

مدیریت بهینه‌سازی فرایندهای نگهداری و انبارداری در میادین میوه و تره‌بار: چارچوبی مدیریتی برای افزایش ماندگاری محصول با بهره‌گیری از دانش مدیریت سلامت گیاهی

عبدالمجید ضیاء

مهندسی کشاورزی - گیاهپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، شیراز، ایران

چکیده

میادین میوه و تره‌بار در نظام تأمین غذای شهری، یکی از حساس‌ترین و راهبردی‌ترین حلقه‌های زنجیره عرضه محصولات باغی و سبزی-صیفی به شمار می‌آیند؛ حلقه‌ای که در آن، کیفیت پس از برداشت، سلامت گیاهی، مدیریت دما و رطوبت، سازماندهی عملیات انبارداری، و هماهنگی لجستیکی به‌طور هم‌زمان بر ماندگاری و قابلیت عرضه محصول اثر می‌گذارند. از آنجا که بخش عمده‌ای از محصولات مبادله‌شده در این میادین فسادپذیر، تنش‌پذیر و مستعد افت کیفیت در زمان کوتاه هستند، هرگونه نارسایی در نگهداری و انبارداری می‌تواند به افزایش ضایعات، کاهش ایمنی غذایی، اختلال در جریان توزیع و تحمیل هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی منجر شود. هدف این پژوهش مروری، تبیین یک چارچوب مدیریتی تلفیقی برای بهینه‌سازی فرایندهای نگهداری و انبارداری در میادین میوه و تره‌بار با اتکا بر دانش مدیریت سلامت گیاهی، اصول زنجیره سرد، مدیریت ریسک، و حکمرانی بازار شهری است. روش پژوهش مبتنی بر مرور تحلیلی-توصیفی ادبیات منتخب داخلی است که در آن، منابع مرتبط با زنجیره تأمین کشاورزی، مدل‌های توزیع شهری، مدیریت ریسک، بهداشت محصول، زیرساخت انبارداری، و سامانه‌های هوشمند به‌صورت تلفیقی تحلیل شده‌اند. یافته‌های مرور نشان می‌دهد که ماندگاری محصول در میادین نه صرفاً تابع شرایط فیزیکی انبار، بلکه برآیند کنش متقابل عوامل پیش‌برداشت و پس‌برداشت، کیفیت بسته‌بندی، نظم چیدمان، مدیریت موجودی، پایش داده‌محور، و کنترل ریسک‌های محیطی و شهری است. همچنین، دانش مدیریت سلامت گیاهی می‌تواند از طریق پیشگیری از آلودگی‌های قارچی، باکتریایی، شیمیایی و مکانیکی، کاهش انتقال عوامل فسادزا، و بهبود تصمیم‌گیری در سطح عرضه، نقشی تعیین‌کننده در کاهش ضایعات و افزایش سلامت عمومی ایفا کند. در نتیجه، پژوهش حاضر نتیجه می‌گیرد که ارتقای عملکرد میادین میوه و تره‌بار مستلزم گذار از نگاه صرفاً عملیاتی به رویکردی سیستمی، بین‌رشته‌ای و پیش‌نگر است که در آن انبارداری، لجستیک، سلامت گیاهی و سیاست‌گذاری شهری در یک چارچوب یکپارچه مدیریت شوند.

واژگان کلیدی: میادین میوه و تره‌بار، انبارداری، سلامت گیاهی، زنجیره سرد، مدیریت ریسک

۱. مقدمه

میادین میوه و تره‌بار در ساختار تأمین و توزیع مواد غذایی شهری، جایگاهی فراتر از یک فضای تجاری ساده دارند و باید آن‌ها را به‌مثابه گره‌های تنظیم‌گر امنیت غذایی، قیمت‌گذاری ضمنی، توزیع عادلانه و کاهش فاصله میان تولیدکننده و مصرف‌کننده تحلیل کرد. در شهرهای بزرگ، این میادین نه تنها محل مبادله محصولات باغی و سبزی-صیفی هستند، بلکه به‌صورت مستقیم بر کیفیت دسترسی خانوارها به غذای تازه، سالم و مقرون‌به‌صرفه اثر می‌گذارند. از این منظر، کارکرد میادین به نظام حکمرانی شهری، سیاست‌های تنظیم بازار، زیرساخت‌های حمل‌ونقل و ظرفیت‌های نگهداری وابسته است و هر گونه ضعف در یکی از این اجزا می‌تواند تعادل کل سامانه را مختل کند. پژوهش‌های مرتبط با ساختار توزیع محصولات کشاورزی نشان داده‌اند که طراحی کسب‌وکار و مدل توزیع، خود بخشی از مسئله کارایی و پایداری این سامانه‌هاست و بدون توجه به معماری بازار و جریان کالا، نمی‌توان از عملکرد مطلوب سخن گفت (بنی اسد و باقری، ۱۳۹۷). از سوی دیگر، محصولات عرضه‌شونده در میادین میوه و تره‌بار عمدتاً از گروه کالاهای فسادپذیر هستند؛ یعنی محصولاتی که تحت تأثیر دما، رطوبت، ضربه، تنش تنفسی، آلودگی‌های میکروبی و تأخیر در گردش موجودی، به‌سرعت دچار افت کیفیت می‌شوند. این ویژگی سبب می‌شود که مدیریت نگهداری و انبارداری در این میادین از یک فعالیت صرفاً پشتیبان به یک اهرم راهبردی برای حفظ ارزش محصول تبدیل شود. محصولی که به‌درستی نگهداری نشود، نه‌فقط دچار کاهش بازاریابی می‌گردد، بلکه در برخی موارد می‌تواند تهدیدی برای سلامت مصرف‌کننده ایجاد کند. بنابراین، کیفیت محصول در میادین نتیجه یک فرایند پویا است که در آن، سلامت گیاهی، بهداشت محیط، چیدمان انبار، لجستیک و کنترل ریسک هم‌زمان نقش‌آفرینی می‌کنند.

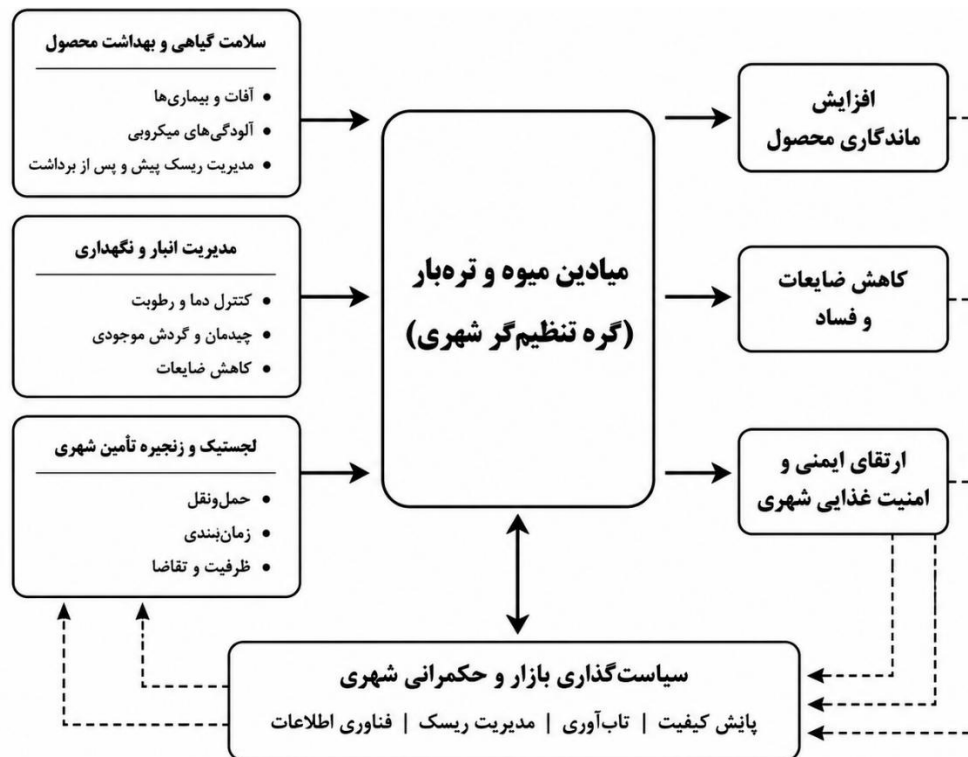
اهمیت این موضوع زمانی برجسته‌تر می‌شود که آن را در متن رشد سریع شهرنشینی، افزایش پیچیدگی زنجیره تأمین، و افزایش انتظارات مصرف‌کنندگان از کیفیت و ایمنی غذایی قرار دهیم. شهرهای بزرگ به‌شدت وابسته به جریان مستمر ورودی محصولات کشاورزی هستند و هرگونه اختلال در این جریان، می‌تواند کمبود، افزایش قیمت و نوسان کیفیت را به‌دنبال داشته باشد. در چنین شرایطی، میادین میوه و تره‌بار به‌عنوان فضای انتقال، تجمیع، تفکیک و عرضه مجدد، باید توان مدیریت سریع حجم بالای کالا را داشته باشند؛ امری که بدون زیرساخت مناسب انبار، نظم عملیات، و سامانه‌های پایش کیفیت امکان‌پذیر نیست. مطالعات مربوط به مدل زنجیره تأمین میادین میوه و تره‌بار شهرداری تهران نشان داده‌اند که روابط درون‌زنجیره‌ای این مراکز باید به‌صورت سیستمی و با در نظر گرفتن متغیرهای زمان، ظرفیت، تقاضا و ضایعات تحلیل شود (ابراهیمی مهین و همکاران، ۱۴۰۲).

در این میان، دانش مدیریت سلامت گیاهی جایگاهی محوری دارد؛ زیرا بسیاری از افت‌های کیفیت در مرحله پس از برداشت، ریشه در عوامل پیش از برداشت، آلودگی‌های مزرعه‌ای، حمل آلودگی از مبدأ، یا ضعف در کنترل بهداشت زنجیره دارند. سلامت گیاهی تنها محدود به مبارزه با آفات و بیماری‌های مزرعه نیست، بلکه باید آن را شامل مدیریت ریسک آلودگی، کاهش انتقال عوامل بیماری‌زا، ارتقای بهداشت عملیات، و ممانعت از گسترش فساد در طول توزیع دانست. به‌بیان دیگر، میادین میوه و تره‌بار جایی هستند که دانش گیاه‌پزشکی با مدیریت انبارداری و بازار تلافی می‌کند و هر خلأیی در این تلافی، به ضایعات و تهدیدهای بهداشتی می‌انجامد. بررسی وضعیت آلودگی خاک و محصولات کشاورزی در ایران نیز نشان می‌دهد که مسئله سلامت محصول تنها به سطح عرضه محدود نیست و باید در پیوند با شرایط تولید، انتقال و توزیع دیده شود (رضایی و همکاران، ۱۴۰۱). از منظر مدیریتی، چالش اصلی میادین آن است که غالباً میان دو منطق متعارض قرار می‌گیرند: از یک سو، باید سرعت گردش کالا بالا باشد تا از ماندگاری بیش از حد و فساد جلوگیری شود؛ از سوی دیگر، باید نظم، دسته‌بندی، کنترل کیفیت، ثبت داده و رعایت اصول بهداشتی برقرار بماند. همین تعارض ظاهری سبب می‌شود که بسیاری از تصمیمات روزمره در این میادین به‌صورت تجربی اتخاذ شوند و از منطق علمی کافی برخوردار نباشند. پژوهش‌هایی که بر

راهبردهای مدیریت بهینه سامانه سفارش برخط در زنجیره تأمین محصولات کشاورزی تمرکز کرده‌اند، نشان می‌دهند که هماهنگی اطلاعاتی و تصمیم‌گیری دقیق می‌تواند بخشی از این تعارض را کاهش دهد (کازمی محمدجلال و همکاران، ۱۴۰۳).

افزون بر این، میادین میوه و تره‌بار به‌عنوان بخشی از زیرساخت شهری، در برابر بحران‌های محیطی و اختلالات شبکه‌ای نیز آسیب‌پذیر هستند. رخدادهایی مانند سیلاب شهری، انسداد مسیرهای حمل، ناپایداری برق و آب، یا نوسانات ناگهانی بازار می‌توانند عملکرد انبار و توزیع را مختل کنند. از این رو، مطالعه میادین باید با نگاه تاب‌آورانه و ریسک‌محور همراه باشد. تحلیل‌های پهنه‌بندی سیلاب شهری نشان می‌دهد که زیرساخت‌های شهری و مراکز توزیع غذا در معرض ریسک‌های فضایی و هیدرولوژیکی هستند و این مسئله در طراحی مکان‌یابی و ادامه‌پذیری فعالیت این مراکز اهمیت دارد (نصیری و همکاران، ۱۴۰۴). هدف این پژوهش مروری، ارائه یک چارچوب جامع برای بهینه‌سازی فرایندهای نگهداری و انبارداری در میادین میوه و تره‌بار است؛ چارچوبی که در آن، سلامت گیاهی، مدیریت انبار، لجستیک شهری، فناوری‌های پایش و سیاست‌گذاری بازار به‌صورت تلفیقی دیده شوند. این پژوهش تلاش می‌کند نشان دهد که چگونه می‌توان با بهره‌گیری از دانش میان‌رشته‌ای، از مرحله دریافت کالا تا مرحله عرضه، ماندگاری محصول را افزایش داد، ضایعات را کاهش داد و ایمنی غذایی را ارتقا بخشید. در این مسیر، ادبیات مرتبط با زنجیره تأمین، توزیع شهری، مدیریت ریسک، و بهداشت محصول به‌صورت انتقادی مرور شده است تا از دل آن، یک الگوی مدیریتی کاربردی برای میادین استخراج شود.

روش نگارش این پژوهش مبتنی بر مرور تحلیلی-تلفیقی منابع داخلی منتخب است که هر یک از زاویه‌ای بخشی از مسئله را روشن می‌کنند؛ از مدل‌های توزیع و کسب‌وکار گرفته تا مدل‌های پویایی‌شناسی سیستم، از راهبردهای سفارش برخط تا بررسی ریسک اختلال و سیلاب، و از مطالعات بهداشتی تا تحلیل‌های سرمایه‌گذاری و پایداری. بر این اساس، پژوهش حاضر نه‌فقط به توصیف وضعیت موجود، بلکه به تفسیر سازوکارهای اثرگذار بر ماندگاری محصول و ارائه مسیرهای اصلاحی در سطح مدیریت شهری و سلامت گیاهی می‌پردازد.



شکل ۱. مدل مفهومی مدیریت بهینه نگهداری و توزیع محصولات در میادین میوه و تره‌بار.

این مدل مفهومی نشان می‌دهد که عملکرد میادین میوه و تره‌بار به‌عنوان گره‌های میانی زنجیره تأمین شهری، تحت تأثیر مجموعه‌ای از مؤلفه‌های بهم‌پیوسته قرار دارد. در این چارچوب، عوامل بالادستی شامل سلامت گیاهی محصول، شرایط تولید و کیفیت اولیه کالا، همراه با زیرساخت‌های لجستیکی و حمل‌ونقل شهری، جریان ورود محصولات به میدان را شکل می‌دهند. در سطح درونی میدان، مدیریت انبارداری، نظم عملیات، چیدمان و شرایط نگهداری، پایش کیفیت و رعایت اصول بهداشتی نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ تازگی و جلوگیری از فساد محصولات دارند. این فرایندها در تعامل با سازوکارهای حکمرانی شهری، سیاست‌های تنظیم بازار و سامانه‌های اطلاعاتی و نظارتی عمل می‌کنند. برآیند این تعاملات در نتیجه بر پیامدهایی مانند افزایش ماندگاری محصول، کاهش ضایعات، بهبود ایمنی غذایی و ارتقای دسترسی مصرف‌کنندگان به محصولات سالم و مقرون‌به‌صرفه اثر می‌گذارد. بنابراین، مدل ارائه‌شده بر نگاه سیستمی به مدیریت میادین تأکید دارد و نشان می‌دهد که بهبود کیفیت و کارایی این مراکز مستلزم هماهنگی هم‌زمان میان ابعاد فنی، مدیریتی و بهداشتی در کل زنجیره تأمین است.

۲. مبانی نظری و مفهومی نگهداری و انبارداری محصولات باغی و سبزی-صیفی در میادین میوه و تره‌بار

نگهداری و انبارداری محصولات باغی و سبزی-صیفی در میادین میوه و تره‌بار، مفهومی فراتر از قرار دادن کالا در یک فضای سرپوشیده است و باید آن را به‌عنوان بخشی از فرایند پس از برداشت، کنترل کیفیت، حفظ ارزش غذایی و تنظیم عرضه تحلیل کرد. این محصولات به دلیل بافت آبدار، نرخ تنفس بالا، حساسیت به اتن، و واکنش پذیری شدید نسبت به تغییرات

دما و رطوبت، در زمره کالاهای بسیار آسیب‌پذیر قرار می‌گیرند. هرگونه انحراف از شرایط بهینه نگهداری، می‌تواند به کاهش قوام، تغییر رنگ، افزایش تعرق، افت مواد مغذی و زمینه‌سازی برای فساد میکروبی منجر شود. از این رو، انبارداری در میادین نه یک فعالیت ایستا، بلکه بخشی از زنجیره فعال کنترل کیفیت است. در ادبیات مدیریت زنجیره تأمین محصولات کشاورزی، انبار به‌عنوان نقطه‌ای تعریف می‌شود که در آن جریان کالا موقتاً متوقف اما کنترل شده باقی می‌ماند تا از نوسانات تقاضا، زمان حمل و شرایط توزیع عبور کند. در این معنا، انبار نه فقط محل ذخیره، بلکه محل تصمیم‌گیری درباره اولویت‌بندی، دسته‌بندی، بازبینی و توزیع مجدد است. مدل‌های طراحی شده برای توزیع محصولات کشاورزی نشان می‌دهند که ساختار کسب‌وکار و شیوه سازماندهی بازار، تعیین‌کننده بهره‌وری انبار و سرعت گردش کالا هستند (بنی‌اسد و باقری، ۱۳۹۷). بنابراین، انبارداری باید در متن معماری کلان توزیع شهری فهم شود، نه در انزوا.

یکی از مفاهیم کلیدی در این حوزه، کیفیت پس از برداشت است که به مجموعه ویژگی‌هایی اشاره دارد که محصول را برای مصرف، حمل، ذخیره و عرضه مناسب می‌سازد. این کیفیت در معرض فرسودگی تدریجی قرار دارد؛ فرسودگی‌ای که ناشی از ادامه فرایندهای حیاتی محصول پس از جداسازی از گیاه مادر است. تنفس، تعرق، پیری بافت، واکنش‌های اکسیداتیو و تخریب ساختاری از جمله مکانیسم‌هایی هستند که به کاهش ماندگاری می‌انجامند. در نتیجه، هر راهبرد انبارداری باید بر پایه کاهش سرعت این فرایندها طراحی شود؛ امری که از طریق کنترل دما، رطوبت نسبی، تهویه، و بسته‌بندی مناسب امکان‌پذیر است.

از منظر مفهومی، نگهداری محصول در میادین باید با اصل «حداقل مداخله مخرب» و «حداکثر مداخله حفاظتی» همراه باشد. یعنی هر بار جابه‌جایی، بازکردن بسته، تغییر دما، یا تماس سطحی، می‌تواند یک تنش فیزیکی یا بهداشتی جدید ایجاد کند. در میادین، به دلیل حجم بالای گردش کالا و تراکم عملیات، این تنش‌ها غالباً تشدید می‌شوند. از همین رو، طراحی فضاهای نگهداری باید چنان باشد که مسیر ورود، بازبینی، انبار موقت، تفکیک و خروج کالا کوتاه، منطقی و بدون تداخل باشد. در تحلیل زنجیره تأمین میادین میوه و تره‌بار شهرداری تهران، بر ضرورت نگاه سیستمی به جریان کالا و هماهنگی میان اجزای عملیاتی تأکید شده است (ابراهیمی مهین و همکاران، ۱۴۰۲). مفهوم انبارداری در میادین باید با مفهوم مدیریت گردش موجودی گره بخورد. محصولات باغی و سبزی-صیفی نمی‌توانند برای مدت طولانی با الگوی ذخیره‌سازی سنتی نگهداری شوند؛ بلکه نیازمند سیاست‌های دقیقی مانند FIFO و FEFO هستند تا محصول قدیمی‌تر یا زودفسادتر در اولویت خروج قرار گیرد. این منطق به‌ویژه در شرایطی اهمیت دارد که تنوع محصول، نابرابری در زمان ورود و تفاوت در حساسیت فیزیولوژیک وجود دارد. در غیاب چنین سازوکاری، بخشی از کالا پیش از رسیدن به دست مصرف‌کننده، کیفیت خود را از دست می‌دهد و هزینه آن به تولیدکننده، عمده‌فروش، خرده‌فروش و نهایتاً مصرف‌کننده منتقل می‌شود. از سوی دیگر، پیوند میان انبارداری و سلامت گیاهی در اینجا بسیار مهم است؛ زیرا محصولی که از مزرعه با آلودگی قارچی، باکتریایی یا شیمیایی وارد میدان شود، حتی در بهترین شرایط فیزیکی نیز نمی‌تواند ماندگاری مطلوبی داشته باشد. سلامت محصول، در سطح مفهومی، یعنی مجموعه‌ای از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی که مانع از فساد، انتقال بیماری و افت ارزش می‌شوند. بنابراین، دانش مدیریت سلامت گیاهی باید در نقطه ورود محصول به میدان فعال شود، نه آنکه به‌عنوان مسئله‌ای مستقل از انبارداری تلقی گردد. بررسی وضعیت آلودگی خاک و محصولات کشاورزی در ایران نیز تأکید می‌کند که منشأهای آلودگی از مزرعه تا بازار امتداد دارند و نمی‌توان سلامت محصول را صرفاً در آخرین حلقه کنترل کرد (رضایی و همکاران، ۱۴۰۱).

در رویکرد مفهومی نوین، انبارداری در میادین به سه سطح قابل تقسیم است: سطح فیزیکی که به فضا، تجهیزات، دما و تهویه مربوط می‌شود؛ سطح عملیاتی که شامل چیدمان، جابه‌جایی، بسته‌بندی و گردش کالا است؛ و سطح مدیریتی که به

تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی، ثبت داده و کنترل ریسک می‌پردازد. این سه سطح به هم وابسته‌اند و هرگونه ضعف در یکی از آن‌ها بر دیگری اثر می‌گذارد. برای مثال، حتی اگر دمای انبار مناسب باشد، اما چیدمان نامناسب باعث لهیدگی یا مسدود شدن جریان هوا شود، ماندگاری کاهش می‌یابد. به همین ترتیب، انبار مناسب بدون نظم اطلاعاتی، نمی‌تواند از فساد پنهان یا اختلاط محصول سالم و ناسالم جلوگیری کند. در نتیجه، باید تأکید کرد که مفهوم نگهداری در میادین تنها به حفظ ظاهر محصول محدود نیست، بلکه به حفظ سلامت عمومی، پایداری اقتصادی و عدالت توزیعی نیز مرتبط است. اگر مدیریت انبارداری ضعیف باشد، ضایعات افزایش می‌یابد، قیمت تمام‌شده رشد می‌کند، عرضه بی‌ثبات می‌شود و اعتماد مصرف‌کننده به شبکه توزیع کاهش می‌یابد. از همین رو، مبانی نظری این حوزه باید میان تولید، توزیع، سلامت و حکمرانی ارتباط برقرار کند. مدل‌های کسب‌وکار و طراحی توزیع محصولات کشاورزی نشان می‌دهند که کارایی در این حوزه به‌طور مستقیم به هماهنگی میان ساختار عرضه و رفتار عملیاتی انبار وابسته است (بنی اسد و باقری، ۱۳۹۷).

۳. نقش عوامل گیاه‌پزشکی و سلامت گیاهی در کاهش ضایعات و افزایش ماندگاری محصول

از منظر گیاه‌پزشکی، بخش مهمی از ضایعات پس از برداشت ریشه در بیماری‌ها، آفات، آلودگی‌های ثانویه و ضعف‌های فیزیولوژیک دارد که در زمان برداشت یا پس از آن خود را آشکار می‌کنند. بسیاری از قارچ‌ها و باکتری‌های عامل پوسیدگی، پیش از ورود محصول به میدان، از طریق زخم، ترک، آلودگی سطحی یا آلودگی در مزرعه وارد بافت می‌شوند و در شرایط مناسب انبارداری فعال می‌گردند. بنابراین، افزایش ماندگاری محصول بدون مداخله در منبع آلودگی امکان‌پذیر نیست. سلامت گیاهی در اینجا به‌منزله مجموعه‌ای از مداخلات پیشگیرانه و کنترلی است که از مرحله تولید تا عرضه، مسیر فساد را محدود می‌کند.

یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش ماندگاری، آسیب‌های مکانیکی است. ضربه در زمان برداشت، فشار در حمل‌ونقل، انباشت نامناسب در جعبه‌ها، و لهیدگی در انبار، همگی منافذ ورود عوامل بیماری‌زا را فراهم می‌کنند. در محصولات باغی و سبزی-صیفی، حتی آسیب‌های ظاهراً جزئی می‌توانند موجب افزایش تنفس، خروج رطوبت، نشت شیره سلولی و تسریع آلودگی شوند. از این رو، مدیریت سلامت گیاهی باید با آموزش کارگران برداشت، ارتقای بسته‌بندی، و کنترل روش‌های جابه‌جایی همراه باشد تا آسیب اولیه به حداقل برسد. چنین رویکردی نه‌فقط کیفیت محصول را حفظ می‌کند، بلکه میزان ضایعات در میادین را نیز به شکل محسوس کاهش می‌دهد. آلودگی‌های میکروبی یکی از تهدیدهای اساسی برای عرضه سالم در میادین هستند. محیط‌های مرطوب، تراکم کالا، تهویه ناکافی و تماس متقابل میان محصولات سالم و فاسد، شرایط مساعدی برای رشد قارچ‌ها، باکتری‌ها و کپک‌ها ایجاد می‌کند. از این منظر، مدیریت سلامت گیاهی باید شامل پایش علائم ظاهری فساد، جداسازی سریع محصولات آلوده، ضدعفونی سطوح تماس و کنترل منابع آب و شست‌وشو باشد. گزارش‌های مرتبط با وضعیت بهداشتی و میکروبی بازارهای میادین تره‌بار نیز نشان می‌دهند که محیط عرضه می‌تواند خود به بستری برای انتقال آلودگی بدل شود اگر اصول بهداشت محیط و محصول رعایت نشود (فروغی و مشاک، ۱۴۰۵). از سوی دیگر، آلودگی‌های شیمیایی نیز در تحلیل سلامت محصول نقش مهمی دارند. باقی‌مانده سموم، فلزات سنگین و آلودگی‌های ناشی از خاک یا آب آلوده می‌توانند علاوه بر مخاطرات سلامت عمومی، در سرعت فساد نیز اثرگذار باشند. محصولی که با بقایای شیمیایی وارد بازار می‌شود، از حیث ایمنی غذایی در معرض ریسک است و ممکن است اعتماد مصرف‌کننده را تضعیف کند. بررسی‌های مربوط به آلودگی خاک و محصولات کشاورزی در ایران نشان داده‌اند که پیوند میان شرایط زیست‌محیطی و سلامت محصول جدی

است و نمی‌توان آن را نادیده گرفت (رضایی و همکاران، ۱۴۰۱). بنابراین، مدیریت سلامت گیاهی در میادین باید به‌عنوان یک لایه کنترلی تکمیلی بر زنجیره تولید تا عرضه عمل کند.

سلامت گیاهی در سطح مدیریتی، مستلزم نظام بازبینی و طبقه‌بندی محصول در لحظه ورود به میدان است. محصولاتی که دارای علائم اولیه فساد، لک، لهیدگی، پوسیدگی یا آلودگی سطحی هستند، نباید در کنار محصول سالم نگهداری شوند؛ زیرا این اختلاط، سرعت گسترش فساد را بالا می‌برد. در اینجا، نقش کارشناسان آگاه به اصول گیاه‌پزشکی بسیار مهم است، زیرا تشخیص به‌موقع علائم بیماری و افت کیفیت، می‌تواند از خسارت دومینویی جلوگیری کند. این تشخیص، زمانی اثربخش‌تر است که با سامانه ثبت و رهگیری همراه شود تا منبع آلودگی و الگوی تکرار آن شناسایی گردد. بخش دیگری از سلامت گیاهی به مدیریت تنش‌های فیزیولوژیک بازمی‌گردد. محصولاتی که در معرض گرما، سرما، کم‌آبی یا تغییرات ناگهانی قرار گرفته‌اند، مستعد تخریب بافتی و افزایش حساسیت به بیماری هستند. بنابراین، باید میان سلامت گیاهی و زنجیره سرد ارتباطی مستقیم برقرار کرد. نگهداری در دمای مناسب نه‌تنها سرعت تنفس را کاهش می‌دهد، بلکه توان مقاومت محصول در برابر عوامل بیماری‌زا را نیز بالا می‌برد. در همین زمینه، مطالعات مرتبط با مدل‌های زنجیره تأمین قابل‌اطمینان برای محصولات فسادپذیر بر لزوم در نظر گرفتن ریسک اختلال و کنترل شرایط نگهداری تأکید دارند (لطافت و همکاران، ۱۴۰۳).

از دیدگاه پیشگیرانه، یکی از ارکان مهم در کاهش ضایعات، جداسازی محصول سالم از ناسالم و اعمال قواعد خروج سریع برای کالاهای آسیب‌دیده است. این قاعده زمانی مؤثر است که انبارداران و مدیران میدان، توان تشخیص سریع علائم اولیه آلودگی را داشته باشند و از ماندگاری بی‌مورد کالاهای مشکوک جلوگیری کنند. سیاست‌های FIFO و FEFO در اینجا باید با ارزیابی سلامت محصول تلفیق شوند؛ یعنی نه صرفاً بر اساس زمان ورود، بلکه بر اساس سطح سلامت، سرعت فساد و حساسیت هر محصول تصمیم‌گیری شود. چنین رویکردی با اصول مدیریت سلامت گیاهی سازگار است و می‌تواند نرخ ضایعات را به‌طور چشمگیر کاهش دهد. در جمع‌بندی این بخش باید گفت که نقش گیاه‌پزشکی در میادین، نقشی حاشیه‌ای یا صرفاً آزمایشگاهی نیست، بلکه یک مداخله مدیریتی مستقیم در زنجیره عرضه است. سلامت گیاهی با کنترل آلودگی، کاهش زخم، پیشگیری از گسترش بیماری، و افزایش دقت در تفکیک محصول، ماندگاری را افزایش می‌دهد و هزینه‌های پنهان فساد را کاهش می‌دهد. از این منظر، میادین میوه و تره‌بار زمانی کارآمد خواهند بود که سازوکارهای کنترل سلامت محصول در قلب عملیات انبارداری و توزیع جای گیرند، نه در حاشیه آن.

۴. ارزیابی مدیریتی زیرساخت‌های انبارداری، زنجیره سرد، چیدمان و گردش موجودی در میادین

زیرساخت انبارداری در میادین میوه و تره‌بار، نخستین و شاید مهم‌ترین شرط برای حفظ کیفیت محصول است. این زیرساخت تنها به معنای داشتن فضای سرپوشیده نیست، بلکه باید شامل کف‌سازی مناسب، دیوارهای قابل شست‌وشو، سیستم تهویه، کنترل دما و رطوبت، دسترسی مناسب، و امکان تفکیک محصولات بر اساس نوع و درجه فسادپذیری باشد. در بسیاری از موارد، نارسایی زیرساختی باعث می‌شود که حتی محصولات سالم نیز در اثر تماس با آلودگی محیطی یا تجمع گرما و رطوبت دچار افت کیفیت شوند. بنابراین، ارزیابی مدیریتی باید از سطح فضا آغاز شود و تا سطح عملیات و نظارت امتداد یابد. زنجیره سرد به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین مؤلفه‌های حفظ ماندگاری، در میادین میوه و تره‌بار اهمیت ویژه دارد، زیرا بسیاری از محصولات باغی و سبزی-صیفی در دمای محیط به‌سرعت دچار افت کیفیت می‌شوند. با این حال، زنجیره سرد صرفاً به داشتن سردخانه محدود نیست، بلکه مستلزم پیوستگی دمایی در کل مسیر از حمل‌ونقل تا نگهداری و عرضه است. هرگونه گسست در این زنجیره، به‌ویژه در مرحله تخلیه و بارگیری، می‌تواند شوک حرارتی ایجاد کند و سرعت فساد را بالا ببرد. در مدل‌های

شبکه زنجیره تأمین محصولات فسادپذیر نیز تأکید شده است که اختلال در زیرساخت دمایی، ریسک کل شبکه را افزایش می‌دهد (لطافت و همکاران، ۱۴۰۳).

چیدمان کالا در انبار باید بر اساس اصولی انجام شود که هم گردش هوا را تسهیل کند و هم دسترسی را برای بازبینی و خروج سریع ممکن سازد. چیدمان فشرده و بدون فاصله مناسب، علاوه بر محدود کردن تهویه، خطر لهیدگی و انتقال آلودگی را افزایش می‌دهد. همچنین، قرار دادن محصولات با نرخ فساد متفاوت در کنار یکدیگر، یک خطای مدیریتی جدی است، زیرا فرآیند رسیدگی و فساد در آنها هم‌زمان نیست. بنابراین، طراحی فضایی انبار باید با منطق تفکیک‌پذیری، دسترسی‌پذیری و اولویت‌گذاری خروج هماهنگ باشد. این مسئله در میادین شهری که حجم ورود و خروج کالا بالاست، اهمیتی مضاعف پیدا می‌کند. در سطح عملیاتی، گردش موجودی باید بر پایه زمان ماندگاری، حساسیت محصول و میزان سلامت آن تنظیم شود. FIFO در بسیاری از موارد یک قاعده پایه است، اما برای محصولات بسیار فسادپذیر، FEFO کارآمدتر است؛ زیرا محصولی که سریع‌تر فاسد می‌شود باید زودتر از انبار خارج گردد، حتی اگر از نظر زمان ورود تازه‌تر باشد. ترکیب این دو منطق زمانی معنادار است که اطلاعات دقیق از وضعیت هر محموله در دسترس باشد. از این‌رو، مدیریت موجودی در میادین باید به سمت ثبت دیجیتال، برچسب‌گذاری و پایش مستمر حرکت کند. پژوهش‌های مربوط به سامانه سفارش برخط نشان می‌دهند که بهبود تصمیم‌گیری داده‌محور در زنجیره محصولات کشاورزی می‌تواند به هماهنگی بهتر گردش کالا کمک کند (کاظمی محمدجلال و همکاران، ۱۴۰۳).

بسته‌بندی نیز یکی از ارکان کلیدی در مدیریت انبارداری است. بسته‌بندی مناسب باید از محصول در برابر ضربه، فشار، آلودگی و تبادل رطوبت محافظت کند و در عین حال امکان تهویه و مشاهده وضعیت را فراهم سازد. بسته‌بندی نامناسب ممکن است خود به عامل فساد تبدیل شود، به‌ویژه اگر در آن تراکم، رطوبت محبوس یا فشار موضعی ایجاد شود. در اینجا، بسته‌بندی باید با نوع محصول، طول مسیر حمل، مدت نگهداری و شرایط بازار هماهنگ باشد. نگاه زنجیره‌ای به بسته‌بندی نشان می‌دهد که آن را باید بخشی از طراحی لجستیکی و نه صرفاً لایه‌ای حفاظتی تلقی کرد. انبار متقاطع یا cross-docking در میادین از آن جهت اهمیت دارد که بسیاری از محصولات باغی نیاز به توقف طولانی ندارند و باید با حداقل زمان توقف به سمت مقصد بعدی هدایت شوند. این رویکرد، با کاهش ماندگاری غیرضروری در انبار، احتمال فساد را کم می‌کند و بهره‌وری جریان کالا را افزایش می‌دهد. با این حال، اجرای مؤثر انبار متقاطع نیازمند هماهنگی دقیق میان ورود، کنترل، تفکیک و خروج است. اگر سیستم سفارش، حمل و توزیع هماهنگ نباشد، انبار متقاطع به جای کاهش ازدحام، موجب آشفتگی عملیاتی خواهد شد. از این‌رو، کارایی این مدل در میادین مستقیماً به بلوغ مدیریتی وابسته است.

تحلیل مدیریتی زیرساخت‌ها باید به جنبه‌های بهداشتی نیز توجه کند. سطوح آلوده، مسیرهای مشترک حرکت کالا، شست‌وشوی ناکافی و فقدان کنترل آفات انباری، می‌توانند به کانون فساد و آلودگی تبدیل شوند. در چنین شرایطی، حتی بهترین سیاست‌های گردش موجودی نیز نمی‌توانند از افت کیفیت جلوگیری کنند. گزارش‌های مربوط به وضعیت بهداشتی بازارهای میادین تره‌بار نشان می‌دهد که رعایت بهداشت محیط و محصول، پیش‌شرط عملکرد ایمن است (فروغی و مشاک، ۱۴۰۵). بنابراین، زیرساخت انبارداری باید در کنار برنامه‌های نظافت، ضدعفونی و پایش مستمر دیده شود. در نتیجه، ارزیابی مدیریتی زیرساخت‌ها باید به شاخص‌های عملکردی نیز متکی باشد؛ از جمله نرخ ضایعات، سرعت گردش کالا، میانگین زمان توقف، درصد انطباق دمایی، سطح تفکیک محصول سالم و ناسالم، و میزان شکایات یا برگشتی‌های بازار. بدون سنجش، هیچ بهینه‌سازی پایداری رخ نخواهد داد. مدل‌های پویایی‌شناسی سیستم در زنجیره تأمین میادین نشان می‌دهند که روابط میان

ظرفیت، تقاضا، ضایعات و عملکرد مالی باید کمی‌سازی شود تا تصمیم‌گیری امکان‌پذیر باشد (ابراهیمی مهین و همکاران، ۱۴۰۲). از این منظر، زیرساخت مناسب، هم یک دارایی فیزیکی و هم یک سازوکار مدیریتی است.

۵. تحلیل ریسک، عدم‌قطعیت و تاب‌آوری در فرایندهای نگهداری و انبارداری میادین میوه و تره‌بار

فرایندهای نگهداری و انبارداری در میادین میوه و تره‌بار ذاتاً در معرض ریسک‌های متعدد هستند؛ ریسک‌هایی که از سطح محصول تا سطح بازار و از سطح عملیاتی تا سطح محیطی امتداد می‌یابند. فسادپذیری محصول، نوسان عرضه، تأخیر حمل، قطع زنجیره سرد، اختلالات زیرساختی، و تغییرات ناگهانی تقاضا تنها بخشی از این ریسک‌ها هستند. در نتیجه، مدیریت میادین بدون توجه به عدم‌قطعیت، به‌سرعت به مدیریت واکنشی و پرهزینه تبدیل می‌شود. رویکرد تاب‌آورانه مستلزم آن است که احتمال رخداد‌های نامطلوب پیشاپیش شناسایی و ظرفیت پاسخ برای آنها فراهم شود. ریسک فساد یکی از مهم‌ترین ریسک‌ها در این سامانه است، زیرا مستقیماً به از دست رفتن ارزش اقتصادی و تهدید سلامت منجر می‌شود. فساد ممکن است از یک لکه کوچک یا یک آسیب مکانیکی آغاز شود و در محیط مرطوب و متراکم به‌سرعت گسترش یابد. در چنین وضعی، تأخیر در جداسازی یا خروج کالا، خسارت را تشدید می‌کند. از این‌رو، مدیریت ریسک باید شامل پروتکل‌های شناسایی سریع، قرنطینه داخلی، و خروج اضطراری محصولات آسیب‌دیده باشد. مطالعات مرتبط با شبکه زنجیره تأمین قابل‌اطمینان برای محصولات فسادپذیر بر لزوم در نظر گرفتن سناریوهای اختلال و سازوکارهای تداوم تأکید کرده‌اند (لطافت و همکاران، ۱۴۰۳).

عدم‌قطعیت در سطح بازار نیز یکی از مؤلفه‌های مهم ریسک است. تغییرات ناگهانی قیمت، نوسان تقاضا، ورود حجم بالای محصول در یک بازه کوتاه، یا کاهش ناگهانی خرید مصرف‌کننده، می‌توانند فشار زیادی بر انبار و عملیات توزیع وارد کنند. در چنین شرایطی، اگر سامانه سفارش و برنامه‌ریزی به‌موقع عمل نکند، یا محصول بیش از ظرفیت جذب بازار در انبار باقی بماند، ضایعات افزایش می‌یابد. بررسی راهبردهای مدیریت بهینه سامانه سفارش برخط نشان می‌دهد که استفاده از اطلاعات لحظه‌ای می‌تواند بخشی از این عدم‌قطعیت را کاهش دهد (کاظمی محمدجلال و همکاران، ۱۴۰۳). بنابراین، ریسک بازار باید در پیوند با ریسک عملیاتی دیده شود. ریسک‌های محیطی و بحران‌های شهری نیز نقش تعیین‌کننده دارند. سیلاب شهری، اختلال در دسترسی جاده‌ای، انسداد معابر، یا آسیب به تأسیسات می‌توانند عملکرد میدان را مختل کنند. در شهرهای بزرگ، انتخاب مکان و طراحی دسترسی برای میادین باید بر پایه تحلیل فضایی ریسک صورت گیرد، زیرا موقعیت نامناسب می‌تواند در زمان بحران، کل شبکه توزیع را فلج کند. پژوهش‌های پهنه‌بندی سیلاب شهری نشان می‌دهند که مراکز شهری و زیرساخت‌های حساس نیازمند ارزیابی فضایی دقیق هستند (نصیری و همکاران، ۱۴۰۴). از این‌رو، تاب‌آوری انبارداری به‌طور مستقیم با مکان‌یابی، دسترسی و آمادگی اضطراری مرتبط است.

ریسک‌های بهداشتی نیز بخشی از عدم‌قطعیت هستند که گاه کمتر دیده می‌شوند. آلودگی‌های میکروبی، باقی‌مانده سموم، و انتقال عوامل بیماری‌زا از طریق سطوح یا تماس متقابل، ممکن است نه‌فقط کیفیت محصول را، بلکه اعتماد بازار را نیز تخریب کنند. در چنین شرایطی، هزینه واقعی ریسک بسیار فراتر از ضایعه فیزیکی محصول است. مطالعات مربوط به آلودگی خاک و محصولات و نیز وضعیت بهداشتی بازارهای میادین نشان می‌دهند که مسئله سلامت در این زنجیره، ماهیتی چندلایه و فرابخشی دارد (رضایی و همکاران، ۱۴۰۱؛ فروغی و مشاک، ۱۴۰۵). بنابراین، مدیریت ریسک باید با رویکرد سلامت‌محور تکمیل شود. تاب‌آوری در میادین به معنای توان ادامه عملکرد در شرایط اختلال است. این تاب‌آوری می‌تواند از طریق تنوع‌بخشی به تأمین‌کنندگان، انعطاف در تخصیص فضا، امکان جابه‌جایی سریع، ذخیره‌سازی هدفمند، و دسترسی به داده‌های

لحظه‌ای تقویت شود. افزون بر این، وجود برنامه‌های اضطراری برای قطع برق، گرمایش بیش از حد، خرابی تجهیزات سردخانه‌ای و بحران‌های محیطی ضروری است. مدیریت ریسک زمانی مؤثر است که صرفاً به پیشگیری محدود نماند، بلکه ظرفیت بازیابی سریع را نیز دربر گیرد. در این راستا، مدل‌های بیمه و سرمایه‌گذاری در زنجیره تأمین کشاورزی می‌توانند به‌عنوان ابزارهای کاهش پیامد ریسک در نظر گرفته شوند (فروگذار و همکاران، ۱۴۰۴).

از منظر مدیریتی، تاب‌آوری مستلزم هماهنگی میان بازیگران متعدد است: مدیر میدان، انباردار، تأمین‌کننده، حمل‌ونقل، نهاد شهری و نهادهای نظارتی. اگر هر یک از این اجزا جداگانه عمل کنند، ریسک‌ها در نقاط اتصال تشدید می‌شوند. بنابراین، ریسک باید به‌صورت زنجیره‌ای و شبکه‌ای تحلیل شود، نه صرفاً موضعی. مدل‌های تبیین‌کننده عوامل کلیدی عملکرد زنجیره تأمین کشاورزی نیز نشان می‌دهند که کارایی به هم‌افزایی ساختاری و مدیریتی وابسته است (جاوری و همکاران، ۱۴۰۴). در نتیجه، تاب‌آوری میادین در گروهی حاکمیت هماهنگ و مبتنی بر داده است. در نتیجه، مدیریت ریسک و عدم قطعیت در میادین باید به بخشی از فرهنگ سازمانی تبدیل شود. ثبت رخدادهای، تحلیل علل ریشه‌ای، بازبینی دوره‌ای، آموزش کارکنان و تدوین سناریوهای پاسخ، پایه‌های چنین فرهنگی هستند. بدون این فرهنگ، اقدامات فنی نیز اثر بلندمدت نخواهند داشت. به همین دلیل، تاب‌آوری صرفاً نتیجه وجود تجهیزات نیست، بلکه حاصل ترکیب دانش، نظم، پیش‌بینی و یادگیری سازمانی است. از این نگاه، مدیریت ریسک در میادین بخشی از مدیریت سلامت و کیفیت به‌شمار می‌رود.

۶. نقش فناوری، داده، پایش و سامانه‌های هوشمند در بهینه‌سازی نگهداری و انبارداری

بهینه‌سازی نگهداری و انبارداری در میادین میوه و تره‌بار در شرایط کنونی بدون اتکا به فناوری و داده امکان‌پذیر نیست. پیچیدگی حجم کالا، تنوع محصولات، سرعت گردش، و حساسیت بالای فسادپذیری، نیازمند سامانه‌هایی است که بتوانند وضعیت محصول را به‌صورت مستمر ثبت و تحلیل کنند. در چنین بستری، فناوری نه یک ابزار جانبی، بلکه زیرساخت تصمیم‌گیری است. از رهگذر پایش داده‌محور، می‌توان از حدس و تجربه صرف فاصله گرفت و به سمت مدیریت مبتنی بر شواهد حرکت کرد. یکی از کارکردهای کلیدی فناوری، رهگیری محصول از مبدا تا میدان و از میدان تا مقصد است. رهگیری امکان می‌دهد که در صورت مشاهده آلودگی، فساد یا اختلال، منشأ مسئله شناسایی و کنترل شود. این قابلیت به‌ویژه در محصولات فسادپذیر و بهداشتی اهمیت دارد، زیرا زمان در کنترل بحران نقش تعیین‌کننده دارد. سامانه‌های رهگیری، اگر با ثبت اطلاعات دما، رطوبت، زمان ورود، وضعیت سلامت و محل نگهداری همراه شوند، می‌توانند به‌عنوان ابزارهای مدیریت سلامت گیاهی و انبارداری عمل کنند. در این زمینه، مدیریت بهینه سامانه سفارش برخط نیز نشان می‌دهد که یکپارچگی اطلاعاتی، بنیان تصمیم‌های سریع و درست است (کاظمی محمدجلال و همکاران، ۱۴۰۳).

حسگرها و ابزارهای پایش محیطی نقش مهمی در حفظ زنجیره سرد دارند. دما و رطوبت از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ماندگاری هستند و نوسان آنها می‌تواند به‌سرعت بر کیفیت اثر بگذارد. با نصب حسگرهای مناسب در فضاهای نگهداری، کامیون‌های حمل و محل‌های تخلیه، می‌توان انحرافات را به‌صورت لحظه‌ای تشخیص داد و اقدام اصلاحی انجام داد. این فرایند در میادین باید با آستانه‌های هشدار تعریف‌شده همراه باشد تا خروج از محدوده مطلوب به‌سرعت شناسایی شود. فناوری در اینجا به مدیر اجازه می‌دهد که قبل از وقوع فساد گسترده، مداخله کند. داده‌ها همچنین امکان تحلیل الگوهای فساد، زمان ماندگاری و کیفیت ورود را فراهم می‌سازند. اگر اطلاعات مربوط به نوع محصول، تأمین‌کننده، زمان ورود، دمای حمل، و میزان ضایعات ثبت شود، می‌توان الگوهای مسئله‌زا را شناسایی کرد. به‌عنوان مثال، ممکن است مشخص شود که یک نوع تأمین یا یک

مسیر حمل خاص، همواره با افزایش ضایعات همراه است. چنین دانشی، اساس مدیریت سلامت گیاهی و لجستیک هوشمند را تشکیل می‌دهد. از این منظر، داده نه تنها برای کنترل وضع موجود، بلکه برای اصلاح ساختار آینده نیز ارزش دارد.

فناوری می‌تواند در ساماندهی موجودی نیز نقش آفرینی کند. استفاده از برچسب‌های دیجیتال، سامانه‌های ثبت ورود و خروج، و داشبوردهای مدیریتی، امکان اجرای دقیق‌تر FIFO و FEFO را فراهم می‌سازد. در صورت نبود این ابزارها، تصمیم‌گیری عمدتاً به حافظه و تجربه افراد وابسته می‌شود و احتمال خطا افزایش می‌یابد. چنین خطاهایی در محصولات فسادپذیر می‌تواند هزینه بالایی داشته باشد. بنابراین، هوشمندسازی گردش موجودی یکی از مؤثرترین راه‌های کاهش ضایعات است. در سطح مدیریتی، فناوری باید به تصمیم‌یار تبدیل شود، نه صرفاً به ابزار جمع‌آوری داده. این بدان معناست که داده‌ها باید تحلیل، تفسیر و به توصیه عملیاتی تبدیل شوند. مدل‌های کیفی و پویایی‌شناسی سیستم در زنجیره تأمین کشاورزی نشان می‌دهند که روابط میان متغیرها باید به صورت ساختارمند دیده شود تا تصمیم‌سازی امکان‌پذیر گردد (جاوری و همکاران، ۱۴۰۴؛ ابراهیمی مهین و همکاران، ۱۴۰۲). بنابراین، هوشمندسازی بدون تحلیل مدیریتی، تنها انباشت اطلاعات خواهد بود.

فناوری همچنین می‌تواند در کنترل کیفیت و سلامت محصول کاربرد داشته باشد. استفاده از ابزارهای تصویربرداری، ثبت علائم ظاهری فساد، و تحلیل روند افت کیفیت، به کارشناسان کمک می‌کند که محصولات ناسالم را زودتر شناسایی کنند. این کارکرد زمانی مفیدتر است که با دانش گیاه‌پزشکی تلفیق شود؛ زیرا تشخیص علائم بیماری بدون دانش تخصصی ممکن است ناقص یا نادرست باشد. در نتیجه، فناوری باید در خدمت مدیریت سلامت گیاهی قرار گیرد و نه جایگزین آن. هم‌افزایی میان تخصص انسانی و ابزار دیجیتال، رویکرد مطلوب در میادین است. در نتیجه، توسعه فناوری در میادین باید با ملاحظات نهادی و اقتصادی همراه باشد. سرمایه‌گذاری در حسگرها، سامانه‌های نرم‌افزاری و زیرساخت داده، زمانی پایدار است که مدل کسب‌وکار و حکمرانی میدان آن را پشتیبانی کند. مطالعات مربوط به توسعه سبز و پایداری در ساختارهای کشاورزی نشان می‌دهند که نوآوری وقتی اثربخش است که در یک بستر نهادی مناسب قرار گیرد (پورگنجی و همکاران، ۱۴۰۴). از این رو، فناوری در میادین نه یک هدف مستقل، بلکه ابزاری برای ارتقای ماندگاری، سلامت و کارایی زنجیره است.

۷. چارچوب مدیریتی تلفیقی برای بهینه‌سازی ماندگاری محصول در میادین میوه و تره‌بار

چارچوب مدیریتی تلفیقی برای بهینه‌سازی ماندگاری محصول در میادین میوه و تره‌بار باید بر این پیش‌فرض استوار باشد که فسادپذیری محصول، نتیجه برهم‌کنش چندلایه میان تولید، حمل، نگهداری، بازار و حکمرانی شهری است. بنابراین، هیچ مداخله منفردی نمی‌تواند به تنهایی مسئله را حل کند. چارچوب مطلوب باید هم‌زمان سه سطح را پوشش دهد: سطح سلامت گیاهی، سطح انبارداری و لجستیک، و سطح سیاست‌گذاری و هماهنگی نهادی. تنها در این صورت می‌توان از یک مدل پایدار برای افزایش ماندگاری سخن گفت. در سطح نخست، کنترل سلامت محصول باید در نقطه ورود به میدان آغاز شود. این مرحله شامل بازرسی بصری، تفکیک محموله‌های آسیب‌دیده، شناسایی علائم آلودگی، و اعمال تصمیم‌های قرنطینه‌ای داخلی است. چنین رویه‌ای با دانش گیاه‌پزشکی سازگار است و از گسترش فساد به سایر بخش‌ها جلوگیری می‌کند. بررسی‌های مربوط به آلودگی‌های زیستی و بهداشتی در بازارهای میادین نشان می‌دهد که عدم تفکیک مناسب، یکی از عوامل مهم تشدید ریسک است (فروغی و مشاک، ۱۴۰۵). لذا سلامت گیاهی باید به صورت عملیاتی در دستورالعمل‌های میدان نهادینه شود.

در سطح دوم، زیرساخت و عملیات انبارداری باید با منطبق کاهش تنش و افزایش گردش بهینه طراحی شود. این به معنای تنظیم دما و رطوبت، چیدمان استاندارد، بسته‌بندی مناسب، تهویه کافی، و اجرای دقیق FIFO/FEFO است. همچنین، انبار

مقتضای باید برای محصولاتی که نیاز به توقف کوتاه دارند، به کار گرفته شود تا زمان ماندگاری غیرضروری کاهش یابد. در این سطح، مدیریت باید شاخص‌های عملکردی روشن تعریف کند و آن‌ها را به‌طور منظم پایش نماید. مدل زنجیره تأمین میادین شهری و طراحی مدل کسب‌وکار توزیع محصولات نشان می‌دهند که چنین هماهنگی‌ای با معماری بازار و عملیات توزیع گره خورده است (ابراهیمی مهین و همکاران، ۱۴۰۲؛ بنی اسد و باقری، ۱۳۹۷). در سطح سوم، حکمرانی بازار و سیاست‌گذاری شهری باید بستر لازم برای عملکرد پایدار میادین را فراهم کند. این شامل مکان‌یابی مناسب، دسترسی حمل‌ونقل، آمادگی در برابر بحران‌های محیطی، و چارچوب‌های تنظیم‌گری برای بهداشت و کیفیت است. مکان‌یابی بازارهای میوه و تره‌بار در مناطق شهری نشان داده که تصمیم فضایی چگونه بر عملکرد توزیع اثر می‌گذارد (اکبری و همکاران، ۱۳۹۵). همچنین، تحلیل‌های مربوط به سیلاب شهری هشدار می‌دهند که مراکز حساس باید در معرض سنجش ریسک فضایی قرار گیرند (نصیری و همکاران، ۱۴۰۴). بنابراین، چارچوب مدیریتی باید پیوندی روشن میان مکان، زیرساخت و تاب‌آوری برقرار کند.

در سطح چهارم، نظام داده و فناوری باید پشتیبان تصمیم‌گیری باشد. ثبت دیجیتال ورود و خروج، پایش شرایط محیطی، رهگیری محموله، و گزارش‌های عملکردی، امکان مداخله سریع و اصلاح سیاست‌ها را فراهم می‌سازد. مدیریت بهینه سامانه سفارش برخط و مدل‌های تصمیم‌یار در زنجیره تأمین، نشان می‌دهند که داده می‌تواند فاصله میان عرضه و تقاضا را کاهش دهد (کازمی محمدجلال و همکاران، ۱۴۰۳). این سطح از چارچوب، ابزار تحقق شفافیت و پاسخگویی نیز هست. در سطح پنجم، مشارکت ذی‌نفعان باید جدی گرفته شود. تولیدکننده، حمل‌ونقل، عمده‌فروش، مدیر میدان، نهاد شهری، ناظر بهداشت و حتی مصرف‌کننده، همگی در کیفیت نهایی محصول نقش دارند. اگر هر یک از این بازیگران اهداف ناسازگار دنبال کنند، ماندگاری کاهش می‌یابد. لذا چارچوب تلفیقی باید سازوکار هماهنگی، آموزش و انگیزش مشترک را دربرگیرد. مطالعات مربوط به سرمایه اجتماعی، زنجیره تأمین پایدار و نوآوری سبز نشان می‌دهد که عملکرد مالی و عملیاتی در بستر همکاری بهبود می‌یابد (عبدیلی سالم و پاشازاده، ۱۴۰۴). این نتیجه در میادین نیز قابل تعمیم است.

در سطح ششم، مدیریت ریسک و بیمه باید به‌عنوان لایه حفاظتی در نظر گرفته شود. با توجه به عدم قطعیت‌های بازار، فساد، اختلال حمل و بحران‌های محیطی، سازوکارهای جبرانی و بیمه‌ای می‌توانند پایداری اقتصادی میدان را تقویت کنند. مدل‌های بیمه جهت سرمایه‌گذاری در زنجیره تأمین کشاورزی، اهمیت کاهش ریسک ادراک‌شده و افزایش انگیزه سرمایه‌گذاری را برجسته می‌کنند (فروگذار و همکاران، ۱۴۰۴). بنابراین، سیاست‌گذاری نباید فقط معطوف به کنترل فیزیکی باشد، بلکه باید سازوکارهای مالی و انگیزشی را نیز دربرگیرد. در نتیجه، چارچوب مدیریتی تلفیقی زمانی اثربخش است که به فرهنگ سازمانی و آموزش مستمر تبدیل شود. آموزش کارکنان درباره علائم فساد، شیوه جابه‌جایی، اصول بهداشت، و استفاده از داده، باید جزئی از برنامه دائمی میدان باشد. توسعه سبز و پایداری نیز نشان می‌دهد که گذار به الگوهای بهتر نیازمند تغییر نهادی و فرهنگی است (پورگنجی و همکاران، ۱۴۰۴). از این رو، چارچوب پیشنهادی باید نه فقط مجموعه‌ای از ابزارها، بلکه یک منطق حکمرانی باشد که سلامت گیاهی، انبارداری، فناوری و سیاست‌گذاری را در یک نظام منسجم ادغام می‌کند.

۸. نتیجه‌گیری

مرور تحلیلی حاضر نشان داد که مدیریت نگهداری و انبارداری در میادین میوه و تره‌بار، حوزه‌ای چندبعدی است که در آن کیفیت محصول، سلامت گیاهی، زیرساخت فیزیکی، نظم عملیاتی، و حکمرانی شهری به‌صورت درهم‌تنیده عمل می‌کنند. در واقع، افزایش ماندگاری محصول در این میادین تنها با سردخانه یا کنترل دما حاصل نمی‌شود، بلکه مستلزم سازوکاری جامع است که از لحظه ورود کالا تا لحظه خروج، مسیر سلامت و کیفیت را ردیابی و مدیریت کند. بنابراین، رویکردهای جزیره‌ای

و صرفاً تجربی برای این مسئله کافی نیستند. یکی از مهم‌ترین یافته‌های این پژوهش آن بود که دانش مدیریت سلامت گیاهی، حلقه مفقوده بسیاری از برنامه‌های نگهداری و انبارداری در میادین است. اگرچه بسیاری از اقدامات بر کنترل دما و چیدمان تمرکز دارند، اما منشأ اصلی بخش قابل توجهی از ضایعات در آلودگی‌های مزرعه‌ای، آسیب‌های مکانیکی، آلودگی‌های میکروبی و تنش‌های فیزیولوژیک نهفته است. از این رو، سلامت گیاهی باید از مرحله تولید تا عرضه همراه محصول باشد و در نقطه ورود به میدان به صورت فعال کنترل شود. چنین دیدگاهی می‌تواند هزینه‌های پنهان فساد را کاهش دهد و ایمنی غذایی را ارتقا بخشد.

یافته دیگر آن بود که زیرساخت انبارداری و زنجیره سرد، زمانی اثربخش است که با مدیریت موجودی و عملیات هماهنگ شود. تنظیم دقیق FIFO و FEFO، طراحی مناسب چیدمان، استفاده از انبار متقاطع، و بسته‌بندی استاندارد، همگی ابزارهایی برای کاهش زمان ماندگاری غیرضروری و کاهش تماس با عوامل فسادزا هستند. با این حال، این ابزارها تنها زمانی کارآمد خواهند بود که در قالب یک نظام مدیریتی منسجم و داده‌محور به کار گرفته شوند. پژوهش‌های پیشین نیز نشان داده‌اند که مدل‌های توزیع، زنجیره تأمین و سامانه سفارش باید به صورت سیستمی دیده شوند تا عملکرد بهینه حاصل شود (بنی اسد و باقری، ۱۳۹۷؛ کاظمی محمدجلال و همکاران، ۱۴۰۳). از سوی دیگر، تحلیل ریسک و تاب‌آوری نشان داد که میادین میوه و تره‌بار در برابر اختلالات محیطی، بازار و زیرساختی آسیب‌پذیرند و بدون برنامه‌های پیش‌نگر، به سرعت دچار افت عملکرد می‌شوند. سیلاب شهری، قطع زنجیره سرد، نوسان قیمت، و آلودگی‌های بهداشتی، همگی می‌توانند انبارداری را مختل کنند. بنابراین، سیاست‌گذاری شهری باید این میادین را به عنوان زیرساخت‌های حساس در نظر گیرد و برای آنها سازوکارهای آمادگی و پاسخ طراحی کند. یافته‌های مربوط به مکان‌یابی، سیلاب و زنجیره تأمین قابل اطمینان این ضرورت را تقویت می‌کنند (اکبری و همکاران، ۱۳۹۵؛ نصیری و همکاران، ۱۴۰۴؛ لطافت و همکاران، ۱۴۰۳).

در سطح فناوری نیز نتیجه روشن است: بدون داده، رهگیری و پایش هوشمند، مدیریت ماندگاری محصول به صورت کامل ممکن نیست. حسگرها، سامانه‌های ثبت، داشبوردهای تصمیم‌یار و سفارش برخط، به مدیران امکان می‌دهند که به جای واکنش دیر هنگام، تصمیم‌های پیش‌دستانه اتخاذ کنند. فناوری زمانی ارزش‌آفرین است که در خدمت سلامت گیاهی، کاهش ضایعات و بهبود جریان کالا قرار گیرد، نه آنکه صرفاً به لایه‌ای تزئینی در سازمان تبدیل شود. از این منظر، داده و فناوری ابزار تحقق شفافیت، پاسخگویی و کارایی هستند. در نتیجه، این پژوهش پیشنهاد می‌کند که مدیریت میادین میوه و تره‌بار بر پایه یک چارچوب تلفیقی بازطراحی شود؛ چارچوبی که در آن سیاست‌گذاری شهری، آموزش نیروی انسانی، استانداردسازی عملیات، کنترل سلامت گیاهی، هوشمندسازی، و مدیریت ریسک به طور هم‌زمان پیگیری شوند. چنین چارچوبی می‌تواند ضمن افزایش ماندگاری محصول، به کاهش ضایعات، ارتقای سلامت عمومی، بهبود کارایی اقتصادی و افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین شهری بینجامد. بدین ترتیب، میادین میوه و تره‌بار از یک فضای صرفاً توزیعی به یک گره هوشمند و سلامت‌محور در نظام امنیت غذایی شهری تبدیل خواهند شد. جمع‌بندی نهایی آن است که دانش مدیریت سلامت گیاهی باید در متن تصمیم‌گیری‌های انبارداری و لجستیک شهری قرار گیرد، زیرا ماندگاری محصول تابعی از سلامت منبع، سلامت مسیر و سلامت فضای عرضه است. هرچه این سه سطح هماهنگ‌تر شوند، ضایعات کمتر، اعتماد بازار بیشتر و پایداری زنجیره تأمین قوی‌تر خواهد شد. این نتیجه، راه را برای پژوهش‌های آتی در زمینه طراحی مدل‌های عملیاتی، شاخص‌های ارزیابی عملکرد، و سیاست‌های یکپارچه مدیریت میادین می‌گشاید.

۱. منابع
۲. فروگذار، عندلیب اردکانی، مروتی شریف آبادی، میرغفوری، سید حبیب الله. (۱۴۰۴). مدل بیمه جهت سرمایه گذاری در زنجیره تأمین کشاورزی با استفاده از تئوری بازی. دانش سرمایه‌گذاری، ۱۶(۶۱)، ۱۹۳-۲۱۴.
۳. کاظمی محمدجلال، دزفولیان حمیدرضا، سمویی پروانه. (۱۴۰۳). بررسی و انتخاب راهبرد های مدیریت بهینه سامانه سفارش برخط زنجیره تامین محصولات کشاورزی با استفاده از روش های SWOT، جمع سپاری و ARAS.
۴. لطافت، غلامیان، عربی. (۱۴۰۳). طراحی شبکه زنجیره‌تأمین قابل‌اطمینان برای محصولات زراعی فسادپذیر با در نظر گرفتن ریسک اختلال (مطالعه موردی: زنجیره‌تأمین گوجه‌فرنگی). تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، ۹(۳)، ۶۶۶-۶۸۹.
۵. نصیری، سلیمی، دلفان آذری، یزدی، شاه‌سوندی. (۱۴۰۴). پهنه‌بندی سیلاب شهری با رویکرد مدل‌سازی توامان هیدرولوژیکی-هیدرولیکی حوضه آبریز، مطالعه موردی: منطقه ۲۱ و ۲۲ شهر تهران. فصلنامه علمی دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۱۴(۴)، ۳۹۲-۴۰۵.
۶. ابراهیمی مهین، چراغعلی محمدحسن، افشارکاظمی محمدعلی. (۱۴۰۲). ارائه مدل زنجیره تأمین میادین میوه و تره بار شهرداری تهران با استفاده از روش پویایی شناسی سیستم.
۷. اکبری بهنام، بریم نژاد ولی، رحیمی بدر بیتا. (۱۳۹۵). مکان یابی بازارهای میوه و تره بار در مناطق ۲۲ گانه شهرداری تهران: با استفاده از مدل تحلیل سلسله مراتبی. (AHP)
۸. بنی اسد، باقری. (۱۳۹۷). طراحی مدل کسب‌وکار توزیع محصولات کشاورزی؛ مورد مطالعه: میوه، سبزی و صیفی‌جات بر اساس چهارچوب DSRM. چشم‌انداز مدیریت بازرگانی، ۱۷(۳۵).
۹. پورگنجی، علی نژاد، افشانی، افراسیابی. (۱۴۰۴). توسعه سبز در بستر رهاشدگی ساختاری مطالعه بر ساخت کشاورزی سبز در میان گلخانه‌دارهای شهرستان اشکذر. پژوهش های راهبردی مسائل اجتماعی، ۱۴(۳)، ۱۳۵-۱۶۴.
۱۰. تقی زاده، مهزیار، شجاعی، امیر عباس، سرفراز، امیر همایون، ... صدیق. (۱۴۰۱). بهینه‌سازی زمان‌بندی ماشین‌های حمل در انبار متقاطع تحت شرایط عدم قطعیت با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی (مورد مطالعه: انبار مرکزی میوه و تره‌بار شهرداری تهران). چشم‌انداز مدیریت صنعتی، ۱۲(۴)، ۲۵۳-۲۸۷.
۱۱. جاوری، علامه، امراللهی. (۱۴۰۴). طراحی مدل تبیین‌کننده نقش عوامل کلیدی در عملکرد زنجیره تأمین کشاورزی با رویکرد کیفی (مورد مطالعه: پارک لجستیک کشاورزی اصفهان). روستا و توسعه، ۲۸(۳)، ۲۹-۶۷.
۱۲. رضایی، شهبازی، سعادت، بازرگان. (۱۴۰۱). بررسی وضعیت آلودگی خاک و محصولات کشاورزی در ایران. مدیریت اراضی، ۱۰(۱)، ۶۱-۹۳.
۱۳. سلامی، سعیدی، یزدانبخش، حیدری، محققیان، آزیتا، ابطحی. (۱۴۰۵). ارزیابی ریسک و بار بیماری سرطان کولورکتال ناشی از مواجهه غذایی با نیترات در میوه و سبزیجات میادین تره‌بار شهر ری. سلامت و محیط زیست، ۱۸(۴)، ۷۴۵-۷۶۴.
۱۴. عبدیلی سالم، پاشازاده. (۱۴۰۴). واکاوی تأثیر زنجیره تأمین پایدار، مشتری محور و سرمایه اجتماعی بر عملکرد مالی با نقش میانجی نوآوری سبز در شرکت‌های نوپا و فعال در بخش کشاورزی. راهبردهای کارآفرینی در کشاورزی، ۱۲(۲)، ۶۰-۷۵.

۱۵. فروغی، مشاک. (۱۴۰۵). بررسی وضعیت بهداشتی و میکروبی محل عرضه انواع گوشت در بازار های میادین تره بار شهر کرج. تحقیقات مهندسی صنایع غذایی، ۲۴(۲)، ۱۱۴-۱۳۰