فصلنامه چشم انداز حسابداری و مدیریت
دوره ۸، شماره ۱۰۴، تابستان ۱۴۰۴(جلد دوم)
www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

چشم انداز حسابداری و مدیریت (دوره هشتم)
شماره ۱۰۴ / تابستان ۱۴۰۴ (جلددوم)/ صص ۱۰۶-۱۲۱

کاربرد فناوری های نوین در تقویت فرایندهای نظارت و بازرسی شهری

احمد فتی
کارشناس بازرسی، مدیریت بازرسی، نظارت و ارزیابی عملکرد ستاد، شهرداری کاشان، کاشان، ایران.
99934@kashan.ir

چکیده
این مقاله به بررسی جامع تحول در نظارت و بازرسی شهری از طریق ادغام فناوری‌های نوین می‌پردازد. با تمرکز بر استفاده از ابزارهایی مانند رادار نافذ زمین (GPR)، پهپادها، اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی (AI) و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نشان داده می‌شود که چگونه این فناوری‌ها کارایی، دقت و سرعت فرآیندهای نظارتی را به طور چشمگیری بهبود بخشیده‌اند. این تحول نه تنها به تقویت تاب‌آوری شهری و مدیریت بحران کمک می‌کند، بلکه در حوزه‌هایی مانند نظارت بر زیرساخت‌ها، کنترل ساخت‌وساز غیرقانونی، مدیریت پسماند و ترافیک نیز کاربردهای عملی و مزایای قابل توجهی دارد. علاوه بر این، این فناوری‌ها به کاهش هزینه‌ها و نیروی انسانی، افزایش شفافیت و بهبود تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر داده در مدیریت شهری منجر می‌شوند. در نهایت، مقاله تأکید می‌کند که استفاده از این ابزارهای پیشرفته، برای توسعه پایدار و مدیریت کارآمد شهرهای آینده، حیاتی است.

واژگان کلیدی: نظارت شهری، بازرسی شهری، فناوری‌های نوین.

مقدمه
ادغام فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند رادار نافذ زمین (GPR)، پهپادها و دوربین‌های بازرسی ویدئویی، فرآیندهای نظارت و بازرسی شهری را به طور چشمگیری متحول کرده است. این فناوری‌ها آگاهی از موقعیت را افزایش داده و تصمیم‌گیری را در شرایط اضطراری، به ویژه در سناریوهای مدیریت بحران، بهبود می‌بخشند. با استفاده از داده‌های لحظه‌ای از حسگرهای پیشرفته و تصاویر ماهواره‌ای، شهرها می‌توانند سیستم‌های هشدار اولیه را پیاده‌سازی کنند که آمادگی و توانایی پاسخ به بلایا را تقویت می‌کند. این ادغام نه تنها از زیرساخت‌های شهری محافظت می‌کند، بلکه آسیب‌های احتمالی ناشی از بلایای طبیعی را نیز به حداقل می‌رساند و در نتیجه تاب‌آوری شهری را افزایش می‌دهد. اثربخشی این فناوری‌ها در محیط‌های شهری در مطالعات اخیر به خوبی مستند شده است (سرسل[1] و همکاران، ۲۰۲۵).

پایگاه‌های داده مبتنی بر ابر و خدمات رایانش ابری مدرن، به عنوان ابزارهای ضروری برای تحلیل لحظه‌ای داده‌های محیطی، به ویژه در نظارت بر انتشارات وسایل نقلیه در مناطق شهری، ظهور کرده‌اند. این پلتفرم‌ها با بهره‌گیری از فناوری‌های کلان‌داده، امکان سفارشی‌سازی خروجی‌های داده را فراهم می‌کنند و درک و مدیریت کیفیت هوا را برای

[1] Cercel

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

سیاست‌گذاران آسان‌تر می‌سازند. ترکیب سنجش از راه دور و روش‌های رایانش ابری، رویکردی جامع‌تر برای نظارت محیطی را امکان‌پذیر می‌سازد و به پیچیدگی‌های مدیریت کیفیت هوای شهری می‌پردازد. این پیشرفت فناورانه برای توسعه پایدار شهری و تدوین سیاست‌های مؤثر حیاتی است (راشتون[1] و همکاران، ۲۰۲۵).

کمیسیون اروپا به تامین مالی فناوری‌های مدرنی که آگاهی از موقعیت و آمادگی برای رویدادهای شیمیایی، بیولوژیکی، رادیولوژیکی و هسته‌ای (CBRN) را در مناطق شهری افزایش می‌دهند، اولویت داده است. پروژه CHIMERA نمونه‌ای از این ابتکار است که بر توسعه قابلیت‌های پیشرفته شناسایی و نظارت تمرکز دارد. محققان با تحلیل اسناد راهبردی و پیشنهادهای تامین مالی، حوزه‌های کلیدی را که فناوری می‌تواند ایمنی و امنیت شهری را بهبود بخشد، شناسایی کرده‌اند. این تمرکز بر پیشرفت فناورانه، نشان‌دهنده تعهدی گسترده‌تر به تقویت تاب‌آوری شهری در برابر تهدیدات بالقوه CBRN است (گرومک[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

فناوری پهپاد، به ویژه در مناطقی مانند مالزی، یک دارایی ارزشمند برای نظارت بر توسعه روستایی–شهری است. روش‌های نظارتی سنتی اغلب به دلیل محدودیت‌هایشان ناکارآمد هستند، در حالی که پهپادها راه حلی مدرن ارائه می‌دهند که جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها را بهبود می‌بخشد. کاربرد فناوری پهپاد، امکان نظارت کارآمدتر بر فرآیندهای توسعه زمین را فراهم می‌کند و مقامات محلی و توسعه‌دهندگان را با بینش‌های حیاتی مجهز می‌سازد. علی‌رغم برخی چالش‌ها، پتانسیل پهپادها در نظارت شهری قابل توجه است و نیاز به اکتشاف و پیاده‌سازی بیشتر دارد (یونس[3] و همکاران، ۲۰۲۰).

گسترش سریع وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین (UAVs)، مسیرهای جدیدی را برای نظارت شهری، از جمله مدیریت ترافیک و کاربردهای امنیتی باز کرده است. از آنجایی که پهپادها عمدتاً در فضای هوایی با ارتفاع پایین فعالیت می‌کنند، توسعه مقررات و سیاست‌ها برای تضمین استفاده ایمن و کارآمد از آن‌ها ضروری است. تحقیقات فعلی بر اهمیت ادغام سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) با فناوری پهپاد برای تقویت قابلیت‌های نظارت شهری تأکید می‌کند. این ترکیب نه تنها کارایی عملیاتی را بهبود می‌بخشد، بلکه به نگرانی‌های ایمنی مرتبط با افزایش فعالیت پهپادها در محیط‌های شهری نیز می‌پردازد (ژو[4] و همکاران، ۲۰۲۰).

در متن شهرنشینی و تغییرات اقلیمی، روش‌های مدرن برای نظارت بر پویایی‌های کاربری زمین به طور فزاینده‌ای حیاتی می‌شوند. فناوری‌هایی مانند سنجش از راه دور، سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و مدل‌سازی سه‌بعدی، تحلیل لحظه‌ای تغییرات شهری را امکان‌پذیر می‌سازند. این ابزارها درک تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و محیطی بر جمعیت‌های شهری را تسهیل می‌کنند. علاوه بر این، مشارکت شهروندان از طریق برنامه‌های تلفن همراه و پلتفرم‌های مشاهدات عمومی، جمع‌آوری و اشتراک‌گذاری داده‌ها را تقویت کرده و مشارکت جامعه در فرآیندهای نظارت شهری را ترویج می‌دهد. این رویکرد مشارکتی برای مدیریت مؤثر زمین شهری ضروری است (پیلیچوا [5]و همکاران، ۲۰۲۳).

تعریف نظارت و بازرسی شهری

نظارت و بازرسی شهری، از مؤلفه‌های حیاتی در مدیریت شهری معاصر هستند که بر مشاهده و ارزیابی نظام‌مند محیط‌های شهری تمرکز دارند. این فرآیند شامل گردآوری داده‌های مرتبط با عناصر مختلف شهری، از جمله زیرساخت‌ها، شرایط محیطی و بهداشت عمومی است. اهمیت نظارت شهری در توانایی آن برای اطلاع‌رسانی به

[1] Rushton
[2] Gromek
[3] Yunus
[4] Xu
[5] Pilicheva

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

تصمیم‌گیری‌ها، بهبود برنامه‌ریزی شهری و تضمین پایداری اکوسیستم‌های شهری نهفته است. پیشرفت‌های اخیر در فناوری، به‌ویژه استفاده از پهپادها و سنجش از دور، روش‌های به کار رفته در نظارت شهری را متحول ساخته و امکان جمع‌آوری داده‌های کارآمدتر و دقیق‌تری را فراهم کرده است (لیانگ[1] و همکاران، ۲۰۲۳).

روش‌های نظارت و بازرسی شهری با ادغام فناوری‌های پیشرفته به‌طور چشمگیری تکامل یافته‌اند. وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین (UAVs) به عنوان ابزارهای ارزشمندی برای جمع‌آوری داده‌های شهری پدیدار شده‌اند و تصاویر با وضوح بالا و توانایی دسترسی به مناطق صعب‌العبور را ارائه می‌دهند. این فناوری‌ها کاربردهای مختلفی از جمله بازرسی زیرساخت‌ها، ارزیابی‌های زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی شهری را تسهیل می‌کنند. چندمنظوره بودن وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین آن‌ها را برای مقابله با چالش‌های شهری مانند ترافیک سنگین و آلودگی، به ویژه در مناطق در حال توسعه سریع، ضروری کرده است (کامارولزمن[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

علاوه بر وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین، اینترنت اشیا (IoT) نقش محوری در افزایش قابلیت‌های نظارت شهری ایفا کرده است. حسگرهای مجهز به اینترنت اشیا، داده‌های بلادرنگ در مورد پارامترهای مختلف شهری، مانند کیفیت هوا و آب، الگوهای ترافیک و مصرف انرژی را فراهم می‌کنند. این ادغام امکان درک جامع‌تری از دینامیک شهری را فراهم می‌آورد و از مداخلات به موقع برای کاهش مشکلات احتمالی پشتیبانی می‌کند. ترکیب فناوری‌های اینترنت اشیا با خدمات مبتنی بر مکان، دقت و دسترسی به سامانه‌های نظارت شهری را بیش از پیش بهبود بخشیده است (باندارا[3] و همکاران، ۲۰۲۵).

اهمیت نظارت شهری به پایداری محیطی نیز گسترش می‌یابد، به ویژه در مدیریت منابع طبیعی و کاهش آلودگی. به عنوان مثال، نظارت بر آب‌های زیرزمینی در مناطق شهری به دلیل تهدیدات فزاینده آلودگی ناشی از فعالیت‌های صنعتی و رواناب شهری حیاتی شده است. مطالعات اخیر استفاده از فناوری‌های نظارتی نوآورانه، مانند زیست‌حسگرها و سنجش از دور را برای ارزیابی مؤثر کیفیت آب‌های زیرزمینی برجسته می‌کنند. این پیشرفت‌ها برای توسعه راهبردهای مدیریت پایدار آب شهری بسیار مهم هستند (روبلز[4] و همکاران، ۲۰۲۵).

علاوه بر این، نظارت بر حیات وحش شهری با گسترش شهرها و مواجهه تنوع زیستی با تهدیدات، مورد توجه قرار گرفته است. درک تعاملات بین اکوسیستم‌های شهری و حیات وحش برای ایجاد محیط‌های شهری پایدار ضروری است. تحقیقات اخیر بر نیاز به نظارت مستمر برای هدایت تلاش‌های حفاظتی و اطمینان از اینکه توسعه شهری نیازهای انسان و حیات وحش را در خود جای می‌دهد، تأکید دارد. این رویکرد به طور فزاینده‌ای برای حفظ تعادل بوم‌شناختی در محیط‌های شهری حیاتی شناخته شده است (خاویر[5] و همکاران، ۲۰۲۴).

در نهایت، آینده نظارت و بازرسی شهری به احتمال زیاد با پیشرفت‌های مداوم در یادگیری ماشین و هوش مصنوعی شکل خواهد گرفت. این فناوری‌ها می‌توانند تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها را افزایش داده و به تصمیم‌گیری‌های آگاهانه‌تر در زمینه برنامه‌ریزی و مدیریت شهری منجر شوند. با ادامه رشد و تکامل مناطق شهری، ادغام این فناوری‌های پیشرفته برای مقابله با چالش‌های پیچیده مرتبط با شهرنشینی و تضمین پایداری محیط‌های شهری ضروری خواهد بود (زیبک[6]، ۲۰۲۵).

[1] Liang
[2] Kamarulzaman
[3] Bandara
[4] Robles
[5] Xavier
[6] Zeybek

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

شاخص‌ها و معیارهای عملکرد در بازرسی شهری

بازرسی شهری نقشی حیاتی در حفظ کارکرد و ایمنی محیط‌های شهری ایفا می‌کند. شاخص‌های عملکردی برای ارزیابی اثربخشی فرآیندهای بازرسی شهری ضروری هستند. این شاخص‌ها می‌توانند شامل معیارهایی مرتبط با کارایی بازرسی‌ها، کیفیت زیرساخت‌ها، و سرعت عمل در فعالیت‌های نگهداری باشند. به عنوان مثال، یک مطالعه، یک سیستم ارزیابی عملکرد برای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری پیشنهاد کرد که اهمیت چارچوب‌های ارزیابی نظام‌مند را که می‌توانند با زمینه‌های مختلف شهری تطبیق یابند، برجسته می‌سازد (کوادروس[1] و همکاران، ۲۰۱۰). چنین چارچوب‌هایی می‌توانند به برنامه‌ریزان و مدیران شهری کمک کنند تا بر اساس داده‌های کمی تصمیمات آگاهانه بگیرند.

ادغام شاخص‌های پایداری در فرآیندهای بازرسی شهری به طور فزاینده‌ای به عنوان امری حیاتی شناخته می‌شود. یک چارچوب اخیر برای طراحی مفهومی پل‌های عابر پیاده بر نیاز به ترکیب معیارهای پایداری در کنار شاخص‌های عملکردی سنتی تأکید دارد. این رویکرد نه تنها یکپارچگی سازه‌ای را ارزیابی می‌کند، بلکه تأثیرات زیست‌محیطی را نیز مورد سنجش قرار می‌دهد، و بدین ترتیب دیدگاهی جامع از زیرساخت‌های شهری ارائه می‌دهد (گوتزی[2] و همکاران، ۲۰۲۵). با اولویت‌بندی پایداری، بازرسی‌های شهری می‌توانند به انعطاف‌پذیری و زیست‌پذیری بلندمدت مناطق شهری کمک کنند.

مدیریت دارایی برای زیرساخت‌های سبز–آبی حوزه دیگری است که در آن شاخص‌های عملکردی بسیار مهم هستند. به عنوان مثال، مدیریت سیستم‌های زهکشی شهری برای شامل شدن راه‌حل‌های نوآورانه مانند بام‌های سبز و تأسیسات نفوذ آب باران تکامل یافته است. با این حال، فقدان تکنیک‌های نظارتی مؤثر برای این سیستم‌ها می‌تواند عملکرد و پذیرش آن‌ها را مختل کند (لانگه‌ولد[3] و همکاران، ۲۰۲۲). ایجاد شاخص‌های عملکردی واضح برای این زیرساخت‌ها می‌تواند مدیریت آن‌ها را بهبود بخشیده و تضمین کند که اهداف پایداری شهری را برآورده می‌سازند.

در زمینه نگهداری جاده‌های شهری، قراردادهای مبتنی بر عملکرد به عنوان یک رویکرد امیدوارکننده ظهور کرده‌اند. این قراردادها از شاخص‌های عملکردی مشخصی برای ارزیابی کیفیت و کارایی فعالیت‌های نگهداری جاده استفاده می‌کنند. مطالعه‌ای که در شهر تایپه انجام شد، امکان‌سنجی اجرای قراردادهای مبتنی بر عملکرد را نشان داد که می‌تواند به بهبود نتایج نگهداری و کاهش ناکارآمدی‌ها در مدیریت جاده‌های شهری منجر شود (یانگ[4] و همکاران، ۲۰۲۳). این الگو، اهمیت همراستا کردن شاخص‌های عملکردی با تعهدات قراردادی را برای بهبود نگهداری زیرساخت‌های شهری برجسته می‌سازد.

در نهایت، ارزیابی سیستم‌های زهکشی شهری از طریق شاخص‌های عملکردی برای تصمیم‌گیری مؤثر ضروری است. یک سیستم پشتیبانی تصمیم برای تحلیل جنبه‌های فنی، مدیریتی و اقتصادی سیستم‌های زهکشی شهری، با تمرکز بر تأثیرات زیست‌محیطی به عنوان یک عامل کلیدی در اولویت‌بندی بهبودها، توسعه یافته است (آرتینا[5] و همکاران، ۲۰۰۵). ۲۰۰۵). با استفاده از چنین سیستم‌هایی، مدیران شهری می‌توانند پیامدهای تصمیمات خود را بهتر درک کرده و عملکرد زیرساخت‌های زهکشی شهری را بهینه کنند.

جایگاه فناوری در مدیریت شهری

[1] Quadros
[2] Gozzi
[3] Langeveld
[4] Yang
[5] Artina

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

یکپارچه‌سازی فناوری در مدیریت شهری، به ویژه با ظهور شهرهای هوشمند، در سال‌های اخیر بسیار حیاتی شده است. شهرهای هوشمند از فناوری‌های پیشرفته و تحلیل داده‌ها برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان، افزایش کارایی زیرساخت‌ها و ترویج رشد اقتصادی پایدار بهره می‌برند. این تحول شامل اتصال متقابل حوزه‌های مختلفی مانند حمل‌ونقل، انرژی، سلامت و حاکمیت است که یک محیط شهری هوشمندتر ایجاد می‌کند. با این حال، پیاده‌سازی این فناوری‌ها چالش‌هایی نیز به همراه دارد، از جمله نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی داده‌ها و نیاز به همکاری بین بخش‌های مختلف (گراسیاس[1] و همکاران، ۲۰۲۳).

یکی از مؤلفه‌های کلیدی توسعه شهر هوشمند، استفاده از فناوری‌های اینترنت اشیا و کلان‌داده‌ها است. این فناوری‌ها یکپارچه‌سازی اطلاعات شهری را تسهیل می‌کنند و امکان مدیریت پویا و دقیق منابع شهری را فراهم می‌سازند. به عنوان مثال، سیستم‌های روشنایی هوشمند می‌توانند مصرف انرژی را بهینه کنند، در حالی که سیستم‌های مدیریت پسماند هوشمند می‌توانند کارایی عملیاتی را افزایش دهند. به کارگیری این فناوری‌ها نه تنها به بهبود راحتی زندگی شهری کمک می‌کند، بلکه به پایداری محیط زیست نیز یاری می‌رساند (کای[2]، ۲۰۲۳).

علاوه بر این، نقش «صنعت ۵.۰» در شکل‌دهی به شهرهای هوشمند آینده اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است. این پارادایم صنعتی جدید بر همکاری انسان و ماشین و اتوماسیون هوشمند تأکید دارد که می‌تواند خدمات شهری و فرآیندهای تصمیم‌گیری را بهبود بخشد. با یکپارچه‌سازی فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند یادگیری ماشین و اقدامات امنیت سایبری، شهرها می‌توانند بهتر به چالش‌های ناشی از شهرنشینی سریع پاسخ دهند و یک محیط زندگی پایدارتر و فراگیرتر را تضمین کنند (ادل[3]، ۲۰۲۳). همه‌گیری کووید-۱۹ اهمیت فناوری را در مدیریت شهری بیشتر نمایان کرد. کشورهایی مانند کره جنوبی با موفقیت از فناوری‌های شهر هوشمند برای ردیابی مؤثر تماس‌ها و کنترل همه‌گیری بدون توسل به قرنطینه استفاده کردند. با بهره‌گیری از داده‌های شبکه تلفن همراه و سایر ابزارهای فناورانه، مقامات شهری می‌توانند پاسخ‌های بهداشت عمومی را تقویت کرده و انعطاف‌پذیری کلی شهر را بهبود بخشند (سان[4] و همکاران، ۲۰۲۰).

فناوری دیجیتال همچنین فرآیندهای برنامه‌ریزی شهری را متحول می‌کند. ترکیب دیجیتالی‌سازی و برنامه‌ریزی شهری امکان جمع‌آوری و تحلیل کارآمدتر داده‌ها را فراهم می‌کند که به تصمیم‌گیری بهتر و افزایش مشارکت شهروندان منجر می‌شود. پلتفرم‌های آنلاین و برنامه‌های موبایل به شهروندان اجازه می‌دهند در برنامه‌ریزی شهری مشارکت کنند و رویکردی فراگیرتر و دموکراتیک‌تر را برای توسعه شهری ترویج می‌دهد (ژی[5]، ۲۰۲۴).

در نهایت، چالش‌های پیاده‌سازی فناوری‌های شهر هوشمند را نمی‌توان نادیده گرفت. مسائلی مانند امنیت داده‌ها، دسترسی نابرابر به فناوری و نیاز به یک زیرساخت فنی قوی، موانع حیاتی هستند که باید برطرف شوند. با ادامه تکامل شهرها، توسعه راهبردهای جامع برای تحول دیجیتال برای اطمینان از توزیع عادلانه مزایای فناوری در میان همه شهروندان ضروری خواهد بود (یرشووا[6] و همکاران ، ۲۰۲۰).

مرور فناوری‌های نوین در حوزه نظارت و بازرسی شهری
اینترنت اشیا (IoT) و حسگرهای هوشمند

[1] Gracias
[2] Cai
[3] Adel
[4] Sonn
[5] Xi
[6] Yershova

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

اینترنت اشیا (IoT) نشان‌دهنده یک فناوری تحول‌آفرین است که اشیای روزمره را به اینترنت متصل می‌کند و آن‌ها را قادر می‌سازد تا داده ارسال و دریافت کنند. این اتصال، طیف گسترده‌ای از کاربردها را به‌ویژه در محیط‌های شهری که پایش و مدیریت منابع حیاتی است، تسهیل می‌کند. دستگاه‌های اینترنت اشیا، مانند حسگرهای هوشمند، با جمع‌آوری داده‌های لحظه‌ای در مورد پارامترهای مختلف از جمله کیفیت هوا، شرایط ترافیکی و مصرف انرژی، نقش محوری در این اکوسیستم ایفا می‌کنند. یکپارچه‌سازی اینترنت اشیا در محیط‌های شهری نه تنها کارایی عملیاتی را افزایش می‌دهد، بلکه با ارائه اطلاعات و خدمات به‌موقع و متناسب با نیازهای ساکنین، کیفیت زندگی آن‌ها را نیز بهبود می‌بخشد. برای مثال، سیستم‌های هوشمند مدیریت ترافیک می‌توانند جریان ترافیک را بهینه کرده و ازدحام را کاهش دهند، در حالی که سیستم‌های هوشمند مدیریت پسماند می‌توانند جمع‌آوری و بازیافت به‌موقع مواد زائد را تضمین کنند و از این طریق پایداری در مناطق شهری را ارتقا دهند (محمد[1]، ۲۰۲۲).

علاوه بر این، به‌کارگیری فناوری‌های اینترنت اشیا در شهرها با چالش‌هایی از جمله امنیت داده‌ها، نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی و نیاز به زیرساخت‌های قوی برای پشتیبانی از تعداد بی‌شمار دستگاه‌های متصل همراه است. با تکامل شهرها به سمت شهرهای هوشمند، وابستگی به اینترنت اشیا، توسعه پروتکل‌های ارتباطی ایمن و راهبردهای مدیریت داده برای حفاظت از اطلاعات حساس را ضروری می‌سازد. همچنین، قابلیت همکاری (تعامل‌پذیری) دستگاه‌ها و سیستم‌های مختلف اینترنت اشیا برای یکپارچگی و عملکرد بی‌نقص، بسیار حیاتی است. این امر مستلزم استانداردسازی پروتکل‌های ارتباطی و قالب‌های داده است تا اطمینان حاصل شود که دستگاه‌های تولیدکنندگان مختلف می‌توانند به‌طور مؤثر با یکدیگر کار کنند. آینده پایش و بازرسی شهری به شدت به رسیدگی به این چالش‌ها، ضمن بهره‌گیری از پتانسیل اینترنت اشیا برای ایجاد محیط‌های شهری پاسخگوتر و تاب‌آورتر، وابسته خواهد بود (آرمیا[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

هوش مصنوعی (AI) و یادگیری ماشین در تحلیل داده‌ها

یادگیری ماشین، زیرمجموعه‌ای از هوش مصنوعی، به دلیل توانایی در پردازش حجم عظیمی از داده‌های شهری و استخراج روابط پیچیده میان داده‌ها، به عنوان ابزاری مؤثر در تحلیل و برنامه‌ریزی شهری شناخته شده است. الگوریتمهای یادگیری ماشین مانند شبکه‌های عصبی عمیق و مدلهای درخت تصمیم، کمک میکنند تا توسعه شهری و تغییرات کاربری زمین با دقت بالاتری پیشبینی و تحلیل شوند. این روشها باعث افزایش دقت تصمیمگیری برای توسعه پایدار و مدیریت بهینه فضاهای شهری میشوند. (احمدآبادپور، ۱۴۰۳)

فناوریهای نوین از جمله هوش مصنوعی در بازرسیهای شهری، تحولاتی اساسی ایجاد کردهاند که موجب افزایش دقت، کارایی و ایمنی این فرایندها شده است. ادغام هوش مصنوعی با دیگر فناوریها مانند پهپادها و دوقلوهای دیجیتال، به مدیران شهری امکان میدهد تا بازرسیها و کنترل کیفیت محیط شهری را به صورت هوشمند و بهینه انجام دهند. این فناوریها چالشهای عملیاتی را کاهش و فرصتهای جدیدی برای برنامهریزی استراتژیک فراهم میکنند. (کهوند، ۱۴۰۳)

همچنین، یادگیری ماشین در تحلیل دادههای شهری به کار گرفته میشود تا الگوهای رفتاری، مشکلات ترافیکی و محیط زیستی را شناسایی کند و پیشبینیهای لازم برای بهبود کیفیت زندگی شهروندان انجام شود. الگوریتمهای یادگیری ماشین به مدیران شهری کمک میکنند تصمیمات مبتنی بر داده را اتخاذ کنند که موجب کاهش ترافیک، آلودگی هوا و افزایش پایداری شهر میشود. به این ترتیب، استفاده از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین نقش کلیدی در بهبود عملکرد مدیریت شهری و افزایش کیفیت زندگی شهری دارد. (سلیمانخانی، ۱۴۰۲).

[1] Mohammed
[2] Armya

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

تصویربرداری هوایی با پهپادها

تصویربرداری هوایی با پهپادها به عنوان یک فناوری تحول‌آفرین در نظارت و بازرسی شهری، به‌ویژه از سال ۲۰۲۰ به بعد، ظهور کرده است. پهپادها یا همان وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین (UAV)، تصاویر با وضوح بالایی را ارائه می‌دهند که برای کاربردهای مختلفی از جمله برنامه‌ریزی شهری، مدیریت بحران و پایش محیطی حیاتی هستند. قابلیت ثبت تصاویر هوایی دقیق، امکان ایجاد مدل‌های سه‌بعدی و مدل‌های رقومی زمین را فراهم می‌کند که برای مدیریت مؤثر شهری ضروری است. مطالعات اخیر، یکپارچه‌سازی پهپادها در طرح‌های شهرهای هوشمند را برجسته می‌کنند که پتانسیل آن‌ها را در بهبود جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها برای پروژه‌های توسعه شهری نشان می‌دهد (قباع[1] و همکاران، ۲۰۲۴).

پیشرفت‌های حاصل در فناوری پهپادها، کارایی نظارت کشاورزی را نیز به طور چشمگیری افزایش داده است که می‌توان آن را به محیط‌های شهری نیز گسترش داد. پهپادهای مجهز به حسگرهای پیشرفته، تصویربرداری با وضوح بالا را امکان‌پذیر می‌سازند که به تشخیص زودهنگام مشکلاتی مانند فرسودگی زیرساخت‌ها یا خطرات زیست‌محیطی کمک می‌کند. این قابلیت امکان مداخلات به موقع را فراهم کرده، تخصیص منابع را بهینه می‌سازد و تاب‌آوری کلی شهر را بهبود می‌بخشد. یکپارچه‌سازی فناوری پهپاد در سامانه‌های کشاورزی و نظارت شهری، تطبیق‌پذیری و اثربخشی آن را در مواجهه با چالش‌های شهری به نمایش می‌گذارد (انوشی[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

سامانه‌های GIS و نقشه‌های هوشمند شهری

سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان ابزارهای محوری در نظارت و بازرسی شهری، به ویژه در بستر توسعه شهرهای هوشمند، ظهور کرده‌اند. پیشرفت‌های اخیر در فناوری GIS به طور قابل توجهی مدیریت شهری را از طریق ارائه قابلیت‌های جامع تجزیه و تحلیل و بصری‌سازی داده‌ها ارتقاء داده است. به عنوان مثال، GIS یکپارچه‌سازی منابع داده‌های مختلف را تسهیل می‌کند و به برنامه‌ریزان شهری این امکان را می‌دهد تا اثرات زیست‌محیطی را ارزیابی کنند، تخصیص منابع را بهینه سازند و خدمات عمومی را بهبود بخشند. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، مانند لندست و سنتینل، در نظارت بر پدیده‌های شهری مانند آب‌گرفتگی مؤثر واقع شده و از این طریق به مدیریت ریسک و استراتژی‌های تاب‌آوری شهری کمک می‌کند. انتظار می‌رود این یکپارچه‌سازی GIS با فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، فرآیندهای برنامه‌ریزی شهری را بیشتر اصلاح کرده و چارچوب‌های تصمیم‌گیری را بهبود بخشد (مخامجانوا[3]، ۲۰۲۵).

نقش GIS در تقویت تاب‌آوری شهری توسط کاربرد آن در مدیریت محیطی و واکنش به بلایای طبیعی برجسته می‌شود. همانطور که شهرها با چالش‌های فزاینده ناشی از تغییرات اقلیمی و شهرنشینی سریع روبرو هستند، GIS ابزارهای ضروری برای نظارت در لحظه و تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده را فراهم می‌کند. با استفاده از دستگاه‌های اینترنت اشیاء و تحلیل داده‌ها، مقامات شهری می‌توانند ظرفیت انطباقی و استراتژی‌های بازیابی خود را در مواجهه با شوک‌های زیست‌محیطی افزایش دهند. یک چارچوب مفهومی که یکپارچه‌سازی فناوری را با عملکردهای تاب‌آوری شهری مرتبط می‌کند، پیشنهاد شده است که اهمیت پشته‌های فناوری چند لایه را در دستیابی به توسعه شهری پایدار برجسته می‌سازد.

[1] Qubaa
[2] Anushi
[3] Mukhamejanova

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

این چارچوب به عنوان راهنمایی برای مدیران و برنامه‌ریزان شهری عمل می‌کند تا راه‌حل‌های فناورانه را با اهداف تاب‌آوری همسو سازند (ناگرگوج[1]، ۲۰۲۵).

کاربردهای عملی فناوری‌های نوین در بازرسی شهری

نظارت بر زیرساخت

فناوری‌های نوین به طور چشمگیری نظارت بر زیرساخت‌های شهری، از جمله جاده‌ها، پل‌ها، و ساختمان‌ها را متحول کرده‌اند. بهره‌گیری از رباتیک و اتوماسیون در فرآیندهای بازرسی، کارایی و دقت را افزایش داده است. به عنوان مثال، یک بررسی نظام‌مند، استفاده از هواپیماهای بدون سرنشین (پهپاد) را به عنوان روشی رایج برای بازرسی زیرساخت‌ها برجسته کرده است که امکان بررسی‌های نگهداری و بازرسی‌های ایمنی را بدون نیاز به دخالت انسانی تهاجمی فراهم می‌کند. این رویکرد نه تنها خطرات مرتبط با بازرسی‌های دستی را کاهش می‌دهد، بلکه هزینه‌ها و تأخیرهای زمانی را نیز به حداقل می‌رساند، که آن را به یک دارایی ارزشمند در مدیریت شهری تبدیل کرده است (هالدر[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

علاوه بر این، سیستم‌های نظارتی پیشرفته‌ای که از فناوری‌های سنجش از دور و زمینی استفاده می‌کنند، برای ارزیابی یکپارچگی سازه‌ای زیرساخت‌های حیاتی مانند پل‌ها در حال توسعه هستند. این سیستم‌ها از تکنیک‌های رادار ماهواره‌ای، مانند تداخل‌سنجی رادار ماهواره‌ای چندزمانی (MT-InSAR)، برای نظارت بر پدیده‌های تغییر شکل با دقت بالا بهره می‌برند. این روش نوآورانه به نهادهای عمومی امکان می‌دهد اقدامات نگهداری را بر اساس داده‌های لحظه‌ای اولویت‌بندی کنند و در نتیجه ایمنی و طول عمر زیرساخت‌های شهری را افزایش دهند (کوینچی[3] و همکاران، ۲۰۲۲).

کنترل ساخت و ساز غیرقانونی

شهرنشینی سریع منجر به افزایش فعالیت‌های ساخت و ساز غیرقانونی شده و نیاز به استفاده از فناوری‌های نوین برای نظارت و کنترل مؤثر را ضروری ساخته است. فناوری‌های سنجش از دور، به ویژه تصاویر ماهواره‌ای، به عنوان ابزارهای قدرتمندی برای شناسایی ساخت و سازهای غیرمجاز ظاهر شده‌اند. یک مطالعه، اثربخشی سنجش از دور ماهواره‌ای را در شناسایی تجاوز به حریم در مناطق مستعد سیل نشان داد و یک پایگاه داده جامع برای برنامه‌ریزان شهری و نهادهای مجری قانون فراهم کرد. این روش امکان مداخلات به موقع را فراهم می‌کند و به حفظ یکپارچگی محیط‌های شهری کمک می‌نماید (الدو[4] و همکاران، ۲۰۲۴).

علاوه بر این، ادغام هوش مصنوعی با داده‌های سنجش از دور در خودکارسازی شناسایی ساخت و سازهای غیرقانونی نویدبخش بوده است. با استفاده از الگوریتم‌هایی که تغییرات در مناظر شهری را در طول زمان تحلیل می‌کنند، مسئولین می‌توانند به طور مؤثر تخلفات را شناسایی و به آن‌ها رسیدگی کنند. این رویکرد نه تنها فرآیند نظارت را ساده می‌کند، بلکه دقت شناسایی سازه‌های غیرقانونی را نیز افزایش می‌دهد و بدین ترتیب از توسعه پایدار شهری حمایت می‌نماید (لی و همکاران، ۲۰۲۰).

مدیریت پسماند و سلامت محیط زیست

[1] Nagargoje
[2] Halder
[3] Quinci
[4] Eldo

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

فناوری‌های نوین نقش مهمی در ارتقاء سیستم‌های مدیریت پسماند و ترویج سلامت محیط زیست در مناطق شهری ایفا می‌کنند. نشان داده شده است که استفاده از فناوری‌های هوشمند، مانند کدهای QR، مدیریت پسماندهای خانگی را با تسهیل گزارش‌دهی و نظارت لحظه‌ای بر تولید پسماند بهبود می‌بخشد. این سیستم به ساکنان این امکان را می‌دهد که به طور فعال در مدیریت پسماند شرکت کنند، در حالی که مسئولین محلی می‌توانند داده‌ها را برای بهینه‌سازی مسیرها و زمان‌بندی‌های جمع‌آوری تحلیل کنند، که منجر به فرآیند مدیریت پسماند کارآمدتری می‌شود (آچمد[1] و همکاران، ۲۰۲۵).

علاوه بر این، استفاده از فناوری‌های حسگر پیشرفته برای نظارت بر محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان مثال، از طیف‌سنجی مادون قرمز برای تشخیص تغییرات در مولکول‌های زیستی در ارگانیسم‌های نگهبان استفاده شده است که بینش‌هایی در مورد اثرات مواجهه محیطی فراهم می‌کند. این قابلیت نظارت لحظه‌ای امکان مداخلات به موقع برای کاهش خطرات بهداشتی مرتبط با آلودگی شهری را فراهم کرده و بدین ترتیب کیفیت کلی زندگی در محیط‌های شهری را افزایش می‌دهد (اوبیناجو[2] و همکاران ، ۲۰۱۴).

نظارت بر ایمنی و پیشگیری از حوادث

ادغام فناوری‌های نوین در نظارت بر ایمنی، استراتژی‌های پیشگیری از حوادث شهری را متحول کرده است. سیستم‌های پیشرفته‌ای که از پهپادها و دوربین‌های بازرسی ویدیویی استفاده می‌کنند، برای افزایش آگاهی موقعیتی در هنگام شرایط اضطراری پیاده‌سازی شده‌اند. این فناوری‌ها با ارائه داده‌های لحظه‌ای درباره شرایط محیطی و خطرات بالقوه، تصمیم‌گیری کارآمد را تسهیل کرده و ایمنی تیم‌های واکنش اضطراری را بهبود می‌بخشند (سرسل و همکاران، ۲۰۲۵).

علاوه بر این، توسعه زیرساخت‌های هوشمند مجهز به سیستم‌های تشخیص خودکار می‌تواند به طور پیش‌فعال خطرات را کاهش دهد. به عنوان مثال، تحلیل داده‌ها با هوش مصنوعی می‌تواند خطرات بالقوه را پیش‌بینی کند، که امکان اقدامات پیشگیرانه به موقع مانند تقویت‌های سازه‌ای و هشدارهای تخلیه را فراهم می‌آورد. این رویکرد پیش‌فعال نه تنها ایمنی شهری را افزایش می‌دهد، بلکه زیان‌های اقتصادی مرتبط با حوادث و بلایای طبیعی را نیز کاهش می‌دهد (سرسل و همکاران، ۲۰۲۵).

نظارت بر ترافیک و حمل و نقل عمومی

فناوری‌های نوین سیستم‌های نظارت بر ترافیک و حمل و نقل عمومی را در مناطق شهری به طور چشمگیری بهبود بخشیده‌اند. استفاده از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS) امکان ردیابی لحظه‌ای وسایل نقلیه حمل و نقل عمومی را فراهم کرده و کارایی ارائه خدمات را افزایش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهند که فناوری تلفن همراه منجر به افزایش بهره‌وری برای بازرسان پروژه شده و امکان جمع‌آوری و به اشتراک‌گذاری بهتر داده‌ها را فراهم می‌کند که در نهایت عملکرد کلی سیستم‌های حمل و نقل عمومی را بهبود می‌بخشد (یامائورا[3] و همکاران، ۲۰۱۸).

علاوه بر این، استفاده از پهپادها در نظارت بر ترافیک شهری پتانسیل زیادی را نشان داده است. پهپادها می‌توانند بازرسی‌ها را انجام داده و شرایط ترافیکی را بدون نیاز به حضور تهاجمی انسان نظارت کنند، که خطرات و هزینه‌ها را

[1] Achmad
[2] Obinaju
[3] Yamaura

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

کاهش می‌دهد. این فناوری نه تنها ایمنی شبکه‌های حمل و نقل را افزایش می‌دهد، بلکه داده‌های ارزشمندی را برای برنامه‌ریزان شهری فراهم می‌کند تا جریان ترافیک را بهینه کرده و ازدحام را کاهش دهند (وو[1] و همکاران، ۲۰۲۴).

مزایای استفاده از فناوری‌های نوین در بازرسی شهری

دقت و سرعت بهبودیافته در بازرسی‌های شهری

استفاده از فناوری‌های نوین در بازرسی‌های شهری به طور چشمگیری دقت و سرعت را افزایش می‌دهد. ابزارهای پیشرفته‌ای مانند پهپادها و هوش مصنوعی امکان جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها را به صورت لحظه‌ای فراهم می‌آورند که منجر به ارزیابی‌های دقیق‌تری از زیرساخت‌های شهری می‌شود. به عنوان مثال، استفاده از وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین (پهپاد) امکان بازرسی جامع از مناطق صعب‌العبور را فراهم می‌آورد و تصاویر با وضوح بالایی ارائه می‌دهد که می‌تواند مشکلات ساختاری را که ممکن است در بازرسی‌های دستی نادیده گرفته شوند، شناسایی کند. این توانایی نه تنها دقت بازرسی‌ها را بهبود می‌بخشد، بلکه کل فرآیند را تسریع می‌بخشد و امکان واکنش سریع‌تر به خطرات احتمالی را فراهم می‌کند (وو[2] و همکاران، ۲۰۲۴).

علاوه بر این، به‌کارگیری الگوریتم‌های یادگیری عمیق در سیستم‌های بازرسی شهری بهبودهای قابل توجهی در کارایی نشان داده است. این سیستم‌ها می‌توانند مشکلات محیطی شهری را به صورت خودکار شناسایی و طبقه‌بندی کنند، که وابستگی به قضاوت انسانی را که اغلب مستعد خطا است، کاهش می‌دهد. به عنوان مثال، یک مطالعه اخیر نشان داد که یک سیستم حسگر هوشمند می‌تواند نرخ شناسایی مشکلات شهری را در مقایسه با روش‌های سنتی ۱۳۳ درصد افزایش دهد. این امر نه تنها سرعت بازرسی‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه سطح بالاتری از دقت در شناسایی مشکلات را نیز تضمین می‌کند (شیانگ[3] و همکاران، ۲۰۲۵).

کاهش هزینه‌ها و نیروی انسانی در بازرسی‌های شهری

فناوری‌های نوین در بازرسی‌های شهری همچنین به کاهش قابل توجه هزینه‌ها و نیاز به نیروی انسانی کمک می‌کنند. خودکارسازی فرآیندهای بازرسی از طریق رباتیک و هوش مصنوعی، نیاز به نیروی کار گسترده انسانی را که می‌تواند هم پرهزینه و هم خطرناک باشد، به حداقل می‌رساند. به عنوان مثال، سیستم‌های بازرسی رباتیک می‌توانند در محیط‌های خطرناک بدون به خطر انداختن بازرسان انسانی فعالیت کنند و بدین ترتیب هزینه‌های نیروی کار را کاهش داده و ایمنی را افزایش دهند (کریشنان[4] و همکاران، ۲۰۲۴).

علاوه بر این، استفاده از پهپاد برای بازرسی به عنوان یک جایگزین مقرون به صرفه برای روش‌های سنتی ثابت شده است. پهپادها می‌توانند مناطق وسیع را به سرعت و به طور کارآمد پوشش دهند و زمان و منابع مورد نیاز برای بازرسی‌های دستی را کاهش دهند. این کارایی به کاهش هزینه‌های عملیاتی برای ادارات مدیریت شهری منجر می‌شود و به آنها اجازه می‌دهد تا منابع را به طور مؤثرتری در پروژه‌های مختلف تخصیص دهند (وو و همکاران، ۲۰۲۴).

علاوه بر این، ادغام دستگاه‌های اینترنت اشیا و رایانش ابری در بازرسی‌های شهری، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها را تسهیل کرده و هزینه‌ها را بیشتر کاهش می‌دهد. با استفاده از این فناوری‌ها، شهرها می‌توانند فرآیندهای بازرسی خود را بهینه کنند، تعداد بازرسی‌های دستی را کاهش دهند و برنامه‌های نگهداری را بر اساس داده‌های لحظه‌ای بهینه‌سازی کنند. این

[1] Wu
[2] Wu
[3] Xiang
[4] Krishnan

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

رویکرد پیشگیرانه نه تنها در هزینه‌ها صرفه‌جویی می‌کند، بلکه طول عمر زیرساخت‌های شهری را نیز افزایش می‌دهد (حسن[1] و همکاران، ۲۰۲۳).

افزایش شفافیت و کاهش فساد

پذیرش فناوری‌های نوین در بازرسی‌های شهری، شفافیت را به طور قابل توجهی افزایش داده و فرصت‌های فساد را کاهش می‌دهد. ابتکارات دولت الکترونیک که ابزارهای دیجیتال را در خود جای داده‌اند، امکان نظارت و گزارش‌دهی بهتر از فعالیت‌های بازرسی را فراهم می‌کنند و وقوع اقدامات فسادآمیز را دشوارتر می‌سازند. به عنوان مثال، استفاده از فناوری بلاک‌چین در فرآیندهای بازرسی می‌تواند اطمینان حاصل کند که داده‌ها تغییرناپذیر و قابل ردیابی هستند، و بدین ترتیب پاسخگویی در میان مقامات دولتی افزایش می‌یابد (پینچیرا[2] و همکاران، ۲۰۲۲).

بهبود تصمیم‌گیری در مدیریت شهری

فناوری‌های نوین با ارائه داده‌های لحظه‌ای و تحلیل‌های پیش‌بینی‌کننده، فرآیندهای تصمیم‌گیری در مدیریت شهری را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشند. ادغام هوش مصنوعی و یادگیری ماشین به برنامه‌ریزان شهری اجازه می‌دهد تا حجم عظیمی از داده‌ها را به سرعت تحلیل کنند و روندها و مشکلات احتمالی را قبل از تشدید شدن شناسایی کنند. این توانایی تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر و به موقع در مورد توسعه شهری و نگهداری زیرساخت‌ها را امکان‌پذیر می‌سازد (سامرات[3] و همکاران، ۲۰۲۴).

علاوه بر این، استفاده از نمونه‌های دیجیتال (دیجیتال توئین) و دستگاه‌های اینترنت اشیا در محیط‌های شهری، نظارت جامع بر سیستم‌های شهری را تسهیل می‌کند. با ایجاد نسخه‌های مجازی از زیرساخت‌های شهری، مدیران شهر می‌توانند سناریوهای مختلف را شبیه‌سازی کرده و تأثیرات احتمالی تصمیمات مختلف را ارزیابی کنند. این رویکرد پیشگیرانه به مدیریت شهری نه تنها کارایی را بهبود می‌بخشد، بلکه پایداری تلاش‌های توسعه شهری را نیز افزایش می‌دهد (کامپو[4] و همکاران، ۲۰۲۴).

نتیجه گیری

پژوهش حاضر به وضوح نشان می‌دهد که ادغام فناوری‌های نوین، نظارت و بازرسی شهری را به یک فرآیند هوشمند، کارآمد و پیشگیرانه تبدیل کرده است. در گذشته، این فرآیندها عمدتاً دستی و پرهزینه بودند و با محدودیت‌هایی در دقت و سرعت مواجه بودند. اما اکنون، با بهره‌گیری از ابزارهای پیشرفته‌ای مانند پهپادها، اینترنت اشیا (IoT)، هوش مصنوعی (AI) و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، شهرها می‌توانند به طور بی‌سابقه‌ای بر محیط خود نظارت داشته باشند. این فناوری‌ها با ارائه داده‌های لحظه‌ای و دقیق، مدیران شهری را قادر می‌سازند تا تصمیمات آگاهانه‌تری اتخاذ کنند. به عنوان مثال، تصاویر هوایی با وضوح بالا که توسط پهپادها جمع‌آوری می‌شوند، امکان بازرسی دقیق زیرساخت‌ها، از جمله پل‌ها و جاده‌ها را فراهم می‌کنند و مشکلات بالقوه را قبل از تبدیل شدن به بحران شناسایی می‌کنند. همچنین، حسگرهای IoT داده‌های ارزشمندی در مورد کیفیت هوا، الگوهای ترافیک و مدیریت پسماند ارائه می‌دهند که به

[1] Hasan
[2] Pincheira
[3] Samrat
[4] del Campo

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

بهینه‌سازی خدمات شهری کمک می‌کند. این تحول، در مجموع، به تقویت تاب‌آوری شهری در برابر بلایای طبیعی و تهدیدات احتمالی منجر شده است.

علاوه بر این، استفاده از فناوری‌های نوین مزایای اقتصادی و عملیاتی قابل توجهی به همراه دارد. خودکارسازی فرآیندهای بازرسی با استفاده از هوش مصنوعی و رباتیک، نیاز به نیروی انسانی گسترده را کاهش داده و خطرات ناشی از بازرسی‌های دستی در محیط‌های خطرناک را به حداقل می‌رساند. این امر نه تنها به کاهش هزینه‌های عملیاتی منجر می‌شود، بلکه سرعت انجام بازرسی‌ها را نیز افزایش می‌دهد. برای مثال، یک پهپاد می‌تواند در عرض چند ساعت منطقه‌ای را بازرسی کند که بازرسان انسانی برای پوشش آن به چندین روز زمان نیاز دارند. این کارایی در تخصیص منابع، به ویژه در شرایط اضطراری یا هنگام مدیریت پروژه‌های بزرگ زیرساختی، حیاتی است. همچنین، ادغام فناوری‌های دیجیتال در فرآیندهای بازرسی، شفافیت را افزایش می‌دهد و با ثبت و ردیابی دقیق داده‌ها، فرصت‌های فساد را کاهش می‌دهد، که در نهایت به بهبود اعتماد عمومی به نهادهای دولتی کمک می‌کند.

یکی دیگر از ابعاد حیاتی این تحول، تأثیر آن بر برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار شهری است. فناوری‌های نوین، به ویژه سامانه‌های GIS، امکان تحلیل جامع تأثیرات زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی توسعه شهری را فراهم می‌کنند. این ابزارها به برنامه‌ریزان اجازه می‌دهند تا الگوهای تغییر کاربری زمین را شناسایی کرده و استراتژی‌هایی برای توسعه پایدار، مانند بهینه‌سازی مصرف انرژی و مدیریت منابع آب، تدوین کنند. علاوه بر این، مشارکت شهروندان از طریق پلتفرم‌های دیجیتال و برنامه‌های موبایل، به جمع‌آوری داده‌های شهری کمک کرده و حس مالکیت مشترک را در جامعه تقویت می‌کند. این رویکرد مشارکتی، مدیریت شهری را دموکراتیک‌تر و پاسخگوتر می‌سازد. در نهایت، با توجه به چالش‌های فزاینده‌ای مانند تغییرات اقلیمی و شهرنشینی سریع، این فناوری‌ها به ابزاری ضروری برای ساختن شهرهایی انعطاف‌پذیر و زیست‌پذیر تبدیل شده‌اند.

با این حال، برای بهره‌گیری کامل از پتانسیل این فناوری‌ها، باید به چالش‌های پیش رو نیز توجه کرد. مسائل مربوط به امنیت داده‌ها و حریم خصوصی، نیازمند تدوین چارچوب‌های سیاستی دقیق و اجرای پروتکل‌های امنیتی قوی است. همچنین، برای اطمینان از دسترسی عادلانه به مزایای فناوری، باید شکاف دیجیتالی در جامعه را برطرف کرد. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه مهارت‌های نیروی کار شهری برای استفاده مؤثر از این ابزارها ضروری است. در مجموع، آینده مدیریت شهری به طور جدایی‌ناپذیری با نوآوری‌های فناورانه گره خورده است و پذیرش مسئولانه و هوشمندانه این فناوری‌ها، نه تنها به حل مشکلات فعلی کمک می‌کند، بلکه راه را برای ایجاد شهرهایی هوشمندتر و پایدارتر برای نسل‌های آینده هموار می‌سازد.

پیشنهادات

بر اساس یافته‌های این مقاله، برای پیشبرد مؤثر نظارت و بازرسی شهری، پیشنهادات زیر ارائه می‌شود:

استانداردسازی و قابلیت همکاری:

توسعه و پیاده‌سازی استانداردهای مشترک برای پروتکل‌های ارتباطی و فرمت‌های داده، به منظور تسهیل یکپارچگی بی‌نقص بین دستگاه‌های مختلف اینترنت اشیا، حسگرها و پلتفرم‌های نرم‌افزاری. این کار امکان ایجاد یک سیستم نظارتی یکپارچه و کارآمد را فراهم می‌کند.

سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه مهارت:

www.jamv.ir
ISSN: 2645-4572

ارائه برنامه‌های آموزشی برای متخصصان شهری و کارشناسان بازرسی، به منظور آشنایی با فناوری‌های نوین. این اقدام تضمین می‌کند که نیروی کار شهری مهارت‌های لازم برای استفاده مؤثر از پهپادها، نرم‌افزارهای GIS و ابزارهای تحلیل داده مبتنی بر هوش مصنوعی را کسب کنند.

تدوین چارچوب‌های سیاستی برای استفاده اخلاقی و ایمن:

ایجاد مقررات و سیاست‌های واضح در زمینه استفاده از فناوری‌هایی مانند پهپادها و هوش مصنوعی، با تمرکز بر امنیت داده‌ها، حریم خصوصی شهروندان و مسئولیت‌پذیری. این رویکرد به ایجاد اعتماد عمومی کمک کرده و از استفاده نادرست از فناوری جلوگیری می‌کند.

توسعه پایگاه داده‌های مبتنی بر ابر:

سرمایه‌گذاری در پلتفرم‌های رایانش ابری امن و مقیاس‌پذیر برای ذخیره‌سازی، پردازش و تحلیل کلان‌داده‌های شهری. این پایگاه‌های داده می‌توانند به عنوان یک منبع مرکزی برای تصمیم‌گیری مبتنی بر داده عمل کرده و همکاری بین بخش‌های مختلف دولتی را تقویت کنند.

تشویق به مشارکت شهروندان:

ایجاد پلتفرم‌ها و اپلیکیشن‌های موبایلی که به شهروندان امکان گزارش مشکلات شهری را بدهند. این رویکرد مشارکتی (Crowdsourcing)می‌تواند به جمع‌آوری حجم عظیمی از داده‌ها کمک کرده و حس مالکیت مشترک و همکاری در مدیریت شهری را تقویت کند.

پژوهش و توسعه در زمینه دوقلوهای دیجیتال:

حمایت از پروژه‌هایی که بر ایجاد «دوقلوهای دیجیتال» از زیرساخت‌های شهری تمرکز دارند. این مدل‌های مجازی امکان شبیه‌سازی سناریوهای مختلف و ارزیابی تأثیر سیاست‌های پیشنهادی را قبل از اجرای آن‌ها فراهم می‌کنند، که به بهینه‌سازی تصمیم‌گیری‌ها کمک می‌کند.

منابع

- ✓ احمدآبادپور، زهرا، (۱۴۰۳)، کاربرد هوش مصنوعی در برنامهریزی شهری: رویکردی مبتنی بر یادگیری ماشین برای پیشبینی توسعه شهری، یازدهمین کنفرانس بین المللی ایده های راهبردی در معماری، عمران و شهرسازی ایران، مشهد.
- ✓ سلیمانخانی، علیرضا، رحیم پور، وحید، (۱۴۰۲)، به کارگیری الگوریتم یادگیری ماشین در ارتقاء نقش مدیریت شهری در کلان شهرها، چهارمین کنفرانس ملی شهرسازی و معماری دانش بنیان.
- ✓ کهوند، عباس، (۱۴۰۳)، نقش فناوری های نوظهور در بازرسی های شهری: تحول در مدیریت شهری، بیست و ششمین کنفرانس ملی شهرسازی، معماری، عمران و محیط زیست، شیروان.
- ✓ Achmad, F. Y. N., Hasiri, E. M., Melati, M., & Achmad, M. G. N. (2025). Application of qr Code technology in household waste management education in baubau city. MAJU : Indonesian Journal of Community Empowerment, 2(4), 495–510. doi:10.62335/maju.v2i4.1336
- ✓ Adel, A. (2023). Unlocking the future: Fostering human–machine collaboration and driving intelligent automation through Industry 5.0 in smart cities. Smart Cities, 6(5), 2742–2782. doi:10.3390/smartcities6050124
- ✓ Anushi, Jain, S., Bhujel, S., Shrivastava, U., Rishabh, Mohapatra, A., … Mishra, G. (2023). Advancements in drone technology for fruit crop management: A comprehensive

review. International Journal of Environment and Climate Change, 13(11), 4367–4378. doi:10.9734/ijecc/2023/v13i113617

- ✓ Armya, R. E. A., Abdulrahman, L. M., Abdulkareem, N. M., & Salih, A. A. (2023). Web-based efficiency of distributed systems and IoT on functionality of smart city applications. Journal of Smart Internet of Things, 2023(2), 142–161. doi:10.2478/jsiot-2023-0017
- ✓ Artina, S., Becciu, G., Maglionico, M., Paoletti, A., & Sanfilippo, U. (2005). Performance indicators for the efficiency analysis of urban drainage systems. Water Science and Technology: A Journal of the International Association on Water Pollution Research, 51(2), 109–118. doi:10.2166/wst.2005.0038
- ✓ Bandara, R. M. P. N. S., Jayasignhe, A. B., & Retscher, G. (2025). The integration of IoT (Internet of Things) sensors and location-Based Services for water quality monitoring: A systematic literature review. Sensors (Basel, Switzerland), 25(6). doi:10.3390/s25061918
- ✓ Cai, W. (2023). Analysis of application scenarios of cloud computing and Internet of Things technology in smart cities. Frontiers in Computing and Intelligent Systems, 6(1), 95–98. doi:10.54097/fcis.v6i1.17
- ✓ Can mobile-enabled payment methods reduce petty corruption in urban water provision ? (2014). Retrieved from https://www.semanticscholar.org/paper/67cf1bf992ed0917122a533cf9574de0b5efa455
- ✓ Cercel, P., Giurma-Handley, C. R., Postavaru, A., & Giurma, I. (2025). PRESERVING URBAN INFRASTRUCTURE: ASSESSMENT OF NATURAL DISASTERS USING MODERN TECHNOLOGIES. International Journal of Conservation Science, 16(2), 1213-1222. https://doi.org/10.36868/ijcs.2025.02.29
- ✓ del Campo, G., Saavedra, E., Piovano, L., Luque, F., & Santamaria, A. (2024). Virtual Reality and Internet of Things based digital twin for smart city cross-domain interoperability. Applied Sciences (Basel, Switzerland), 14(7), 2747. doi:10.3390/app14072747
- ✓ Eldo, J., & Ntantis, E. L. (2024). Satellite mapping and demarcation analysis for coastal regulation zones assessment. Environmental Research Communications, 6(7), 075023. doi:10.1088/2515-7620/ad58ad
- ✓ Gozzi, V., & Guante Henriquez, L. (2025). Integrating sustainability indicators in conceptual design of footbridges: A decision-support framework for environmental, economic, and structural performance. Sustainability, 17(10), 4562. doi:10.3390/su17104562
- ✓ Gracias, J. S., Parnell, G. S., Specking, E., Pohl, E. A., & Buchanan, R. (2023). Smart cities—A structured literature review. Smart Cities, 6(4), 1719–1743. doi:10.3390/smartcities6040080
- ✓ Gromek, P., & Szklarski, Ł. (2023). Modern technologies in enhancing situational awareness and preparedness for CBRN events in urban areas. Perspective of European Commission call in 2022. Journal of Modern Science, 53(4), 362–390. doi:10.13166/jms/176678
- ✓ Halder, S., & Afsari, K. (2023). Robots in inspection and monitoring of buildings and infrastructure: A systematic review. Applied Sciences (Basel, Switzerland), 13(4), 2304. doi:10.3390/app13042304
- ✓ Hasan, M. Z., Hussain, M. Z., Mughees, A., Javaid, M. A., Noor, M., Nosheen, S., … Mustafa, M. (2023, October 29). Urban data management using cloud computing and IoT. 2023 Computer Applications & Technological Solutions (CATS). Presented at the 2023 Computer Applications & Technological Solutions (CATS), Mubarak Al-Abdullah, Kuwait. doi:10.1109/cats58046.2023.10424216
- ✓ Krishnan, B., Ali, A., Al Harbi, M., & Natarajan, E. (2024, November 26). Advancing aboveground storage tank integrity: Exploring and implementing online robotic inspection.

SPE Caspian Technical Conference and Exhibition. Presented at the SPE Caspian Technical Conference and Exhibition, Atyrau, Kazakhstan. doi:10.2118/223425-ms

- ✓ Langeveld, J. G., Cherqui, F., Tscheikner-Gratl, F., Muthanna, T. M., Juarez, M. F.-D., Leitão, J. P., … Rulleau, B. (2022). Asset management for blue-green infrastructures: a scoping review. Blue-Green Systems, 4(2), 272–290. doi:10.2166/bgs.2022.019
- ✓ Li, B. S., & Liu, C. N. (2020). Research on intelligent recognition of violation based on big data of urban construction. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLII-3/W10, 721–724. doi:10.5194/isprs-archives-xlii-3-w10-721-2020
- ✓ Liang, H., Lee, S.-C., Bae, W., Kim, J., & Seo, S. (2023). Towards UAVs in construction: Advancements, challenges, and future directions for monitoring and inspection. Drones, 7(3), 202. doi:10.3390/drones7030202
- ✓ Mohammed, Y. A. (2022). Internet of things based wireless sensor network: a review. Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science, 27(1), 246. doi:10.11591/ijeecs.v27.i1.pp246-261
- ✓ Muhmad Kamarulzaman, A. M., Wan Mohd Jaafar, W. S., Mohd Said, M. N., Saad, S. N. M., & Mohan, M. (2023). UAV implementations in urban planning and related sectors of rapidly developing nations: A review and future perspectives for Malaysia. Remote Sensing, 15(11), 2845. doi:10.3390/rs15112845
- ✓ Mukhamejanova (2025). REVIEW OF MODERN GIS-TECHNOLOGIES FOR WATERLOGGING RISK MANAGEMENT, DEVELOPMENT PROSPECTS. Bulletin of Kazakh Leading Academy of Architecture and Construction. https://doi.org/10.51488/1680-080x/2025.1-10
- ✓ Nagargoje, S. V. (2025). Leveraging technology for resilient urban futures: A framework for smart environmental management. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 13(5), 3837–3840. doi:10.22214/ijraset.2025.71048
- ✓ Obinaju, B. E., Alaoma, A., & Martin, F. L. (2014). Novel sensor technologies towards environmental health monitoring in urban environments: a case study in the Niger Delta (Nigeria). Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987), 192, 222–231. doi:10.1016/j.envpol.2014.02.004
- ✓ Pilicheva, M., Kondrashchenko, O., & Shterndok, E. (2023). Modern methods of urban environment land use monitoring. Комунальне Господарство Міст, 4(178), 125–129. doi:10.33042/2522-1809-2023-4-178-125-129
- ✓ Pincheira, M., Antonini, M., & Vecchio, M. (2022). Integrating the IoT and blockchain technology for the next generation of mining inspection systems. Sensors (Basel, Switzerland), 22(3), 899. doi:10.3390/s22030899
- ✓ Quadros, S., João Rosa, M., Alegre, H., & Silva, C. (2010). A performance indicators system for urban wastewater treatment plants. Water Science and Technology: A Journal of the International Association on Water Pollution Research, 62(10), 2398–2407. doi:10.2166/wst.2010.526
- ✓ Qubaa, A. R., Hamdon, A. N., & Hamdon, A. N. (2024). Smart cities and the UAVs applications. A review of the ongoing research in the UAVs unit. Journal Port Science Research, 6(special), 136–147. doi:10.36371/port.2023.special.17
- ✓ Quinci, G., Gagliardi, V., Pallante, L., Romer Diezmos Manalo, J., Napolitano, A., Bertolini, L., … Paolacci, F. (2022, October 26). A novel bridge monitoring system implementing ground-based, structural and remote sensing information into a GIS-based catalogue. In K. Schulz, K. G. Nikolakopoulos, & U. Michel (Eds.), Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications XIII. doi:10.1117/12.2637913

- ✓ Robles, K. P. V., & Monjardin, C. E. F. (2025). Assessment and monitoring of groundwater contaminants in heavily urbanized areas: A review of methods and applications for Philippines. Water, 17(13), 1903. doi:10.3390/w17131903
- ✓ Rushton, C. E., Tate, J. E., & Sjödin, Å. (2025). A modern, flexible cloud-based database and computing service for real-time analysis of vehicle emissions data. Urban Informatics, 4(1), 1. doi:10.1007/s44212-024-00066-4
- ✓ Samrat, & Manjunath, S. J., Dr. (2024). Leveraging IoT, AI, and ML for enhanced decision-making in Karnataka's smart citie. International Journal of Innovative Science and Research Technology, 2302–2306. doi:10.38124/ijisrt/ijisrt24jul1317
- ✓ Sonn, J. W., Kang, M., & Choi, Y. (2020). Smart city technologies for pandemic control without lockdown. International Journal of Urban Sciences, 1–3. doi:10.1080/12265934.2020.1764207
- ✓ Wu, K., Chen, L., & Wang, G. (2024, December 20). Research on UAV intelligent inspection technology in urban rail transit. In X. Xiao & J. Yao (Eds.), Eighth International Conference on Traffic Engineering and Transportation System (ICTETS 2024) (p. 27). doi:10.1117/12.3054503
- ✓ Wu, K., Chen, L., & Wang, G. (2024, December 20). Research on UAV intelligent inspection technology in urban rail transit. In X. Xiao & J. Yao (Eds.), Eighth International Conference on Traffic Engineering and Transportation System (ICTETS 2024) (p. 27). doi:10.1117/12.3054503
- ✓ Xavier, V. K., Mubashshir, M., Singh, J., & Uchil, A. (2024). Review of recent worldwide developments in urban wildlife ecology and preservation. Multidisciplinary Reviews, 6, 2023ss031. doi:10.31893/multirev.2023ss031
- ✓ Xi, J. (2024). Digital blueprints for the urban future: a study on the transformation of urban planning with examples from China and Singapore. Highlights in Science, Engineering and Technology, 86, 146–150. doi:10.54097/3y7kn098
- ✓ Xiang, L., & Hu, D. (2025, March 17). Deep learning-based algorithm for intelligent sensing and analysis of urban environment. 2025 IEEE International Conference on Electronics, Energy Systems and Power Engineering (EESPE), 33–38. Presented at the 2025 IEEE International Conference on Electronics, Energy Systems and Power Engineering (EESPE), Shenyang, China. doi:10.1109/eespe63401.2025.10986949
- ✓ Xu, C., Liao, X., Tan, J., Ye, H., & Lu, H. (2020). Recent research progress of unmanned aerial vehicle regulation policies and technologies in urban low altitude. IEEE Access: Practical Innovations, Open Solutions, 8, 74175–74194. doi:10.1109/access.2020.2987622
- ✓ Yamaura, J., & Muench, S. T. (2018). Assessing the impacts of mobile technology on public transportation project inspection. Automation in Construction, 96, 55–64. doi:10.1016/j.autcon.2018.08.021
- ✓ Yang, J.-B., Tseng, C.-C., Chang, J.-R., & Liu, C.-M. (2023). Establishment of urban road maintenance model based on performance-based contracts. Journal of the Chinese Institute of Engineers, 46(3), 208–219. doi:10.1080/02533839.2023.2170922
- ✓ Yershova, O. L., & Bazhan, L. I. (2020). Smart city: Concept, models, technologies, standardization. Statistika Ukraïni, 89(2–3), 68–77. doi:10.31767/su.2-3(89-90)2020.02-03.08
- ✓ Yunus, A. M., Hamzah, A. H., & Md. Azmi, F. A. (2020). Drone technology as A modern tool in monitoring the rural-urban development. IOP Conference Series. Earth and Environmental Science, 540(1), 012076. doi:10.1088/1755-1315/540/1/012076
- ✓ Zeybek, M. (2025). Integrating advanced remote sensing technologies and machine learning in urban forestry: a comprehensive review and future outlook. Measurement Science & Technology, 36(6), 062004. doi:10.1088/1361-6501/addf66