصرفی)
C12	امکان برگزاری جلسات آنلاین	تعداد جلسات آنلاین برگزارشده در ماه
C13	ارائه خدمات الکترونیک	درصد خدمات دیجیتالی شده
C14	کاغذ مصرفی	میزان کاغذ مصرفی در ماه (کیلوگرم در ماه)
C15	آب مصرفی	حجم آب مصرفی (متر مکعب)
C16	استقرار انبارداری الکترونیک	درصد کاهش مصرف کاغذ در فرآیند انبارداری
C17	التزام مدیران به توسعه مدیریت سبز	میزان تعهد مدیران به اجرای برنامه‌های سبز

نماد	متغیر	توضیح
C18	میزان رعایت شاخص های مدیریت سبز توسط پیمانکار	انطباق عملکرد پیمانکاران با اصول سبز
C19	میزان رعایت شاخص های مدیریت سبز توسط مشاور	میزان تعهد مشاوران به اصول سبز
هدف	شاخص محیطی توسعه مدیریت	معیار کلی ارزیابی موفقیت در مدیریت سبز (امتیاز کلی)

شاخص محیطی زیستی مدیریت سبز در شهرداری کرمان نیز می تواند با توجه به سه دسته عوامل اصلی تحلیل شود:

۱. عوامل سازمانی تأثیرگذار بر شاخص محیطی زیستی مدیریت سبز
  ۲. عوامل مربوط به میزان رعایت شاخص های مدیریت سبز توسط پیمانکاران
  ۳. عوامل مربوط به میزان رعایت شاخص های مدیریت سبز توسط مشاوران
- با استناد به روابط علی دقیق نمایش داده شده در شکل ۱، هر بخش تحلیل شده و تأثیرات متقابل آن ها بررسی شده است:

#### ❖ عوامل سازمانی تأثیرگذار بر شاخص محیطی زیستی مدیریت سبز

بخش مرتبط با عوامل سازمانی از چندین حلقه علی تقویت کننده و تضعیف کننده تشکیل شده که نقش مهمی در بهبود شاخص محیطی زیستی ایفا می کنند. مهم ترین عوامل و نحوه اثرگذاری آن ها عبارتند از:

##### ✓ بودجه مدیریت سبز

افزایش بودجه مدیریت سبز، شهرداری را قادر می سازد تا زیرساخت های پایدارتر را توسعه دهد و استفاده از منابع را بهینه کند. این بودجه می تواند برای ارتقای اتوماسیون اداری، توسعه سامانه های انبارداری الکترونیک و بهینه سازی مصرف منابع مالی و انرژی مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال، کاهش مصرف کاغذ و انرژی از پیامدهای مستقیم این اقدام است.

##### ✓ پشتیبانی و به روزرسانی سامانه ها

ارتقای سخت افزارها و نرم افزارهای مورد استفاده در شهرداری، خرابی تجهیزات را کاهش داده و به بهره وری بیشتر منجر می شود. این اقدام همچنین تولید پسماند الکترونیکی را کاهش داده و از اثرات منفی زیست محیطی می کاهد.

##### ✓ فرهنگ سازی و آموزش

برگزاری دوره های آموزشی و برنامه های فرهنگ سازی زیست محیطی، آگاهی کارکنان را افزایش داده و آن ها را به رفتارهای زیست محیطی تشویق می کند. این فرآیند باعث بهبود مصرف بهینه منابع در سطح سازمان و کاهش هدررفت می شود.

##### ✓ امکان برگزاری جلسات آنلاین و ارائه خدمات الکترونیک

دیجیتالی شدن فرآیندهای اداری، کاهش نیاز به حمل و نقل و مصرف کاغذ را تسهیل می کند. این اقدامات، ضمن بهبود شاخص محیطی زیستی، بهره وری منابع و کاهش هزینه ها را نیز به همراه دارند.

#### ❖ تأثیر فناوری و منابع تجدیدپذیر

اجرای طرح جامع مدیریت سبز در شهرداری کرمان به بهینه سازی مصرف انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر منجر شده است. با بهره گیری از سامانه های پایش آنلاین مصرف انرژی، الگوهای هدررفت شناسایی و اقدامات اصلاحی مؤثری انجام شده است.

نصب پنل‌های خورشیدی بر سقف ساختمان‌های اداری و استفاده از توربین‌های بادی کوچک در مناطق مناسب، به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کرده است. این اقدامات نه تنها هزینه‌های عملیاتی شهرداری را کاهش داده، بلکه نشان‌دهنده نقش مؤثر فناوری‌های نوین در بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی و اقتصادی در مدیریت شهری است.

### ❖ سایر عوامل

مدیریت پسماند به‌عنوان یکی از محورهای کلیدی طرح جامع مدیریت سبز در شهرداری کرمان، نقشی حیاتی در کاهش زباله‌های دفنی، ارتقای بهره‌وری منابع، و کاهش اثرات زیست‌محیطی ایفا کرده است. اجرای برنامه‌هایی نظیر تفکیک زباله در مبدأ، استفاده از فناوری‌های نوین بازیافت، و همکاری با شرکت‌های تخصصی بازیافت، موجب کاهش هزینه‌های مرتبط با جمع‌آوری و پردازش پسماند و بازتولید مواد قابل استفاده شده است. این اقدامات، علاوه بر کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، منبع درآمد جانبی قابل توجهی از طریق فروش مواد بازیافتی ایجاد کرده و تأثیر مستقیمی بر پایداری مدیریت شهری داشته است.

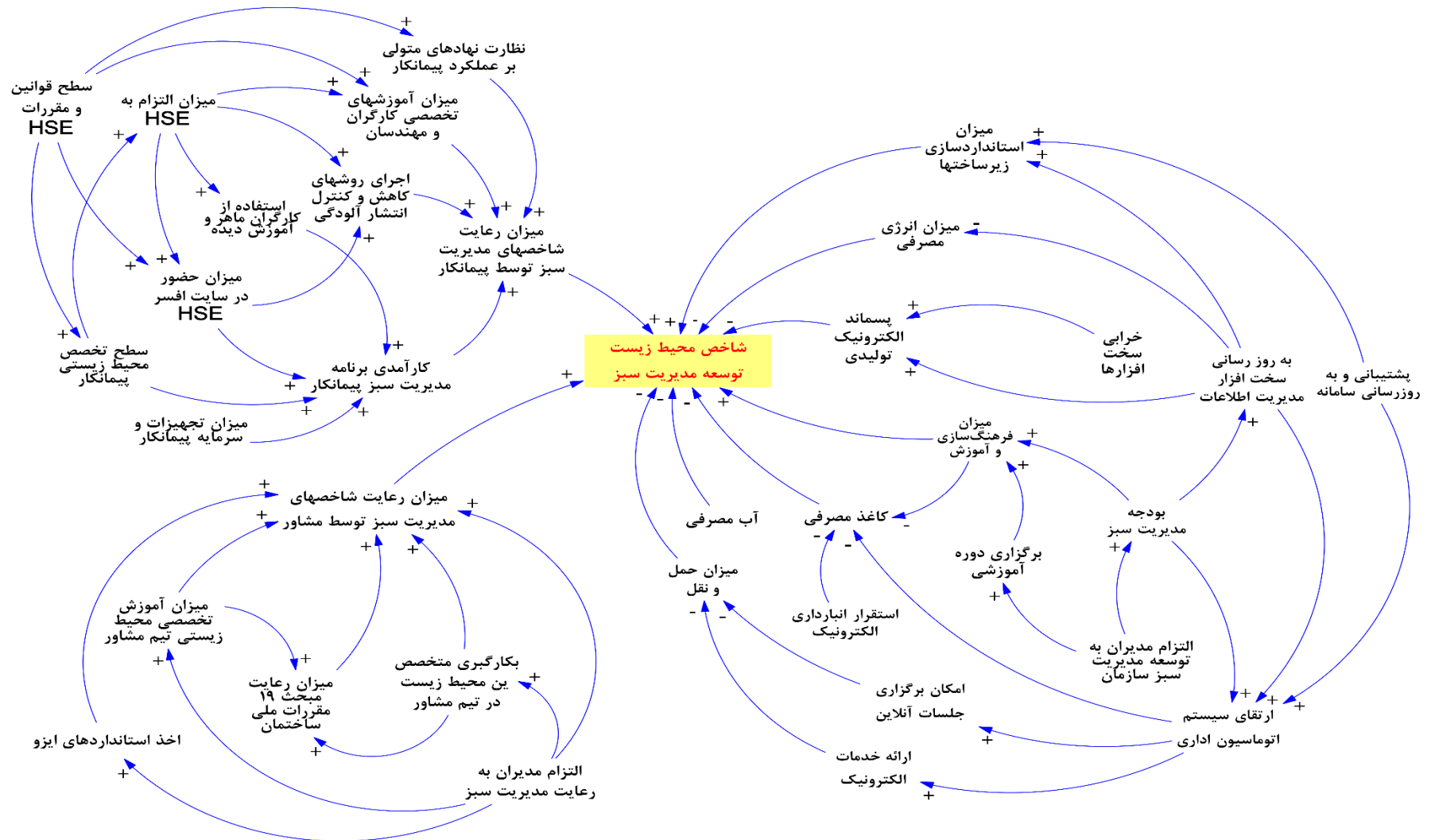
فرهنگ‌سازی زیست‌محیطی، به‌ویژه از طریق برگزاری رویدادهای آموزشی و مسابقات ایده‌پردازی سبز، نقش بسزایی در افزایش آگاهی کارکنان و تغییر رفتارهای زیست‌محیطی آن‌ها داشته است. این رویدادها، با محوریت موضوعاتی نظیر کاهش مصرف منابع و مدیریت پسماند، ضمن تقویت فرهنگ سازمانی، مشارکت فعال کارکنان در برنامه‌های مدیریت سبز را افزایش داده است. مشوق‌های فردی، از جمله پاداش‌های مالی و عناوین افتخاری مانند "کارمند سبز ماه"، انگیزه کارکنان را برای اجرای برنامه‌های سبز تقویت کرده و تعهد آن‌ها به اهداف زیست‌محیطی را پایدارتر کرده است.

استانداردهای بین‌المللی نظیر ISO 14001 و ISO 50001، چارچوبی منسجم برای ارزیابی و بهبود عملکرد زیست‌محیطی شهرداری ارائه داده‌اند. این استانداردها، ضمن تضمین کیفیت فرآیندها، شفافیت عملکرد سازمان را افزایش داده و اعتبار شهرداری را در سطح ملی و بین‌المللی ارتقا بخشیده‌اند. ممیزی‌های دوره‌ای مرتبط با این استانداردها، به شناسایی نقاط ضعف و اجرای اصلاحات مستمر کمک کرده و سازمان را به سمت پایداری سوق داده است.

آینده‌پژوهی و نیازسنجی نیز در این طرح، نقش کلیدی در طراحی استراتژی‌های بلندمدت و تطابق با روندهای زیست‌محیطی ایفا کرده‌اند. با شناسایی فناوری‌های نوین و تحلیل تغییرات زیست‌محیطی، شهرداری توانسته است اقدامات موثری برای بهینه‌سازی مصرف منابع و کاهش اثرات زیست‌محیطی طراحی و اجرا کند. این رویکرد، ضمن پیش‌بینی چالش‌های آینده، مسیر توسعه پایدار را هموار کرده و الگویی عملیاتی برای سایر شهرداری‌ها ارائه داده است.

جدول ۲- عوامل و متغیرهای مؤثر بر شاخص محیطی توسعه مدیریت سبز در شرکت ساختمانی بانک ملت

نماد	عوامل و متغیرهای مؤثر بر شاخص‌های مدیریت سبز توسط سبز توسط پیمانکار	نماد	عوامل و متغیرهای مؤثر بر شاخص‌های مدیریت سبز توسط مشاور
C20	میزان تجهیزات و سرمایه پیمانکار	C29	به کارگیری متخصصین محیط زیست در تیم مشاور
C21	سطح تخصص محیط زیستی پیمانکار	C30	التزام مدیران به رعایت مدیریت سبز
C22	کارآمدی برنامه مدیریت سبز پیمانکار	C31	میزان رعایت مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان
C23	اجرای روش‌های کاهش و کنترل انتشار آلودگی	C32	میزان آموزش تخصصی محیط زیستی تیم مشاور
C24	میزان آموزش‌های تخصصی کارگران و مهندسان	C33	اخذ استانداردهای ایزو
C25	نظارت نهادهای متولی بر عملکرد پیمانکار		
C26	استفاده از کارگران ماهر و آموزش دیده		
C27	میزان التزام به HSE		
C28	سطح قوانین و مقررات HSE		



شکل ۱- نمودار حلقه علت و معلولی وضع موجود توسعه شاخص محیط زیستی مدیریت سبز در شهرداری کرمان

علاوه در این شکل به وضوح نشان‌دهنده تأثیر میان عملکرد پیمانکار و رعایت شاخص‌های مدیریت سبز توسط پیمانکار بر شاخص محیط زیستی توسعه مدیریت سبز در کل شهرداری کرمان است. عوامل و متغیرهای موثر بر شاخص‌های مدیریت سبز توسط پیمانکار در جدول ۲ نشان داده شده است. مهم‌ترین حلقه‌های علی در این بخش عبارتند از:

#### ❖ رعایت شاخص‌های مدیریت سبز توسط پیمانکار:

رعایت اصول زیست‌محیطی توسط پیمانکاران، از جمله کاهش آلودگی و استفاده از مواد پایدار، اثر مستقیم بر بهبود شاخص محیط زیستی دارد. نظارت نهادهای متولی بر عملکرد پیمانکار نیز این رابطه را تقویت می‌کند.

#### ❖ میزان آموزش تخصصی برای پیمانکاران:

افزایش آموزش‌های مرتبط با روش‌های کاهش آلودگی، توانایی پیمانکاران در اجرای برنامه‌های مدیریت سبز را افزایش می‌دهد. این متغیر با استفاده از کارگران ماهر و دیده‌بان‌های محیط زیستی تقویت می‌شود.

#### ❖ تجهیزات و سرمایه پیمانکار:

تجهیزات به‌روز و سازگار با محیط زیست، کارایی برنامه‌های پیمانکاران را افزایش می‌دهد و به کاهش ضایعات و بهینه‌سازی مصرف منابع منجر می‌شود.

شکل ۱ نشان می‌دهد که مشاوران از طریق طراحی و اجرای سیاست‌های زیست‌محیطی، نقشی اساسی در بهبود شاخص محیط زیستی ایفا می‌کنند. مهم‌ترین روابط علی این بخش شامل موارد زیر است:

#### ❖ رعایت شاخص‌های مدیریت سبز توسط مشاور:

میزان رعایت اصول مدیریت سبز توسط تیم مشاور به طور مستقیم بر موفقیت پروژه‌ها و کاهش مصرف منابع تأثیر می‌گذارد.

#### ❖ بکارگیری متخصصین محیط زیست در تیم مشاور:

استفاده از افراد متخصص باعث بهبود کیفیت مشاوره و رعایت بهتر استانداردهای زیست‌محیطی می‌شود. این متغیر همچنین از طریق آموزش‌های تخصصی زیست‌محیطی تقویت می‌شود.

#### ❖ استانداردهای ایزو و مقررات ملی ساختمان:

اخذ استانداردهای زیست‌محیطی نظیر ایزو و تطابق با مقررات ملی ساختمان (به خصوص مبحث ۱۹)، باعث ارتقاء عملکرد تیم مشاور و تأثیر مثبت بر شاخص محیط زیستی می‌شود.

اجرای کامل طرح جامع مدیریت سبز منجر به تغییرات اساسی و مثبتی در مدل CLD (نمودار حلقه علی) شاخص محیط زیست مدیریت سبز شهرداری کرمان خواهد شد. این تغییرات در قالب متغیرهای جدید و حلقه‌های علی تقویت‌کننده و بالانس‌کننده نمود پیدا کرده و تأثیرات گسترده‌ای بر بهبود عملکرد زیست‌محیطی شهرداری خواهد داشت. نمودار CLD ارائه‌شده پس از اجرای این طرح، نشان‌دهنده تغییرات چشمگیری است که به ارتقای شاخص‌های زیست‌محیطی، کاهش مصرف منابع، و بهبود کیفیت کلی مدیریت سبز در شهرداری منجر می‌شود.

اجرای این طرح باعث ایجاد حلقه‌های تقویت‌کننده جدیدی می‌شود که نقش مهمی در کاهش مصرف منابع شهری نظیر انرژی، کاغذ، و آب ایفا می‌کنند. برای مثال، توسعه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند نصب پنل‌های خورشیدی در ساختمان‌های شهرداری و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود کیفیت هوای شهری کمک می‌کند. این اقدامات، علاوه بر کاهش تأثیرات زیست‌محیطی منفی، در ارتقای شاخص کیفیت زندگی شهری و بهبود خدمات شهری نیز نقش به‌سزایی خواهند داشت.

در این میان، متغیرهای جدیدی نظیر "سامانه پایش آنلاین مصرف انرژی"، "برگزاری رویدادهای مرتبط با مدیریت سبز" و "بهینه‌سازی فرآیندهای اداری از طریق استفاده از اتاق‌های پرینتر اشتراکی" به مدل اضافه شده‌اند که در وضعیت موجود شهرداری کرمان مشاهده نمی‌شدند. این متغیرها، با توجه به اهداف طرح جامع مدیریت سبز، نقش مهمی در بهینه‌سازی مصرف منابع، کاهش

هزینه‌های عملیاتی، و ارتقای فرهنگ زیست‌محیطی در میان کارکنان و شهروندان ایفا خواهند کرد. جزئیات این متغیرها و تأثیر آن‌ها در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- متغیرهای جدید افزوده‌شده به مدل CLD شاخص محیط زیست پس از اجرای طرح جامع مدیریت سبز

نماد	متغیر	توضیح
C34	سامانه پایش آنلاین مصرف انرژی	نظارت لحظه‌ای بر مصرف انرژی برای کاهش هدررفت.
C35	برگزاری رویدادهای مدیریت سبز	کارگاه‌ها و سمینارهای ارتقای فرهنگ زیست‌محیطی.
C36	مشوق‌های فردی	ارائه پاداش‌ها و امتیازات برای تشویق کارکنان به مشارکت در برنامه‌های سبز.
C37	استفاده از اتاق پرینتر اشتراکی	کاهش مصرف کاغذ و انرژی و افزایش کیفیت هوای داخلی با متمرکزسازی چاپ.
C38	پایش کیفیت هوا	اندازه‌گیری آلاینده‌ها و بهبود کیفیت هوای داخلی.
C39	کاهش مصرف و بازچرخانی آب	جمع‌آوری و بازچرخانی آب برای کاهش مصرف.
C40	استفاده مجدد و بازیافت	بازیافت و بازتولید مواد برای کاهش ضایعات.
C41	کیفیت برنامه جامع پسماند	مدیریت تفکیک، بازیافت و کاهش پسماند برای بهبود بهره‌وری منابع.
C42	میزان استفاده از انرژی تجدیدپذیر	بهره‌گیری از منابع انرژی خورشیدی و بادی برای کاهش سوخت‌های فسیلی
C43	اخذ استانداردهای ایزو	دریافت گواهینامه‌های ISO 14001 و ISO 50001 و ...
C44	آینده پژوهی و نیاز سنجی	تحلیل روندها و شناسایی نیازهای آینده برای برنامه‌ریزی در حوزه مدیریت سبز.

یکی از مهم‌ترین دستاوردهای اجرای طرح جامع مدیریت سبز در شهرداری کرمان، کاهش مصرف انرژی از طریق نصب سامانه‌های پایش آنلاین و بهره‌گیری از فناوری‌های هوشمند برای نظارت و بهینه‌سازی مصرف انرژی است. این سامانه‌ها با جمع‌آوری داده‌های دقیق و به‌روز از ساختمان‌های اداری و زیرساخت‌های شهری، امکان شناسایی نقاط ضعف در مصرف انرژی و ارائه راهکارهای فوری برای کاهش هدررفت انرژی را فراهم می‌کنند. علاوه بر این، توسعه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر نصب پنل‌های خورشیدی بر بام ساختمان‌های شهرداری و استفاده از توربین‌های بادی در فضاهای شهری، وابستگی به انرژی‌های فسیلی را کاهش داده و بهره‌وری انرژی را بهبود بخشیده است.

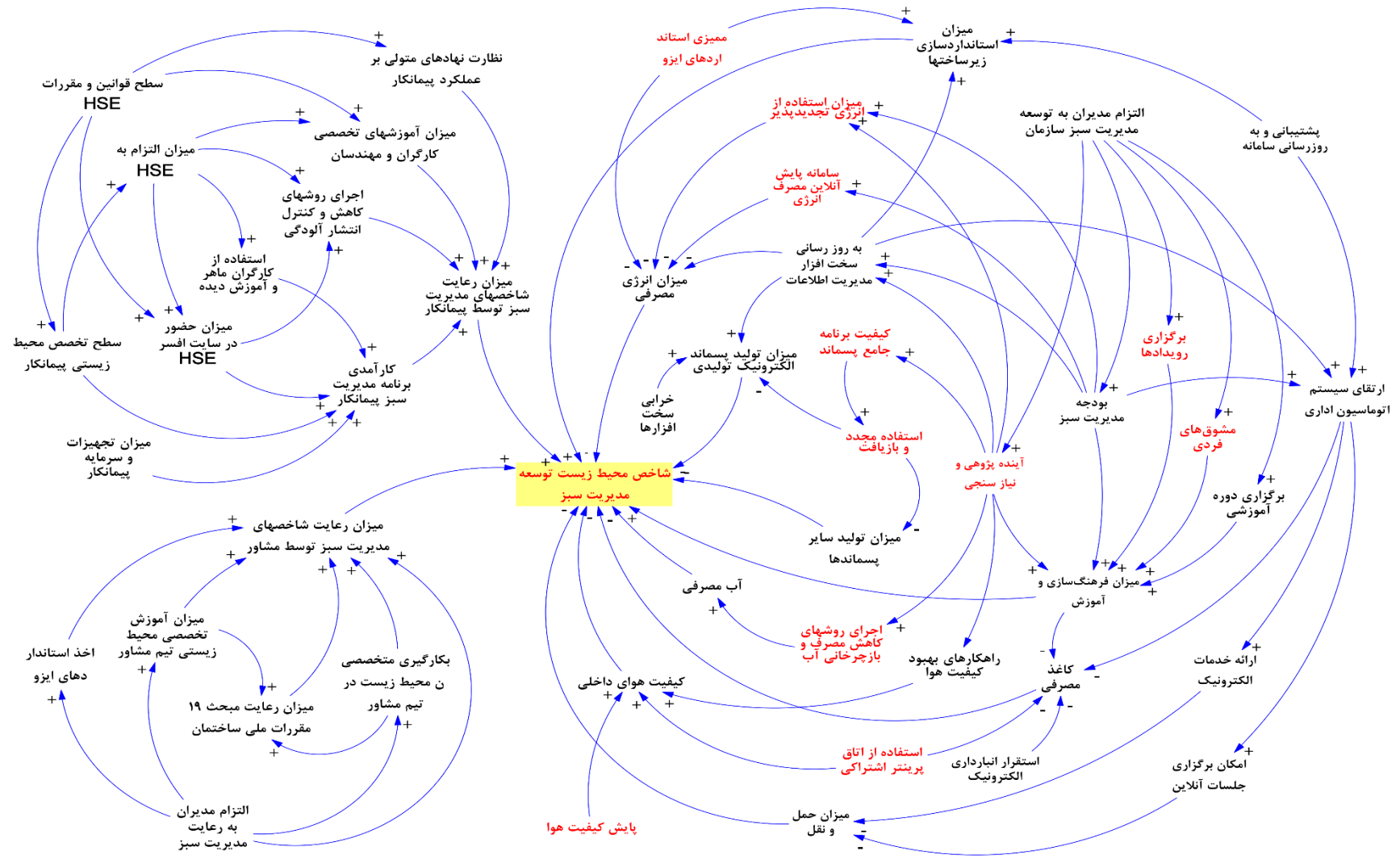
از دیگر تغییرات قابل توجه، ارتقای سیستم مدیریت پسماند شهری است. برنامه جامع مدیریت پسماند شهرداری شامل تفکیک زباله‌ها در مبدأ، بازیافت مواد قابل استفاده، و بازتولید منابع است که به کاهش تولید زباله‌های غیرضروری کمک می‌کند. این برنامه، با ایجاد حلقه‌های تقویت‌کننده جدید در سیستم، باعث افزایش بهره‌وری منابع و کاهش هزینه‌های مرتبط با مدیریت پسماند می‌شود. به‌عنوان مثال، استفاده از نرم‌افزارهای هوشمند مدیریت پسماند و همکاری با شرکت‌های تخصصی بازیافتی، فرآیند جمع‌آوری و بازیافت زباله‌ها را تسریع کرده و بهره‌وری منابع را افزایش داده است.

برگزاری رویدادهای مرتبط با مدیریت سبز نیز یکی از اقدامات کلیدی در مدل جدید CLD شهرداری است. این رویدادها شامل کارگاه‌های آموزشی، سمینارهای تخصصی، و مسابقات ایده‌پردازی سبز هستند که با هدف ارتقای فرهنگ زیست‌محیطی در میان کارکنان شهرداری و شهروندان برگزار می‌شوند. این فعالیت‌ها با ایجاد انگیزه و افزایش آگاهی، به تقویت رفتارهای زیست‌محیطی در سطح سازمان و جامعه کمک می‌کنند. علاوه بر این، ارائه مشوق‌های فردی مانند جوایز و امتیازات ویژه برای کارکنان، موجب افزایش مشارکت آنان در برنامه‌های مدیریت سبز و بهبود شاخص‌های عملکردی مرتبط شده است.

یکی دیگر از متغیرهای کلیدی افزوده شده به مدل CLD، "روش‌های کاهش مصرف و بازچرخانی آب" است. اجرای اقداماتی نظیر استفاده از تجهیزات کم‌مصرف در ساختمان‌های اداری شهرداری، جمع‌آوری و تصفیه آب باران برای آبیاری فضای سبز شهری، و بازچرخانی آب در سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی، به کاهش مصرف آب و هزینه‌های مرتبط با تأمین منابع آبی منجر شده است. این اقدامات تأثیر مثبتی بر پایداری منابع آبی و شاخص‌های محیط زیستی شهر داشته است.

همچنین، استفاده از اتاق‌های پرینتر اشتراکی به عنوان یک اقدام نوآورانه در شهرداری کرمان، مصرف کاغذ و انرژی را به میزان قابل توجهی کاهش داده است. این اقدام با متمرکز کردن فعالیت‌های چاپی در یک مکان و حذف پرینترهای جداگانه در دفاتر، بهره‌وری منابع را افزایش داده و ضایعات را کاهش داده است. علاوه بر این، برگزاری جلسات آموزشی برای کارکنان در زمینه استفاده هوشمندانه از پرینترها و کاهش چاپ‌های غیرضروری، به تقویت فرهنگ مصرف بهینه در سازمان کمک کرده است.

پایش کیفیت هوا نیز یکی از متغیرهای جدیدی است که در مدل CLD شهرداری کرمان گنجانده شده است. نصب حسگرهای پیشرفته در ساختمان‌های اداری و فضاهای شهری برای اندازه‌گیری آلاینده‌ها، به همراه اجرای راهکارهایی نظیر بهبود سیستم‌های تهویه و کاهش استفاده از مواد شیمیایی مضر در فعالیت‌های شهری، به بهبود کیفیت هوای داخلی و ارتقای سلامت کارکنان و شهروندان منجر شده است. این متغیر، با ایجاد حلقه‌های تقویت‌کننده مثبت، تأثیرات چشمگیری بر شاخص‌های محیط زیستی و کیفیت زندگی شهری داشته است.



شکل ۲- مدل CLD توسعه شاخص محیط زیستی مدیریت سبز شهرداری کرمان پس از اجرای طرح جامع مدیریت سبز

ممیزی استانداردهای ایزو یکی از مهم‌ترین دستاوردهای اجرای طرح جامع مدیریت سبز در شهرداری کرمان به شمار می‌آید. استانداردهایی نظیر ISO 14001 (مدیریت زیست‌محیطی) و ISO 50001 (مدیریت انرژی) تضمین‌کننده انطباق فعالیت‌های شهرداری با اصول مدیریت سبز در تمامی بخش‌ها هستند. ممیزی‌های دوره‌ای این استانداردها، با هدف شناسایی نقاط ضعف و ارائه پیشنهادات اصلاحی، به ارتقای مستمر فرآیندهای سازمانی کمک کرده‌اند. این اقدامات موجب افزایش اعتبار شهرداری در سطح ملی و بین‌المللی و بهبود کلی شاخص‌های زیست‌محیطی شهری شده است.

مقایسه مدل CLD پیش و پس از اجرای طرح جامع مدیریت سبز در شهرداری، تغییرات چشمگیری در ساختار و عملکرد سیستم را نشان می‌دهد. افزودن متغیرهایی مانند سامانه پایش آنلاین مصرف انرژی، مدیریت پیشرفته پسماند، و روش‌های نوین کاهش مصرف منابع، به همراه ایجاد حلقه‌های تقویت‌کننده جدید، تأثیر بسزایی در ارتقای شاخص‌های مدیریت سبز شهرداری داشته‌اند. این تغییرات، با تأکید بر کاهش مصرف انرژی و منابع، کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، و افزایش بهره‌وری سیستم‌های شهری، نه تنها به بهبود شاخص‌های محیط زیستی منجر شده بلکه الگویی موفق برای سایر شهرداری‌ها و سازمان‌های مرتبط در مسیر توسعه پایدار ارائه کرده است.

این طرح، با ترکیب استانداردهای بین‌المللی، فناوری‌های نوین، و اقدامات آموزشی و فرهنگی، توانسته است تأثیرات مثبت خود را در تمامی ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی، و اجتماعی نشان دهد. استمرار این اقدامات، همراه با نظارت و به‌روزرسانی مداوم، تضمین‌کننده موفقیت‌های پایدار در اجرای مدیریت سبز در شهرداری کرمان خواهد بود. به‌طور کلی، این دستاوردها نشان‌دهنده اهمیت راهبردی مدیریت سبز در مواجهه با چالش‌های شهری و حرکت به سمت شهرهای پایدار و هوشمند هستند.

توسعه مدیریت سبز در شهرداری کرمان می‌تواند به‌عنوان یک نیروی محرک برای سایر شرکت‌ها و نهادهای زیرمجموعه و مرتبط با شهرداری عمل کند. با اجرای موفقیت‌آمیز این رویکرد، شهرداری کرمان نه‌تنها الگوی عملیاتی برای بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی و بهره‌وری منابع ارائه خواهد داد، بلکه اعتبار و مسؤلیت‌پذیری زیست‌محیطی خود را در سطح شهر و استان به نمایش می‌گذارد. این موفقیت، انگیزه‌ای برای سایر نهادها و شرکت‌های مرتبط با شهرداری ایجاد می‌کند تا از مزایای مشابه بهره‌مند شوند و به سمت مدیریت سبز حرکت کنند. از سوی دیگر، به‌عنوان یک نهاد کلیدی در کرمان، شهرداری می‌تواند با برگزاری رویدادهای آموزشی، اشتراک‌گذاری تجربیات، و ترویج استانداردهای مدیریت سبز، الگویی برای سایر شهرداری‌های کوچک در استان کرمان باشد. این رویکرد نه‌تنها موجب هم‌افزایی در توسعه پایدار شهری می‌شود، بلکه راهبردی برای بهبود کیفیت زندگی، کاهش آلودگی، و ارتقای بهره‌وری در مقیاس منطقه‌ای فراهم می‌کند. در نتیجه، شهرداری کرمان می‌تواند با نقش‌آفرینی به‌عنوان یک الگو، جایگاه خود را به‌عنوان پیشگام مدیریت سبز در استان تثبیت کند و مسیر پیشرفت سایر سازمان‌ها و نهادها را هموار سازد.

#### ۴- نتیجه‌گیری

اجرای طرح جامع مدیریت سبز در سازمان‌های عمومی، به‌ویژه در نهادهایی با تأثیرگذاری گسترده مانند شهرداری کرمان، رویکردی نوآورانه و ضروری برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی در دنیای امروز است. این مطالعه با هدف ارزیابی تأثیرات اجرای این طرح بر شاخص‌های محیط‌زیستی مدیریت سبز در شهرداری کرمان انجام شده و با تحلیل روابط علت و معلولی میان متغیرها، نقشه‌ای جامع برای حرکت در مسیر توسعه پایدار ارائه کرده است. یکی از نقاط قوت این طرح، شناسایی و تقویت ارتباطات متقابل میان متغیرهای زیست‌محیطی، اقتصادی و مدیریتی در فعالیت‌های شهری است. این ارتباطات علاوه بر بهبود شاخص‌های محیط‌زیستی، از طریق کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری، مزایای اقتصادی قابل توجهی را برای شهرداری به همراه داشته است. در فضایی که مدیریت منابع محدود و کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی از اولویت‌های اصلی است، اجرای چنین طرح‌هایی به‌ویژه در مدیریت شهری، اهمیت دوچندانی می‌یابد.

در راستای کاهش مصرف منابع، اقدامات کلیدی نظیر استفاده از سامانه‌های پایش آنلاین مصرف انرژی و بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند نصب پنل‌های خورشیدی و تجهیز ساختمان‌های شهرداری به توربین‌های بادی کوچک انجام شده است. این اقدامات به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش انتشار آلاینده‌ها کمک کرده و هزینه‌های مرتبط با انرژی را نیز به‌طور قابل توجهی کاهش داده است. شناسایی الگوهای هدررفت انرژی و اعمال اصلاحات بر اساس داده‌های سامانه‌های پایش، از دیگر دستاوردهای این طرح بوده است. مدیریت پسماند شهری نیز به‌عنوان یکی از اولویت‌های کلیدی، تأثیر بسزایی در کاهش اثرات زیست‌محیطی و افزایش

بهره‌وری منابع در کرمان داشته است. تفکیک زباله در مبدأ، ایجاد زیرساخت‌های بازیافت، و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند سامانه‌های هوشمند تفکیک و پردازش پسماند، حجم زباله‌های دفنی را کاهش داده و هزینه‌های مرتبط با دفع پسماند را بهینه کرده است. همکاری با شرکت‌های تخصصی بازیافت و آموزش شهروندان در این زمینه نیز نقش مهمی در موفقیت این بخش از طرح داشته است. از سوی دیگر، ارتقای کیفیت هوای شهری و محیط‌های کاری مرتبط با شهرداری از دستاوردهای مهم این طرح بوده است. نصب حسگرهای پیشرفته برای پایش کیفیت هوا و بهینه‌سازی سیستم‌های تهویه در ساختمان‌های شهرداری، میزان آلاینده‌های داخلی و خارجی را کاهش داده و محیط سالم‌تری برای کارکنان و شهروندان ایجاد کرده است. این اقدامات، علاوه بر بهبود سلامت کارکنان، باعث افزایش بهره‌وری و رضایت شغلی آن‌ها شده است.

مدل حلقه علی (CLD) توسعه‌یافته در این مطالعه، به‌خوبی تعاملات پیچیده میان متغیرهای زیست‌محیطی، اقتصادی و مدیریتی در فعالیت‌های شهرداری را نشان داده است. حلقه‌های تقویتی نظیر "آموزش و تعهد زیست‌محیطی" و حلقه‌های بالانسی مانند "محدودیت بودجه و مصرف منابع"، نشان‌دهنده نقش مهم این متغیرها در ایجاد تعادل و پایداری در سیستم مدیریت شهری است. این مدل‌ها ابزار مؤثری برای تصمیم‌گیری استراتژیک و طراحی برنامه‌های بهینه‌سازی منابع فراهم کرده‌اند. در مجموع، اجرای طرح جامع مدیریت سبز در شهرداری کرمان تأثیرات عمیقی بر بهبود شاخص‌های محیط‌زیستی، کاهش هزینه‌ها، و ارتقای فرهنگ زیست‌محیطی در سطح سازمانی و اجتماعی داشته است. این رویکرد می‌تواند به‌عنوان الگویی برای سایر شهرداری‌ها و نهادهای مشابه در سراسر کشور مورد استفاده قرار گیرد.

## ۵- منابع و مراجع

1. Siegler, K. and B. Gaughan, *A practical approach to Green IT. Webinar*. World Wide Web <<http://www.itmanagement.com/land/green-it-webinar>, 2008.
2. Nizam, H.A., et al., *Achieving environmental sustainability through information technology: "Digital Pakistan" initiative for green development*. Environmental Science and Pollution Research, 2020. **27**: p. 10011-10026.
3. Hao, Y., Y. Guo, and H. Wu, *The role of information and communication technology on green total factor energy efficiency: does environmental regulation work?* Business Strategy and the Environment, 2022. **31**(1): p. 403-424.
4. Naim, A., *Green Information Technologies in Business Operations*. Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities, 2021. **1**: p. 36-49.
5. Zhang, Y., et al., *Critical success factors of green innovation: Technology, organization and environment readiness*. Journal of Cleaner Production, 2020. **264**: p. 121701.
6. Jenkin, T.A., L. McShane, and J. Webster, *Green information technologies and systems: Employees' perceptions of organizational practices*. Business & Society, 2011. **50**(2): p. 266-314.
7. Martins, P. and A. Grilo. *Evaluation model for the sustainable use of information technology*. in *2012 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*. 2012. IEEE.
8. Chen, H.-G. and J. Chang. *Exploring affecting factors on green IT adoption*. in *International Conference on Knowledge Management in Organizations*. 2014. Springer.
9. Chen, M.-C. and K. Chang, *Reasoning the causality of city sprawl, traffic congestion, and green land disappearance in Taiwan using the CLD model*. International journal of environmental research and public health, 2014. **11**(11): p. 11464-11480.

10. Godbole, N.S. and J. Lamb. *Using data science & big data analytics to make healthcare green.* in *2015 12th International Conference & Expo on Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT)*. 2015. IEEE.
11. Scholz, P. and J. Voracek, *Organizational culture and green management: innovative way ahead in hotel industry.* *Measuring Business Excellence*, 2016. **20**(1): p. 41-52.
12. Caldera, H., C. Desha, and L. Dawes, *Exploring the role of lean thinking in sustainable business practice: A systematic literature review.* *Journal of cleaner production*, 2017. **167**: p. 1546-1565.
13. Khairani, N.S., et al., *Green supply chain management in the Malaysian automotive industry: A systems thinking perspective.* *International Journal of Supply Chain Management*, 2017. **6**(2): p. 38-48.
14. Akman, I. and A. Mishra, *Sector diversity in green information technology practices: technology acceptance model perspective.* *Computers in human behavior*, 2015. **49**: p. 477-486.
15. Rebs, T., M. Brandenburg, and S. Seuring, *System dynamics modeling for sustainable supply chain management: A literature review and systems thinking approach.* *Journal of cleaner production*, 2019. **208**: p. 1265-1280.
16. Yu, C.-S. and Y.-H. Tao, *Understanding business-level innovation technology adoption.* *Technovation*, 2009. **29**(2): p. 92-109.
17. Marcos-Sánchez, R., D. Ferrández, and C. Morón, *Systems thinking for sustainability education in building and business administration and management degrees.* *Sustainability*, 2022. **14**(19): p. 11812.
18. Anvarifar, F., et al., *Developing a Green Information Technology Framework for Sustainable Operations in Iran's Trade Promotion Organization.* *Environmental Energy and Economic Research*, 2024. **8**(4).
19. Telukdarie, A., et al., *Exploring the green economy—A systems thinking modelling approach.* *Journal of Cleaner Production*, 2024. **436**: p. 140611.
20. Binder, T., et al. *Developing system dynamics models from causal loop diagrams.* in *Proceedings of the 22nd International Conference of the System Dynamic Society*. 2004.
21. Blair, C., et al., *A Systems Framework for International Development: The Data-Layered Causal Loop Diagram.* *Production and Operations Management*, 2021. **30**(12): p. 4374-4395.
22. Haraldsson, H.V., S. Belyazid, and H.U. Sverdrup, *Causal Loop Diagrams—promoting deep learning of complex systems in engineering education.* *Pedagogiska inspirationskonferensen-Genombrottet*, 2006.
23. Lambraki, I., et al., *Antimicrobial Resistance in South East Asia: A Participatory Systems Modelling Approach.* *International Journal of Infectious Diseases*, 2022. **116**: p. S14.