مدیریت هوشمند فضای سبز شهری

فاطمه کاظمی*[۱]، زهرا قدرتی[۲]، سیده ملیحه ربانی خیرخواه[۳]

[۱] دانشیار، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی

[۲] دانش آموخته کارشناسی مهندسی فضای سبز، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی

[۳] دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

*نویسنده مسئول: fatemeh.kazemi@um.ac.ir

چکیده

امروزه مدیریت هوشمند، با توجه دقیق به تمام عناصر و عوامل مادی، معنوی و فرهنگی، با استفاده از شیوه‌های مدیریت و تکنیک‌ها و ابزارهای نوین و با به‌کارگیری همه‌ی منابع و امکانات، برای برنامه‌ریزی هدفمند و مدیریت کارآمد زیرساختارهای سبز شهری در حال گسترش است. هدف اصلی این تحقیق، بررسی مدیریت هوشمند فضای سبز است، لذا سعی شده نقش فن‌آوری‌های چون سامانه اطلاعات جغرافیایی، سنجش‌ازدور و دستگاه‌های هوشمند در مدیریت فضاهای سبز شهری را تشریح نماییم. روش تحقیق در این مقاله توصیفی-تحلیلی و شیوه گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای است. با توجه به مطالب بیان‌شده نتیجه می‌گیریم که نوآوری پیشرفته شبکه‌ای و هوش مصنوعی به‌زودی به ضرورتی برای مدیریت کلان فضاهای سبز شهری تبدیل خواهد شد. مدیریت هوشمند فضاهای سبز به‌وسیله سنسورها، کامپیوتر و ارتباطات بی‌سیم، رشد گیاهان در فضاهای سبز را به‌طور دائم کنترل می‌کند و از این طریق مصرف منابع و نیروی انسانی را نیز کارآمد می‌نماید. در پایان، نتیجه‌گیری و پیشنهادهایی برای توسعه مفهوم مدیریت هوشمند فضاهای سبز شهری ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: فضای سبز، مدیریت هوشمند، سامانه اطلاعات جغرافیایی، سنجش‌ازدور، سنسور.

مقدمه

از دیدگاه زیست‌محیطی، فضای سبز شهری تشکیل دهندهٔ بخش جاندار کالبد شهری است که فواید اکولوژیکی، اجتماعی و حتی در برخی موارد، اقتصادی فراوانی را به شهرها می‌دهد. علیرغم این فواید، مقدار زیادی از بودجه و زمان و نیروی انسانی مدیریت فضاهای سبز در شهرهای ایران معطوف به مرحله نگهداری و بهره‌برداری می‌شود و در برخی موارد، به مقوله نگهداری فضای سبز به‌عنوان یک موضوع تخصصی توجه نمی‌شود و مدیریت اجراشده در این بخش هنوز عموماً به‌صورت سنتی و غیر سیستمی اجرا می‌شود (زبیری، ۱۳۷۵). به‌عنوان‌مثال، کارشناسان فضای سبز برای نگهداری درختان فضاهای سبز شهری، ناچار هستند تمام گزارش‌های ناظران پارک‌ها در مورد وضعیت موجود درختان و کلیه ضوابط موردنیاز برای ممانعت از تخریب و نابودی فضای سبز پارک‌ها را جمع‌آوری کنند (زن و همکاران، ۲۰۱۱). نگهداری و حفظ درختان پارک‌های شهری مستلزم داشتن حجم زیادی از داده‌ها در مورد سن، مکان و نوع گونه‌های گیاهی موجود در پارک‌هاست. علاوه بران، دسترسی به اطلاعاتی چون نحوه نگهداری و علائم بیماری‌ها امری دشوار است (دوک کلیمیوک و وارزچا، ۲۰۲۱). همچنین، تعیین گونه‌های گیاهی درختان، درختچه‌ها، گل‌ها و گیاهان پوششی، مکان‌یابی و بررسی طراحی کاشت گیاهی در پارک‌ها و تهیه الگوهای رشد انواع گونه‌های درختی در طی سالیان متمادی امری است بسیار طاقت‌فرسا که نیاز به‌صرف وقت، انرژی، هزینه و نیروی انسانی بسیاری دارد (دورسان و همکاران، ۲۰۱۱)؛ بنابراین با توجه به اقدامات کشورهای پیشرفته در خصوص مدیریت هوشمند و مبتنی بر دانش به‌روز دنیا، در این پژوهش به این مسئله می‌پردازیم که مدیریت هوشمند فضای سبز چیست و چه فوایدی را برای جامعه به دنبال خواهد داشت؟

مواد و روش‌ها

روش تحقیق در این مقاله توصیفی-تحلیلی و شیوه گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای است. برای به دست آوردن اطلاعات از روش سنجش‌ازدور استفاده‌شده است. برای به دست آوردن اطلاعات از منابع چاپ‌شده داوری شده عموماً در حیطه سنجش‌ازدور و GIS استفاده‌شده است. داده‌هایی که به کمک فناوری سنجش‌ازدور جمع‌آوری می‌شوند اشکال مختلفی مانند داده‌های ژئوفیزیک هوابرد، عکس‌های هوایی و البته تصاویر ماهواره‌ای دارند مطالعه چنین داده‌هایی جهت بررسی تمامی پدیده‌های زمینی همچون پوشش گیاهی، خاکه‌ای سطحی، سنگ‌ها، آب، شهرها، پدیده‌های انسانی و غیره مفید و کاربردی است. پس طبیعی است که در شمار زیادی از علوم کاربردی نظیر زمین‌شناسی، محیط‌زیست، هیدرولوژی، شهرسازی، معدنکاری و حتی مدیریت فضای سبز کاربرد داشته باشد (علوی پناه، ۱۳۸۲).

نتایج و بحث

راهکارهای اساسی مدیریت هوشمند فضاهای سبز

۱- تعیین وضعیت گیاه از طریق سنجش‌ازدور

شدت تابش منتشره یا منعکسِ از سطح گیاهان توسط دمای سطح آنها، درخشندگی ناشی از انتشار تابش، فیزیولوژی و مورفولوژی گیاه، شکل هندسی برگ، سرپوشش گیاهی و نوع ساختمان خام گیاه تعیین می‌شود. به‌طور طبیعی، پوشش گیاهی در طیف مرئی، بازتاب کم در طیف مادون‌قرمز نزدیک، بازتاب زیاد دارد و به علت جذب تابش مرئی در فرایند فتوسنتز در گیاهان کلروفیل‌دار، میزان بازتاب دراین طیف خیلی کم است محتوی آب نیز از جذب مقادیر بالایی انرژی خورشید توسط گیاه جلوگیری می‌کند. ازاین‌رو، هنگامی‌که مقدار آب گیاه کاهش یابد، افزایش دمای سطح پوشش گیاهی باعث بازتاب در محدوده مادون‌قرمز نزدیک می‌گردد که درواقع تنش آب گیاه را نشان می‌دهد (بحرینی، ۱۳۸۷). یکی دیگر از معیارهای عوامل موثردر شناخت و بررسی گیاهان استفاده از عامل زمان است. با عکس‌برداری هوایی در زمان‌های مختلف و داشتن تاریخ عکس‌برداری می‌توان گونه‌های گیاهی را از یکدیگر تفکیک کنیم و نقشه پراکندگی آن‌هم ترسیم شود (رضوانی،۱۳۸۹). فن‌آوری سنجش‌ازدور (دورکاوی)، امروزه به سطح مزارع نیز راه‌یافته است. به‌طوری‌که امکان این‌که "چه‌مقدار" و "چگونه" آب موردنیاز گیاهان را با کاربرد ابزاری همچون حرارت‌سنج‌های مادون‌قرمز که به رایانه‌ها متصل هستند، فراهم آورده است. بااین‌حال انتظار می‌رود که در آینده‌ای نه‌چندان دور هواپیماهای مجهز به اسکنرهای حرارتی مادون‌قرمز بتوانند برنامه‌ریزی آبیاری صدها هکتار اراضی تحت کشت را در مدت چند "ثانیه" انجام دهند.

۲- استفاده از آفت‌کش‌ها

کاربرد کارآمد آفت‌کش‌ها و دیگر موارد خارجی روی محصول، به توانایی رساندن آفت‌کش به هدف بستگی دارد. بهینه‌سازی و مدیریت آفت‌کش‌ها نه‌تنها مستلزم تنظیم زمان سم‌پاشی است بلکه به انتقال کارامد مواد موثربه مناطق کاربرد آن در مزرعه، یعنی مکان‌یابی و نقاطی که آفت علف هرز یا عامل بیماری وجود دارد نیز بستگی خواهد داشت (رضایی، ۱۳۹۲). تغییرات ساده در سم‌پاشی می‌تواند به تغییرات چشمگیری در پراکنش آفت‌کش در مزرعه و درنتیجه تأثیرات محسوسی درکارآرایی بیولوژیک آن منجر شود. درمواردی که ارتفاع زیاد گیاه یا آب گرفتگی زمین، رفت‌وآمد وسایل نقلیه زمینی را محدود می‌کند، هواپیما قادر است آفت‌کش را به‌صورت کارآمد، ب اتوجه به آستانه خسارت اقتصادی آفت موردنظر روی گیاه بپاشد، ب دون آنکه موجب فشردگی خاک شود و یا ساختمان خاک راتخریب کند. چون این روش می‌تواند سطح وسیعی را در مدت کوتاه سم‌پاشی کند، این امکان پدید می آید تا بعضی فرمولاسیون‌های آفت‌کش به‌صورت یکنواخت در مقادیر کمتر از دو لیتر در هکتار (فرمولاسیون رقیق نشدهULV) و یا یک کیلوگرم در هکتار (بعضی از فرمولاسیون های گرانول) مصرف شود (رضایی،۱۳۹۲).

۳- سیستم آبیاری هوشمند

از عواملی که باعث گرایش آبیاری فضاهای سبز، گلخانه‌ها و زمینه‌ای کشاورزی به‌سوی سیستم‌های هوشمند آبیاری می‌شود اولاً صرفه‌جویی بالای آب در استفاده از این سیستم‌ها و ثانیاً انعطاف‌پذیری این نوع سیستم‌ها با شرایط گوناگون زمین و منطبق شدن با نوع نیاز گیاه در مصرف آب است. با نصب سیستم هوشمند آبیاری Src و تقسیم زمین موردنظر به چندین واحد آبیاری، می‌توان فرآیند آبیاری را حتی با سرانه کم آب (حق آبه) انجام داد. به‌وسیله سامانه بیسیم Src و برقراری ارتباط بیسیم ایمن و بدون نویز هیچ‌گونه محدودیتی در مساحت و هکتار زمین یا باغ تحت پوشش سیستم هوشمند آبیاری وجود نخواهد داشت. با استفاده از این نوع سیستم، کاربر می‌تواند در واحد زمان حتی از فاصله‌ی چند کیلومتری به‌وسیله اپلیکیشن سیستم هوشمند آبیاری فرمان شروع زمان آبیاری را صادر نماید و پس از گذشت زمان موردنیاز تنها با کلیک بر روی یک دکمه زمان آبیاری را به پایان برساند و یا صدور فرمان شروع و پایان زمان آبیاری را بعد از تنظیم جدول زمان‌بندی به خود سیستم هوشمند آبیاری واگذار کند.

۴- به‌کارگیری سامانه اندازه‌گیری دما و رطوبت خاک

این سامانه قادر است باقابلیت پشتیبانی از دو نوع سنسور بازه کامل رطوبت خاک را با استفاده از سنسور ویژه‌ای که از تکنولوژی بالایی برخوردار است و به‌صورت درصد حجمی اندازه‌گیری نماید؛ یا با استفاده از سنسور واتر مارک پتانسیل ماتریک (بازه ۰ تا ۲۰۰ کیلو پاسکال) را اندازه‌گیری نماید. البته واحد اندازه‌گیری رطوبت خاک به نوع حسگر مورداستفاده وابسته خواهد بود. نوع خاک، شوری خاک و شوری آب آبیاری بر روی‌داده‌های این سامانه تاثیر ندارد. همچنین حسگر دما، بازه بین ۴۵-تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد را با دقت ۰/۱ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری می‌نماید. این حسگر دارای غلافی از جنس استیل و بسیار مقاوم می‌باشد.

۵- مطالعه مواد آلی و بافت خاک

تکنیک‌های انعکاسیِ سنجش‌ازدور (طیف الکترومغناطیس مرئی و مادون‌قرمز انعکاسی) برای مطالعه بافت و ساختمان خاک به‌طورکلی خاک با افزایش طول‌موج، انعکاس بیشتری را از خود نشان می‌دهد. در صورت فقدان آب در خاک، خاک‌های دانه‌درشت بازتاب طیفی کم و خاکه‌ای دانه‌ریز بازتاب طیفی نسبتاً زیاد دارند. درنتیجه در تصاویر ماهواره‌ای، پدیده‌های مزبور اولی تیره‌تر و دومی روشن‌تر ظاهر می‌شود.

۶- کاربرد دستگاه‌های هوشمند در مدیریت فضای سبز

تعدادی از دستگاه‌های هوشمند و نرم‌افزارهای جدید در کشاورزی می‌توانند باکمی تغییر در مدیریت فضای سبز استفاده شوند. برخی از این دستگاه‌ها به شرح زیر است:

۱. ربات هوشمند چمن‌زنی، دستگاهی از جنس کارگرهای آینده
۲. سیستم شناسایی، بازرسی و نظارت مکانیزه درختان (شبنم)
۳. بسته نرم‌افزاری مدیریت درختان شهریI-Tree
۴. تشخیص بیماری‌های گیاهان با گوشی‌های هوشمند
۵. ساخت ربات هوشمند سم‌پاش باقابلیت تشخیص محل درخت
۶. هوشمند سازی در آبیاری قطره‌ای تشخیص و درمان آفت درختان میوه
۷. سیستم‌های هوشمند جدید هواشناسی
۸. پلاک‌کوبی الکترونیکی درختان
۹. گلدان هوشمند
۱۰. سامانه اندازه‌گیری دما و رطوبت خاک

نتیجه‌گیری

با توجه به مطالب بیان‌شده نتیجه می‌گیریم که نوآوری پیشرفته شبکه‌ای و هوش مصنوعی به‌زودی به ضرورتی برای مدیریت فضاهای سبز بزرگ تبدیل خواهد شد. مدیریت فضاهای سبز هوشمند به‌وسیله سنسورها، کامپیوتر و ارتباطات بی‌سیم، رشد گیاهان در فضاهای سبز را به‌طور دائم کنترل می‌کند و از این طریق مصرف نهاده‌ها، زمان و نیروی کارگری را کاهش می‌دهد.

اگر بخواهیم قسمتی از پارک یا قسمتی از یک جنگل را با استفاده از مدیریت هوشمند کنترل کنیم احتیاج به یک ایستگاه کنترل و مانیتورینگ داریم که از طریق آن، هم اطلاعات ایستگاه‌های مختلف را مشاهده نماییم و هم می‌توانیم تغییراتی در نحوه اجرای آنها بدهیم.

به‌طورکلی مدیریت هوشمند فضای سبز احتیاج به دو قسمت اصلی دارد که شامل:

۱- سیستم کنترل مانیتورینگ که شامل برداشت داده‌ها، گزارش‌گیری و تحلیل اطلاعات است این سیستم، اطلاعات را می‌تواند یا از سنسورهای داخل زمین و یا از تحلیل تصاویر سنجده ها برداشت کند.

۲- سیستم‌های کنترل در مزرعه، این سیستم می‌تواند با دریافت پیام از سمت سیستم کنترل مانیتورینگ فرمان را به دستگاه‌های هوشمند مستقر در محل ارسال کرده و عملیات موردنظر بر اساس آن اجرا شود.

بنابراین، برای مدیریت هوشمند فضای سبز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- تعیین وضعیت گیاه از طریق سنجش‌ازدور

۲- بکار گیری فناوری کنترل و نظارت از راه دور آبیاری فضاهای سبز

۳- مطالعه مواد آلی و بافت خاک با استفاده از سنجش‌ازدور

مدیریت هوشمند با این باور که مصرف آفت‌کش‌ها متداول است، به دنبال گردآوری دانش از گستره وسیعی از رشته‌های مختلف علمی است که برای اطمینان از انجام بهترین عملیات، نظارت بر آنچه مصرف می‌شود و اصلاح آنچه فرموله شده و به کارمی رود، ضروری است. این تحقیق، نظارت بر مصرف و توسعه فناوری کاربرد، مشتمل بر سم‌پاشی‌های تخصصی هوایی، حمل‌ونقل و کنترل و فرموله کردن آفت‌کش‌ها را در برمی‌گیرد. به‌علاوه استفاده منطقی از آفت‌کش‌ها یک پیشرفت در فنون تلفیقی مدیریت آفت است و ازاین‌رو باید در مرکز هرگونه توجه در فرآیند بهینه‌سازی قرار بگیرد.

با توجه به رشد ناموزون شهرها و تخریب فضاهای سبز و زمین‌های حاصلخیز در ایران، لازم است که قوانینی اتخاذ گردد که از قدرت اجرایی برخوردار باشد و هرگونه ساخت‌وساز را مشروط بر اختصاص زمینی برای فضاهای سبز نماید. در کشور ما، با توجه به اقلیم آن‌که بخش اعظم آن را مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌پوشاند و از فضاهای سبز طبیعی محروم می‌باشد، لازم است به فضاهای سبز اهمیتی ویژه دهند و با نظر به اینکه نگهداری و مدیریت فضاهای سبز، نیازمند بودجه، منابع طبیعی و نیروی انسانی فراوان و مستمر است، حرکت به‌سوی مدیریت هوشمند این فضاها، کمک چشمگیری در مدیریت بهینه منابع و نیروی انسانی و نهاده‌ها و نیز به‌روز کردن و دقیق‌تر کردن مدیریت این زیرساختارهای سبز مهم شهری را تسهیل می‌نماید.

منابع

بحرینی، ح. ۱۳۷۸. تجدید، فراتجدید و پس از آن در شهرسازی، تهران، دانشگاه تهران.

رزاقیان، ف.، رهنما، م.ر.، توانگر، م.، آقاجانی، ه. ۱۳۹۱. تحلیل اکولوژیکی پارکهای شهری (مطالعهٔ موردی: مشهد). نشریه محیط شناسی. ۳۸(۴):۱۵۵-۱۶۸.

رضایی، م. ۱۳۹۲. کارکردهای اقتصادی، اجتماعی و اکولوژیکی فضای سبز شهری و نقش آن ها در توسعه پایدار، اقتصاد شهر، شماره.۱۷.

رضوانی، ع. ۱۳۸۳. کاربرد عکسهای هوایی و ماهواره ای در جغرافیا. انتشارات ئانشگاه پیام نور.

زبیری، م.، مجد، ع. ۱۳۷۵. آشنایی با فن سنجش‌ازدور وکاربرد آن در منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

علوی پناه، س.۱۳۸۲. کاربرد سنجش‌ازدور در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.

Dudek-Klimiuk, Joanna and Warzecha, Barbara, 2021, Intelligent Urban Planning and Ecological Urbanscape-Solutions for Sustainable Urban Development. Case Study of Wolfsburg, Sustainability, 13 (9) 4903; https://doi.org/10.3390/su13094903.

Dursun M. and Semih O. (2011). A wireless application of drip irrigation automation supported by soil moisture sensors. Academic Journals, 6(7) 1573-1582.

Zhen li., Wang N., Hong T., Franzen A. and Li J.N. (2011). Closed-loop drip irrigation control using a hybrid wireless sensor and actuator network. Science china information sciences, 54(3)577-588.

Intelligent Management of Urban Landscapes

Fatemeh Kazemi[1]*, Zahra Ghodrati[2], Seyedeh Maliheh Rabbani Kheir Khah
[1*] Associate Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
[2] BSc Graduate, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
[2] PhD Student in Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
*Corresponding Author: fatemeh.kazemi@um.ac.ir

Abstract

Nowadays, intelligent management, with careful attention to all material, spiritual and cultural elements and factors, using management methods and new techniques and tools, and using all resources and facilities, for purposeful planning and efficient management of urban green infrastructure is expanding. The main purpose of this study is to investigate intelligent landscape management, so we have tried to explain the role of technologies such as GIS, remote sensing, and intelligent devices for management of urban landscapes. The research method in this paper is descriptive-analytical and the method of gathering data is library and desk top study. Based on the above-mentioned information, we conclude that advanced network innovations and artificial intelligence will soon become a necessity for management of large urban landscapes. Smart management of green spaces, using sensors, computers and wireless communications, constantly monitors the growth of plants in urban landscapes, thereby make consumption of resources and labor work efficient. Finally, conclusions and recommendations for developing the concept of intelligent management in urban landscapes was provided.

***Keywords*:** Green space, intelligent management, GIS, remote sensing, sensor.