



Intelligent Management of Occupational Cancer: The Imperative of Establishing a National Ontology for Workforce Protection.

Elahe Khadiv¹, Molouk Sadat Hosseini Beheshti², Fatemeh Sheikhshoei³, Somayeh Farhang Dehghan^{1*}, Ziba Danaiee⁴, Parvaneh Khazei¹, Masoud Mohammadi⁵, Mohammad Hossein Vaziri¹, Rezvan Zendehtdel¹, Mohammad Hossein Davari⁶, Fatemeh Hamidi¹

1. School of Public Health and Safety, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Iranian Linguistics Society, Iranian Research Institute for Information Science and Technology, University of Tehran, Tehran, Iran
3. School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4. School of Health, Mazandaran University of Medical Sciences, Mazandaran, Iran
5. School of Allied Medical Sciences, Golestan University of Medical Sciences, Golestan, Iran
6. School of Medicine, Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Received: 2025/10/02

Accepted: 2026/01/20

Abstract

Occupational cancers are rising in Iran, driven by industrial expansion and exposure to carcinogens, yet national prevention efforts are hampered by fragmented data, inconsistent standards, and weak causal evidence. To address this, we propose the establishment of a national ontology—a structured, shared framework that integrates disparate occupational health data from hospitals, occupational health centers, and insurance systems. This ontology enables accurate data retrieval, interoperability across information systems, and paves the way for AI-driven early detection and reliable job–exposure matrices. We recommend four immediate policy actions: (1) legally mandate ontology-based data reporting; (2) support development of domain-specific ontologies for high-risk carcinogens; (3) launch a national ontology-driven data infrastructure; and (4) deploy ontology-powered decision-support tools for professionals and workers. Far beyond a technical tool, this ontology represents a strategic investment to protect Iran’s workforce, reduce the socioeconomic burden of occupational cancer, and position the country as a regional leader in occupational health.

Keywords: *Ontology, Occupational Cancers, Occupational Health Data Management, Job-Exposure Matrix (JEM), Artificial Intelligence in Occupational Health*

Please cite this article as:

Khadiv E, Hosseini Beheshti MS, Sheikhshoei F, Farhang Dehghan S, Danaiee Z, Khazei P, Mohammadi M, Vaziri MH, Zendehtdel R, Davari MH, Hamidi F. Intelligent Management of Occupational Cancer: The Imperative of Establishing a National Ontology for Workforce Protection. *Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat* .2025;13(1):6-13. <https://doi.org/10.22037/iipm.v11i3.50510>

* Corresponding Author: Somayeh.farhang@gmail.com



مدیریت هوشمند سرطان شغلی: الزام استقرار هستی‌شناسی ملی برای حفاظت از نیروی کار

الیه خدیو^۱، ملوک السادات حسینی بهشتی^۲، فاطمه شیخ شعاعی^۳، سمیه فرهنگ دهقان^{۱*}،
زیبا دانایی^۴، پروانه خزایی^۱، مسعود محمدی^۵، محمد حسین وزیری^۱، رضوان زنده‌دل^۱،
محمد حسین داوری^۶، فاطمه حمیدی^۱

۱. دانشکده بهداشت و ایمنی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

۲. انجمن زبان‌شناسی ایران، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۳. دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۴. دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، مازندران، ایران.

۵. دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گلستان، ایران.

۶. دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۰

چکیده

سرطان‌های شغلی در ایران در حال افزایش است؛ عامل اصلی آن، گسترش صنعت و مواجهه با عوامل سرطان‌زا در محیط کار است. با این حال، تلاش‌های ملی برای پیشگیری از این بیماری‌ها با چالش‌هایی مانند پراکندگی داده‌ها، فقدان استانداردهای یکپارچه و ضعف در اثبات روابط علی مواجه است. برای غلبه بر این موانع، پیشنهاد می‌شود یک «هستی‌شناسی ملی» تدوین شود- چارچوبی ساختاریافته که داده‌های ناهمگون سلامت شغلی را در منابعی مانند بیمارستان‌ها، مراکز بهداشت حرفه‌ای و بیمه‌ها یکپارچه کند. این هستی‌شناسی، امکان بازیابی دقیق اطلاعات، همکاری بین سیستم‌های اطلاعاتی و توسعه ابزارهای هوش مصنوعی برای تشخیص زودهنگام و تهیه ماتریس‌های شغل-مواجهه قابل اتکا را فراهم می‌آورد. چهار اقدام سیاستی کلیدی در این خصوص پیشنهاد می‌شود از جمله: الزام قانونی به کارگیری هستی‌شناسی در ثبت داده‌های سلامت شغلی، حمایت از توسعه هستی‌شناسی‌های تخصصی برای عوامل سرطان‌زای پرخطر، ایجاد زیرساخت داده‌ای ملی مبتنی بر هستی‌شناسی، و طراحی ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری مبتنی بر هستی‌شناسی برای متخصصان و کارگران. این هستی‌شناسی تنها یک ابزار فنی نخواهد بود، بلکه سرمایه‌گذاری راهبردی برای حفاظت از نیروی کار، کاهش بار اقتصادی و اجتماعی سرطان‌های شغلی و تبدیل ایران به الگویی پیشرو در مدیریت سلامت شغلی در سطح منطقه می‌شود.

واژگان کلیدی: هستی‌شناسی، سرطان‌های شغلی، مدیریت داده‌های سلامت شغلی، ماتریس شغل-مواجهه، هوش مصنوعی در بهداشت حرفه‌ای

به این مقاله، به صورت زیر استناد کنید:

Khadiv E, Hosseini Beheshti MS, Sheikhshoei F, Farhang Dehghan S, Danaiee Z, Khazei P, Mohammadi M, Vaziri MH, Zendeheel R, Davari MH, Hamidi F. Intelligent Management of Occupational Cancer: The Imperative of Establishing a National Ontology for Workforce Protection. *Irtiqa Imini Pishgiri Masdumiyat*. 2025;13(1):6-13. <https://doi.org/10.22037/iipm.v11i3.50510>

*نویسنده مسئول مکاتبات: Somayeh.farhang@gmail.com



مقدمه

سرطان‌های شغلی، امروزه یکی از علل اصلی مرگ‌ومیر نیروی کار ایران هستند، اما پراکندگی داده‌ها و فقدان چارچوب یکپارچه، مانع اصلی سیاست‌گذاری مؤثر برای پیشگیری از آن‌ها محسوب می‌شود. بر اساس برآوردهای سازمان جهانی بهداشت، بین ۴ تا ۱۰ درصد تمام موارد سرطان در جهان ریشه در عوامل شغلی دارند؛ در کشورهای در حال توسعه با روند صنعتی‌شدن سریع—مانند ایران—این سهم می‌تواند به‌مراتب بالاتر باشد (1). شناخت عوامل سرطان‌زای شغلی برای پیشگیری اولیه، جبران خسارت و نظارت بر کارگران در معرض مخاطره، و همچنین شناسایی علل سرطان در جمعیت عمومی حیاتی است (2). در ایران، روند توسعه صنعتی در دهه‌های اخیر شتاب گرفته و این امر به طور مستقیم منجر به افزایش مواجهه نیروی کار با عوامل زیان‌آور صنعتی شده است. برای مثال، استفاده از موادی مانند آزبست در صنایع مختلف، سیلیس در معادن و کارگاه‌های سنگ‌بری و انواع گازهای صنعتی در کارخانه‌ها و پالایشگاه‌ها رو به گسترش است. این افزایش مواجهه، زنجیره‌ای از پیامدهای بهداشتی را به دنبال دارد. توسعه صنعتی با افزایش استفاده از مواد خاص (مانند آزبست و سیلیس) همراه است که به نوبه خود، مواجهه کارگران را افزایش می‌دهد.

برخی از عوامل سرطان‌زا که به طور قطعی با افزایش ریسک ابتلا به سرطان مرتبط هستند عبارتند از:

- آزبست: قرار مواجهه با الیاف آزبست، به ویژه در طولانی مدت، خطر ابتلا به مزوتلیوما (سرطان پوشش ریه، شکم یا قلب) و سرطان ریه را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.
- سیلیس: استنشاق ذرات سیلیس در معادن، کارگاه‌های سنگ‌بری و صنایع مرتبط می‌تواند منجر به سیلیکوزیس (یک بیماری ریوی مزمن) و همچنین افزایش ریسک ابتلا به سرطان ریه شود.
- بنزن: مواجهه با گازها و بخارات بنزن (که در صنایع نفت و گاز و تولید رنگ و رزین یافت می‌شود) به طور قطعی با لوسمی میلوئیدی مزمن (CML) مرتبط است.

- آرسنیک: مواجهه با آرسنیک (که در برخی صنایع فلزکاری، تصفیه آب و کشاورزی یافت می‌شود) با افزایش ریسک سرطان پوست، ریه و مثانه مرتبط است.
- پرتوهای یونیزان: مواجهه با اشعه گاما، اشعه ایکس و پرتوهای آلفا (که در برخی صنایع پزشکی، هسته‌ای و انرژی اتمی وجود دارند) می‌تواند به طور مستقیم به DNA آسیب برساند و ریسک ابتلا به انواع سرطان‌ها را افزایش دهد.

این افزایش مواجهه، مستقیماً به نرخ بالاتری از سرطان‌های خاص (مانند مزوتلیوما یا سرطان ریه مرتبط با سیلیکوزیس) منجر می‌شود که پیامدهای آن شامل افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی و کاهش بهره‌وری نیروی کار است. این وضعیت نشان می‌دهد که پرداختن به سرطان‌های شغلی نه تنها یک مسئله اخلاقی برای حفاظت از نیروی کار است، بلکه یک مؤلفه حیاتی در راهبرد توسعه اقتصادی پایدار کشور نیز محسوب می‌شود (3).

با وجود اهمیت فزاینده سرطان‌های شغلی در ایران، مطالعات انجام شده در این زمینه محدود بوده و به ندرت به طور مستقیم به ارتباط بین شغل و سرطان پرداخته‌اند. این کمبود داده‌های نظام‌مند، یک شکاف اساسی در دانش ما از بار واقعی این بیماری‌ها در جامعه ایجاد می‌کند. یکی از موانع اصلی در این زمینه، پراکندگی داده‌ها و فقدان یک چارچوب مفهومی استاندارد است. اطلاعات مربوط به مواجهه شغلی و تشخیص سرطان در منابع مختلفی ذخیره می‌شوند که اغلب با فرمت‌ها و تعاریف ناسازگار با یکدیگر هستند. این پراکندگی، نه تنها تحلیل دقیق داده‌ها را دشوار می‌سازد، بلکه مانعی اساسی بر سر راه تحقیقات گسترده و همه‌جانبه ایجاد می‌کند. در نتیجه، سیاست‌گذاران و متخصصان بهداشت شغلی از یک دیدگاه جامع و یکپارچه در مورد این مسئله محروم هستند و تصمیم‌گیری‌ها اغلب بر مبنای اطلاعات محدود و ناقص صورت می‌گیرد. این وضعیت، لزوم ایجاد یک چارچوب منسجم و یکپارچه را بیش از پیش نمایان می‌سازد (4) (شکل 1).

چالش‌های کلیدی در مدیریت داده



عدم توافق در تعاریف

اصطلاحات و تعاریف متفاوت منجر به سردرگمی و عدم هماهنگی در توصیف مفاهیم می‌شود.



نبود چارچوب مفهومی

پژوهش‌ها فاقد یک چارچوب یکپارچه برای نمایش ارتباطات میان مفاهیم کلیدی هستند.



روابط پیچیده

مدل‌سازی روابط پیچیده بین شغل، عامل سرطان‌زا، نوع سرطان و فرد، چالش‌برانگیز است.



پراکندگی داده‌ها

داده‌ها در منابع مختلف با فرمت‌های گوناگون پراکنده بوده و تجمیع آن‌ها دشوار است.

شکل ۱- اطلاع‌نگاشت چالش‌های موجود

کدهای خاصی برای تشخیص‌ها، روش‌های درمانی، بیماری‌ها و سایر اطلاعات بالینی ارائه می‌دهند. در حالی که کدهای پذیرش برای طبقه‌بندی اطلاعات پزشکی کاربرد دارند، این چارچوب مفهومی با تمرکز بر عوامل خطر سرطان‌زا، یک مدل جامع‌تر و با انعطاف‌پذیری بیشتر برای سازماندهی و تحلیل داده‌های مرتبط ارائه می‌دهد. در این پژوهش، هستی‌شناسی نه تنها به عنوان یک مدل فنی برای سازماندهی داده‌ها، بلکه به عنوان زیرساخت بنیادین برای یک پایگاه دانش ملی در حوزه سلامت شغلی معرفی می‌شود. این چارچوب یک سرمایه‌گذاری راهبردی برای ایجاد یک زیرساخت اطلاعاتی قوی و قابل استفاده مجدد است. این رویکرد، هستی‌شناسی سرطان‌های شغلی را به عنوان یک پروژه پیشگامانه برای سایر چالش‌های بهداشتی کشور (مانند بیماری‌های مرتبط با محیط زیست یا بیماری‌های غیرواگیر) معرفی می‌کند و به آن جایگاه یک دارایی راهبردی برای نظارت و آمادگی در حوزه بهداشت عمومی می‌بخشد.

تحلیل یا بررسی مشکل

این خلاصه سیاستی، یک راه‌حل بنیادین برای رفع چالش‌های فوق را معرفی می‌کند: توسعه یک هستی‌شناسی (Ontology) برای حوزه سرطان‌های شغلی (شکل ۲). هستی‌شناسی، یک مدل رسمی و ساختاریافته از مفاهیم، ویژگی‌ها و روابط موجود در یک حوزه تخصصی است (۵). این چارچوب مفهومی، ابزاری حیاتی برای یکپارچه‌سازی و استانداردسازی داده‌های ناهمگون از منابع مختلف مانند بیمارستان‌ها، مراکز بهداشت حرفه‌ای و سازمان‌های بیمه است. در این میان، کدهای پذیرش (Acceptance codes) در انفورماتیک پزشکی معمولاً برای تعریف و طبقه‌بندی اطلاعات پزشکی به صورت استاندارد استفاده می‌شوند. این کدها معمولاً به یک سیستم استاندارد مانند ICD (International Classification of Diseases) یا SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms) وابسته هستند. این سیستم‌ها

راه‌حل پیشنهادی: هستی‌شناسی (Ontology)

هستی‌شناسی یک مدل رسمی و ساختاریافته از یک حوزه خاص است که مفاهیم، ویژگی‌ها و روابط بین آن‌ها را به صورت دقیق تعریف می‌کند. این مدل، داده‌های پراکنده را به دانشی قابل فهم و قابل پردازش برای رایانه تبدیل می‌کند.



شکل ۲- اطلاع‌نگاشت راه حل پیشنهادی

تعیین جفت‌های مفهومی و روابط بین آن‌ها، تعیین رده‌ها و سلسله مراتب، تعریف ویژگی‌ها و نمونه‌ها بود. در نهایت، برای اعتبارسنجی و ارزیابی روایی هستی‌شناسی، نظرات کارشناسان موضوعی در حوزه‌های شیمی، سم‌شناسی، طب کار و هستی‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت و با بهره‌گیری از نرم‌افزار پروتژ (Protégé) و روش‌های تحلیل متن، هستی‌شناسی نهایی تدوین شد (۶). هستی‌شناسی پیشنهادی، با هدف مدل‌سازی و نمایش دانش در حوزه سرطان‌های شغلی طراحی شده است. معماری این چارچوب شامل مجموعه‌ای از کلاس‌ها

روش کار حاضر بر پایه یک رویکرد ترکیبی و مبتنی بر مهندسی دانش برای توسعه هستی‌شناسی سرطان‌های شغلی استوار است. ابتدا از نظام زبان واحد پزشکی (UMLS) به عنوان هستی‌شناسی پایه استفاده شد و با بهره‌گیری از مفاهیم و روابط استخراج‌شده از متون تخصصی (با جستجو در پایگاه‌های Scopus، Web of Science و PubMed) و با استفاده از رویکرد مهندسی دانش، یک هستی‌شناسی اختصاصی برای حوزه سرطان‌های شغلی طراحی گردید. این فرآیند شامل تعیین حوزه پوشش هستی‌شناسی، انتخاب هستی‌شناسی پایه،

می‌تواند داده‌های خود را با پایگاه داده وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی که از کدهای شغلی خود استفاده می‌کند، مرتبط سازد. این ارتباط امکان تحلیل دقیق‌تر عوامل خطر شغلی مرتبط با سرطان را فراهم می‌کند و به سیاست‌گذاران و متخصصان بهداشت و درمان کمک می‌کند تا با اتخاذ تدابیر پیشگیرانه، از بروز سرطان‌های شغلی جلوگیری نمایند. هستی‌شناسی سرطان‌های شغلی با ایجاد یک زبان مشترک و یکپارچه، به تسهیل این نوع ارتباطات و تبادل اطلاعات کمک می‌کند.

(Concepts)، زیرکلاس‌ها (Subclasses)، ویژگی‌ها (Properties) و روابط (Relationships) است که به صورت دقیق تعریف شده‌اند. کلاس‌های اصلی این هستی‌شناسی شامل مفاهیم محوری مانند «شغل»، «ماده سرطان‌زا»، «نوع سرطان» و «عوامل فردی» هستند (5). این معماری، یک لایه معنایی مشترک فراهم می‌کند که امکان تبادل داده‌ها بین سیستم‌های ناهمگون را فراهم می‌سازد (جدول 1). به عنوان مثال، یک سیستم پرونده الکترونیک بیمارستانی که از کد ICD برای تشخیص سرطان استفاده می‌کند،

جدول 1- معماری مفهومی هستی‌شناسی سرطان‌های شغلی

کلاس	زیرکلاس‌ها	ویژگی‌ها	روابط
شغل	کارگر ساختمانی، کارگر کارخانه، پزشک	has_job_title, has_job_code, involves_task	has_exposure_to -> Carcinogen
ماده سرطان‌زا	آزبست، سیلیس، بنزن، فرمالدهید	is_physical_agent, is_chemical_agent, has_exposure_level, is_regulated	is_causal_agent_for -> Cancer Type
نوع سرطان	مزوتلیوما، سرطان ریه، لوسمی، لنفوم	has_ICD_code, has_histological_type, has_organ_of_origin	is_diagnosed_with <- Individual Factor
عوامل فردی	سوابق پزشکی، عوامل ژنتیکی، سبک زندگی	has_age, has_sex, has_genetic_predisposition, has_smoking_history	has_exposure_to -> Carcinogen (indirect)

در سطح جهانی فراهم می‌کند. این امر همکاری‌های ملی و بین‌المللی را تسهیل خواهد کرد.

- فعال‌سازی سیستم‌های هوشمند: این مدل می‌تواند مبنایی برای توسعه سیستم‌های هوشمند و خودکار در حوزه سلامت شغلی باشد. این سیستم‌ها قادرند به تشخیص زودهنگام و پیش‌بینی خطر ابتلا به سرطان در گروه‌های شغلی مختلف کمک کنند.
 - تولید ماتریس‌های شغل-مواجهه (JEMs): هستی‌شناسی می‌تواند به ساخت ماتریس‌های شغل-مواجهه با ضریب اطمینان بالا کمک کند. این ابزارها، که ارتباط بین مشاغل و عوامل خطر را مدل‌سازی می‌کنند، برای شناسایی و مدیریت ریسک‌های شغلی حیاتی هستند.
- این مزایا یک چرخه بهبود مستمر ایجاد می‌کنند: داده‌های استاندارد شده منجر به تولید JEMs قابل اتکا می‌شوند، که به نوبه خود، ارزیابی دقیق ریسک را ممکن می‌سازند. این ارزیابی دقیق، مداخلات هدفمند را میسر می‌سازد و به بهبود سلامت کارگران منجر می‌شود. هستی‌شناسی، گام حیاتی اول در این زنجیره است.

این هستی‌شناسی مزایای عملیاتی متعددی را برای سیاست‌گذاران و متخصصان بهداشت شغلی به همراه خواهد داشت:

- استانداردسازی داده‌ها: هستی‌شناسی، داده‌های مربوط به سرطان‌های شغلی را به یک فرمت واحد و قابل‌پردازش توسط رایانه تبدیل می‌کند. این استانداردسازی، پایه و اساس هرگونه تحلیل داده در مقیاس بزرگ را فراهم می‌آورد.
- بازیابی اطلاعات پیشرفته: این مدل به عنوان ابزاری کارآمد در بازیابی اطلاعات عمل می‌کند و به متخصصان امکان می‌دهد تا به اطلاعات دقیق‌تر و جامع‌تری دست یابند و تصمیمات بهتری در زمینه پیشگیری و درمان اتخاذ کنند. به عنوان مثال، یک پرس‌وجوی ساده می‌تواند تمام کارگرانی را که در یک صنعت خاص با ماده‌ای مشخص مواجه بوده‌اند و به نوع خاصی از سرطان مبتلا شده‌اند، شناسایی کند.
- قابلیت همکاری معنایی: هستی‌شناسی با فراهم کردن استانداردهای معنایی مشترک، به عنوان پلی بین سیستم‌های مختلف عمل کرده و امکان تبادل و استفاده مجدد از داده‌ها را

یافته‌ها

این بخش، توصیه‌های سیاستی ارائه شده را به یک نقشه راه اجرایی و چندلایه برای پیاده‌سازی موفق چارچوب هستی‌شناسی تبدیل می‌کند (شکل ۳).

توصیه‌های سیاستی

۱ الزام به استفاده از چارچوب استاندارد

وزارت بهداشت و وزارت کار، استفاده از چارچوب‌های مفهومی استاندارد مانند هستی‌شناسی را در جمع‌آوری و مدیریت داده‌های بیماری‌های شغلی الزامی کنند.

۲ حمایت از توسعه هستی‌شناسی‌های تخصصی

از توسعه مدل‌های تخصصی‌تر برای مشاغل یا عوامل سرطان‌زای خاص (مانند آزیست و سیلیس) برای درک عمیق‌تر مکانیسم‌های بیماری‌زایی حمایت شود.

۳ ایجاد بستر داده‌های ملی

یک بستر داده ملی مبتنی بر هستی‌شناسی برای تجمیع اطلاعات از منابع مختلف (بیمارستان‌ها، مراکز بهداشت حرفه‌ای، بیمه‌ها) ایجاد گردد.

۴ توسعه ابزارهای مبتنی بر هستی‌شناسی

ابزارهای آموزشی و سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری برای پزشکان، کارشناسان بهداشت و کارگران توسعه و پیاده‌سازی شوند.

شکل ۳- اطلاع‌نگاشت توصیه‌های سیاستی

باید از توسعه هستی‌شناسی‌های تخصصی‌تر برای مشاغل یا عوامل سرطان‌زای خاص (مانند آزیست و سیلیس) حمایت شود. در حالی که یک هستی‌شناسی در سطح کلان، چارچوب اولیه را فراهم می‌کند، درک عمیق‌تر از سازوکارهای بیماری‌زایی نیازمند مدل‌های دقیق و تخصصی است. به عنوان مثال، یک هستی‌شناسی تخصصی برای مواجهه با آزیست می‌تواند انواع مختلف الیاف، روابط دوز-پاسخ، و دوره نهفتگی برای سرطان‌های خاص (مزوتلیوما در مقابل سرطان ریه) را مدل‌سازی کند. این رویکرد، امکان مداخلات هدفمند و مبتنی بر شواهد دقیق را فراهم می‌آورد و اثربخشی منابع را به حداکثر می‌رساند.

توصیه ۳: ایجاد یک بستر ملی داده‌های یکپارچه

یک بستر داده ملی مبتنی بر هستی‌شناسی باید برای تجمیع و یکپارچه‌سازی اطلاعات مربوط به سرطان‌های شغلی از منابع مختلف (بیمارستان‌ها، مراکز بهداشت حرفه‌ای، سازمان‌های بیمه) ایجاد شود. موفقیت این بستر، نه تنها به زیرساخت فنی (یک پلتفرم امن مبتنی بر فضای ابری) بستگی دارد، بلکه نیازمند حکمرانی داده‌های قوی،

توصیه ۱: الزام یک چارچوب هستی‌شناسی ملی برای سلامت شغلی ضروری است که وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، استفاده از چارچوب‌های مفهومی استاندارد مانند هستی‌شناسی را در جمع‌آوری، ثبت و مدیریت داده‌های مربوط به بیماری‌های شغلی و به ویژه سرطان‌ها، الزامی کنند. این توصیه، حیاتی‌ترین و در عین حال دشوارترین گام در این مسیر است؛ زیرا نیازمند اراده سیاسی قوی و همکاری بین نهادهای قابل توجه است. برای توجیه این الزام، باید بر هزینه‌های سنگین عدم اقدام تأکید شود، از جمله: افزایش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، مسئولیت‌های حقوقی دولت، کاهش بهره‌وری ملی، و مهم‌تر از همه، مسئولیت اخلاقی در قبال حفاظت از نیروی کار. برای تسهیل این فرآیند، پیشنهاد می‌شود یک کمیته راهبری مشترک بین وزارتی تشکیل شود تا بر طراحی، پیاده‌سازی و نظارت بر این پروژه نظارت کند و اطمینان حاصل کند که تمامی ذی‌نفعان در این فرآیند مشارکت دارند (جدول ۲).

توصیه ۲: حمایت از توسعه هستی‌شناسی‌های تخصصی

هستی‌شناسی برای آموزش پزشکان، کارشناسان بهداشت حرفه‌ای و کارگران، و همچنین سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری برای مدیریت ریسک‌های شغلی باید توسعه و پیاده‌سازی شوند. این توصیه بر رویکرد طراحی انسان‌محور تأکید دارد. ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری باید در جریان کار روزمره پزشکان و متخصصان بهداشت شغلی ادغام شوند تا به تشخیص و مدیریت دقیق‌تر کمک کنند. برای کارگران، این ابزارها باید ساده، بصری و قابل‌دسترس باشند تا به آن‌ها در درک ریسک‌های شخصی خود و حمایت از محیط‌های کاری ایمن‌تر یاری رسانند.

پروتکل‌های امنیتی و حریم خصوصی دقیق است. مسائل حقوقی و اخلاقی مربوط به تجمیع داده‌های حساس سلامت، از اهمیت بالایی برخوردارند و باید به دقت مورد توجه قرار گیرند تا اعتماد عمومی جلب شود. موفقیت این پلتفرم در گرو توافق‌نامه‌های به اشتراک‌گذاری داده قوی بین تمامی نهادهای مشارکت‌کننده است.

توصیه ۴: توسعه ابزارهای پشتیبان تصمیم‌گیری و آموزش مبتنی بر هستی‌شناسی

پیچیده‌ترین مدل داده‌ای بدون ابزارهای کاربرپسند که دانش را به عمل تبدیل کنند، بی‌فایده است. بنابراین، ابزارهای مبتنی بر

جدول ۲- نقش نهادهای چندانگانه در پیاده‌سازی هستی‌شناسی

نهاد	نقش‌های کلیدی	مسئولیت‌های اصلی
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی	نهاد متولی اصلی، تدوین‌گر استانداردها	تدوین استانداردهای ملی هستی‌شناسی، نظارت بر جمع‌آوری داده‌های بالینی، تخصیص بودجه پژوهشی
وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی	نهاد اصلی اجرایی، متولی داده‌های شغلی	الزام استفاده از هستی‌شناسی در سیستم‌های نظارتی، همکاری در تدوین ماتریس‌های شغل-مواجهه، آموزش کارشناسان بهداشت حرفه‌ای
سازمان‌های بیمه	مشارکت‌کننده کلیدی در داده‌ها	ارائه داده‌های مرتبط با غرامت و بیماری‌های شغلی، استفاده از هستی‌شناسی برای تسریع پردازش پرونده‌ها
بیمارستان‌ها و مراکز درمانی	منبع اصلی داده‌های بالینی	جمع‌آوری و ثبت داده‌های سرطان بر اساس استاندارد هستی‌شناسی، همکاری در پروژه‌های تحقیقاتی
مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها	نهاد پژوهشی و توسعه‌دهنده	توسعه هستی‌شناسی‌های تخصصی، ارائه مشاوره فنی و علمی، آموزش متخصصان آتی

پیاده‌سازی یک چارچوب هستی‌شناختی ملی، یک پروژه بلندمدت و نیازمند است که نیازمند یک راهبرد مرحله‌ای است. گام اول می‌تواند شامل یک پروژه آزمایشی (Pilot Project) در یک صنعت خاص یا یک منطقه جغرافیایی محدود باشد. این مرحله امکان ارزیابی فنی و عملیاتی چارچوب را فراهم کرده و قبل از گسترش در سطح ملی، درس‌های لازم را به دست می‌دهد. تخصیص منابع مناسب، شامل بودجه‌بندی برای تیم‌های فنی (متخصصان هستی‌شناسی، مهندسان نرم‌افزار، متخصصان داده)، کارشناسان حقوقی و اخلاقی، و هزینه‌های زیرساختی (سرورها و ذخیره‌سازی ابری) حیاتی است. این پروژه نیازمند یک تیم چندرشته‌ای است که بتواند ابعاد مختلف فنی، قانونی و سازمانی را مدیریت کند.

پیاده‌سازی موفق این چارچوب، می‌تواند به یک تحول بنیادین در نظارت بر سلامت عمومی و مدیریت ریسک‌های شغلی در ایران منجر شود. این سیستم به دولت اجازه می‌دهد تا با داده‌های دقیق و یکپارچه، روندهای بیماری را در سطح ملی شناسایی کند، مداخلات بهداشت عمومی را هدفمند سازد و منابع را به صورت مؤثرتری تخصیص دهد. در بلندمدت، این چارچوب نه تنها سلامت نیروی کار را بهبود می‌بخشد، بلکه با کاهش بار اقتصادی ناشی از بیماری‌ها (کاهش هزینه‌های درمان، کاهش پرداخت غرامت‌ها، افزایش بهره‌وری) به توسعه اقتصادی کشور کمک خواهد کرد. این پروژه، ایران را در جایگاه یک رهبر منطقه‌ای در نوآوری‌های بهداشت عمومی مبتنی بر داده قرار خواهد داد (جدول ۳).

جدول 3- تحلیل هزینه-فایده و تأثیر اقتصادی

منافع اقتصادی بلندمدت	هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه
کاهش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی: تشخیص زودهنگام و پیشگیری، هزینه‌های درمان سرطان‌های پیشرفته را کاهش می‌دهد.	هزینه‌های توسعه فنی: طراحی و پیاده‌سازی هستی‌شناسی و پلتفرم داده
افزایش بهره‌وری نیروی کار: کاهش بیماری و غیبت از کار، به حفظ نیروی کار متخصص و با تجربه کمک می‌کند.	هزینه‌های زیرساخت: سرورهای ابری امن، سیستم‌های مدیریت داده
کاهش پرداخت غرامت و مسئولیت‌های حقوقی: ماتریس‌های شغل-مواجهه دقیق، به حل و فصل سریع‌تر و عادلانه‌تر پرونده‌ها منجر می‌شود.	هزینه‌های آموزش و توانمندسازی: آموزش پزشکان، کارشناسان و کارگران
تقویت جایگاه اقتصادی: نیروی کار سالم‌تر و ایمن‌تر، برای سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی جذاب‌تر است.	هزینه‌های حکمرانی داده: تیم‌های حقوقی و اخلاقی، پروتکل‌های امنیتی

نتیجه‌گیری

این مقاله مستخرج از بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (شماره گرنت 43006626) انجام شده است.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند هیچگونه تضاد یا تعارض منافی ندارند.

مشارکت مولفین

تمامی نویسندگان در اجرای طرح تحقیقاتی (شماره گرنت 43006626) مشارکت داشته‌اند. الهه خدیو، سمیه فرهنگ دهقان، ملوک السادات حسینی بهشتی، و فاطمه شیخ شعاعی در ایده‌پردازی و طراحی مطالعه نقش اصلی را ایفا کردند. جمع‌آوری داده‌ها توسط الهه خدیو، پروانه خرازی، و زیبا دانایی انجام شد. تحلیل و تفسیر داده‌ها و تجزیه و تحلیل آماری نیز با مشارکت مسعود محمدی، محمدحسین وزیری، رضوان زنده‌دل، محمدحسین داوری، فاطمه حمیدی، الهه خدیو، سمیه فرهنگ دهقان، و زیبا دانایی صورت گرفت. تهیه پیش‌نویس مقاله بر عهده الهه خدیو، سمیه فرهنگ دهقان، و زیبا دانایی بود و بازبینی نهایی آن توسط سمیه فرهنگ دهقان انجام شد. ملوک السادات حسینی بهشتی و فاطمه شیخ شعاعی نیز حمایت‌های اداری و فنی لازم را فراهم کردند و سمیه فرهنگ دهقان بر تمامی مراحل نظارت داشت.

استفاده از هوش مصنوعی

در تدوین این مقاله، از ابزار هوش مصنوعی Gemini در بخش‌های ویرایش زبانی و نگارشی و همچنین تحلیل محتوای علمی استفاده شده است. استفاده از هوش مصنوعی صرفاً در نقش یک ابزار کمکی و تحت نظارت کامل نویسندگان انجام شده است. تمامی محتوای تخصصی و نتیجه‌گیری‌های مقاله توسط تیم پژوهشی تولید و تأیید نهایی شده است.

پژوهش حاضر، یک مدل مفهومی کارآمد و آینده‌نگر برای مدیریت دانش در حوزه سرطان‌های شغلی در ایران ارائه می‌دهد. با بهره‌گیری از چارچوب هستی‌شناختی، سیاست‌گذاران و متخصصان می‌توانند بر چالش‌های موجود غلبه کرده و تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد دقیق‌تری را در راستای پیشگیری، تشخیص، و درمان سرطان‌های شغلی اتخاذ کنند. این امر در نهایت منجر به بهبود سلامت کارگران، کاهش بار اقتصادی ناشی از بیماری‌ها، و ارتقای کیفیت زندگی در جامعه خواهد شد. هستی‌شناسی، صرفاً یک ابزار فنی نیست؛ بلکه یک سرمایه‌گذاری راهبردی برای حفاظت از ارزشمندترین دارایی یک ملت، یعنی نیروی کار آن است. با پیاده‌سازی این چارچوب، ایران می‌تواند گام‌های بلندی به سوی یک سیستم بهداشت شغلی داده‌محور و مؤثر بردارد و آینده‌ای سالم‌تر و پایدارتر برای نسل‌های آینده تضمین کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است و نویسندگان از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی برای حمایت مالی از این مطالعه قدردانی می‌نمایند.

ملاحظات اخلاقی

تأییدیه اخلاقی این مطالعه از کمیته اخلاق دانشکده بهداشت و مرکز تحقیقات علوم اعصاب دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی با کد IR.SBMU.PHNS.REC.1402.096 اخذ شده است.

References

1. Marant Micallef C, Charvat H, Houot MT, Vignat J, Straif K, Paul A, et al. Estimated number of cancers attributable to occupational exposures in France in 2017: An update using a new method for improved estimates. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology* 2023; 33(1):125-31.
2. Olsson A, Kromhout H. Occupational cancer burden: the contribution of exposure to process-generated substances at the workplace. *Molecular oncology* 2021; 15(3):753-63.
3. Hosseini B, Hall AL, Zendehdel K, Kromhout H, Onyije FM, Moradzadeh R, et al. Occupational exposure to carcinogens and occupational epidemiological cancer studies in Iran: A review. *Cancers* 2021; 13(14):3581. Doi: 10.3390/cancers13143581
4. Silva MC, Eugénio P, Faria D, Pesquita C. Ontologies and knowledge graphs in oncology research. *Cancers* 2022; 14(8):1906. Doi: 10.3390/cancers14081906.
5. Li Z, Liu X, Wang X, Liu P, Shen Y. Transo: A knowledge-driven representation learning method with ontology information constraints. *World Wide Web* 2023; 26(1):297-319.
6. Khadiv E, Hosseini Beheshti M, Sheikhshoei F, Farhang Dehghan S, Danaei Z, Khazaei, P, ... Hamidi, F. Design of occupational cancers ontology. *Journal of Behdasht Dar Arseh (i.E., Health in the Field)* 2025; 13(1): 10–21. Doi: 10.22037/jhf.v13i1.47954