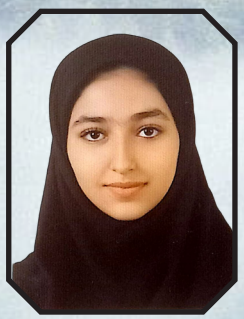


پارمیس صیامی ممان

دانشجوی کارشناسی، مهندسی طبیعت، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه تهران.

Parmissiami79@gmail.com

استفاده از GIS در پیش‌بینی آتش‌سوزی جنگل

چکیده

تسلط بر استراتژی‌های آتش‌نشانی جنگل‌ها با دانش عمیق پدیده‌ی آتش‌سوزی جنگل به طور ضروری منتقل می‌شود. یکی از ابزارهای کارآمد برای درک آتش‌سوزی جنگل دفع ابزاری است که قادر است باتوجه به شرایط آب‌وهوایی داده شده در مورد رفتار آتش به ما اطلاعات دهد. در این متن شبیه‌سازی، ابزاری موثر برای پیش‌بینی رفتار آتش‌سوزی به جا مانده است. روش مذکور، این اجازه را می‌دهد تا با اطمینان نسبی، مناطق حساس را که در یک دوره مشخص توسط آتش‌سوزی تخریب می‌شوند، را تعیین کنید. هدف از این کار، مطالعه‌ی مکانیسم پیشرفت آتش‌سوزی جنگل با استفاده از جزئیات یک ابزار اتوماتیک که قادر به الگوسازی مناسب آتش‌سوزی جنگل، پارامترهای آن، انتشار و رفتار آن در منطقه داده شده است. در طول این مطالعه دارایی قابل توجه یک سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در ترکیب‌کردن تفکیک‌های شبیه‌سازی در درک مسئله‌ی آتش‌سوزی جنگل آشکار خواهد شد (Dag 94). این امر در قدرت GIS برای مدل‌سازی همه‌ی پدیده‌های ارائه شده‌ی شخصیت جغرافیایی مستقر است. علاقه برای ارائه‌دادن همچین نظرسنجی‌هایی برای اپراتورهای مسئول مدیریت آتش‌سوزی جنگل دو چندان است. این اجازه را می‌دهد تا برای بلند مدت یک سیاست همگن و منسجم در مورد جلوگیری از آتش‌سوزی در جنگل تعریف شود. در حالی‌که این سیستم اجازه می‌دهد تا کافی بودن امکانات را تایید کند و زیرساخت‌های کشمکش در برابر آتش را همراه با واقعیتی از فاجعه ارائه دهد (Dag 94). همچنین اجازه می دهد تا چشم انداز آغاز آتش سوزی تعیین بشود، یعنی کار کردن برای هماهنگی مداخله ی تیم ها و استراتژی که کارآمد کشمکش در برابر پیشرفت آتش به جا مانده است.

کلمات کلیدی:

آتش‌سوزی، جنگل، مدل GIS.

مقدمه

بسیاری از کشورها در مواجه با مشکلات آتش‌سوزی جنگل، علاقه‌ای به استفاده از تکنیک‌های مدرن علمی برای کنترل و مسلط‌شدن به آتش‌سوزی جنگل که منبع خطر دائمی برای طبیعت، محیط و امنیت انسان است را کشف کردند. کشورهایی مثل کانادا، آمریکا، فرانسه، آلمان، استرالیا و... در طی ۷۰ سال مطالعه و توسعه‌ی سیستم‌های رایانه‌ای نسبی را مربوط به موضوع "آتش‌سوزی جنگل" آغاز کرده‌اند. در انبوه ابزارهای توسعه‌یافته مدل‌های انتشار بخش قابل توجهی را نشان می‌دهند. در واقع برای مبارزه با آتش‌سوزی جنگل به طور موثر یک آتش‌سوزی با درک ساز و کارهای حاکم بر انتشار آن به طرز نامطلوبی عبور می‌کند. در میان روش‌های مورد استفاده برای مطالعه‌ی پدیده‌ی انتشار، شبیه‌سازی دارای مکان غالبی دارد.

شبیه‌سازی

شبیه‌سازی پدیده‌ها عملیاتی است که شامل مطالعه‌ی رفتار آن در شرایط‌های تولید شده توسط داده‌های مجازی است تا در موارد واقعی بهتر به آن تسلط یابند. به محض وجود شرایط بروز، این شبیه‌سازی امکان پیش‌بینی سیر تکامل پدیده را دارد. با این حال شبیه‌سازی هرگز نمی‌تواند خود را جایگزین واقعیت کند، حتی اگر اجازه نزدیک‌شدن به آن را بدهد. فرایند شبیه‌سازی به منظور تقویت درجه اطمینان از عملکرد خوب سیستم در جای خود نه در آن است.

در مورد یک جنگل آتش گرفته، شبیه‌سازی به تصور، یک فرایند اتوماتیک متصل است که قادر است با توجه به معیارهای تعریف یک وضعیت آب‌وهوایی و محیطی مشخص در مورد گسترش آتش به ما اطلاع دهد. مقادیر این معیارها وضعیت مجازی متصل به شرایط آزمایش واقعی را توصیف می‌کند. مواجه‌شدن با نتایج به دست آمده همراه با آمارهای تایید شده‌ای که قادر هستند اصلاحات لازم را برای کالیبراسیون مناسب ایجاد کنند، درست است.

توصیف وضعیت آتش‌سوزی جنگل‌ها به جمع‌آوری داده‌های زمین (امداد، پوشش‌گیاهی، مسکن، شبکه‌های الکتریکی و...) و جمع‌آوری داده‌های آب‌وهوایی (باد، رطوبت، دما و...) نیاز دارد. در ادامه از پارامترهای تعریف آتش‌سوزی در جنگل صحبت می‌کنیم.

پارامترهای تعریف آتش‌سوزی

آتش‌سوزی جنگل هوای محیط را ادغام می‌کند و سوخت، آن را در محیط قابل کاشت می‌کشد. باد بردار اصلی آن را تشکیل می‌دهد. شکل زمینی که در آن ظاهر می‌شود، به توسعه و گسترش آن کمک می‌کند. در این نوشته عوامل اصلی دخالت در تکامل آتش‌سوزی جنگل، مطابق Sherlis (شرلیس) و Missoami قدرت و جهت باد، میزان قابل اشتعال‌بودن محیط قابل کاشت، اهمیت و جهت‌گیری شیب و نقطه‌ی شروع آتش است.

باد

باد یکی از عوامل اساسی (احتمالا اصلی) در فرایند تکامل آتش است. نیروی آن به طور مستقیم بر سرعت انتشار آتش تاثیر می‌گذارد و جهت آن جهت‌گیری آتش را تعیین می‌کند. اندازه‌گیری باد اطلاعات اقلیمی است که مطابق با دو داده ارائه می‌شود: سرعت (کیلومتر در ساعت) و جهت‌گیری در جهت اصلی.

پوشش گیاهی

گونه‌های گیاهی حساسیت متفاوتی نسبت به آتش دارند. در واقع "آلپ کاج" متفاوت از چوب پنبه بلوط یا "اوکالیپتوس" می‌سوزد (کم و بیش سریع). این حساسیت‌های گونه‌های گیاهی نسبت به آتش با دو شاخص مشخص می‌شود که شامل: درجه اشتعال‌پذیری (DI) و شاخص احتراق (IC). این شاخص‌ها را می‌توان به زمانی که گیاهان به درستی مشخص شدند به دست آورد. در مورد ما شناسایی قطعات با استفاده از تکنیک‌های از راه دور از تصاویر ماهواره‌ای منتشر می‌شود.

زمین

جهت تثبیت شن‌های روان و جلوگیری از پیشروی آن‌ها و برای حفظ منابع آبی و استفاده بهینه از این منابع اقدامات مختلفی انجام شده‌است، یکی از این روش‌ها استفاده از انواع مالچ می‌باشد. مالچ اصطلاح انگلیسی به معنی پوشش است که بیشتر در کشاورزی به کار برده می‌شود و به مواردی اطلاق می‌شود که می‌تواند با ایجاد لایه حفاظتی از کاه، خاک‌اره، برگ، رس و غیره بر روی زمین یا اطراف ریشه گیاه از جهات مختلف خاک، آب و گیاه را حفظ کند.

در حقیقت مالچ را می‌توان پوشش غیرزنده‌ای نامید که به عنوان محافظتی برای خاک و گیاهان در مناطق خشک به کار می‌رود تا محیط را در برابر تغییر دمای شدید و فرسایش خاک و ازدست‌رفتن آب زمین محافظت کند. انواع موادی که به عنوان مالچ استفاده می‌شوند شامل پسماندهای گیاهی، برش‌های علوفه، برگ‌ها، پوست خردشده درخت، خاک‌اره، تراشه‌های چوب، کمپوست و انواع مالچ‌های رزینی (که از بازیافت تایرها و دیگر فراورده‌های پلاستیکی به دست می‌آیند)، پوشش‌های پلاستیکی و همچنین از سنگریزه‌های ریز و درشت استفاده می‌شود (جهان‌تیغ و همکاران،۱۳۹۵).

مالچ، سطح تماس باد با خاک را کاهش و زبری را افزایش داده و بنابراین می‌تواند فرسایش بادی را کنترل کند، مالچ دو عمل مهم در کنترل فرسایش بادی انجام می‌دهد، اول اینکه می‌تواند خاک را از تنش اعمال شده توسط باد و انجام فرسایش بادی محافظت کند و دوم می‌تواند ذرات بادآورده را به دام بیاندازد (حجه فروش و همکاران،۱۴۰۰). ارزیابی نوع و ترکیب مالچ مهم‌ترین عاملی است که می‌تواند تعیین‌کننده مقاومت مالچ در برابر فرسایش بادی و در نتیجه انتخاب بهترین مالچ باشد (مجدی و همکاران، ۱۳۸۵).

نقطه‌ی شروع آتش

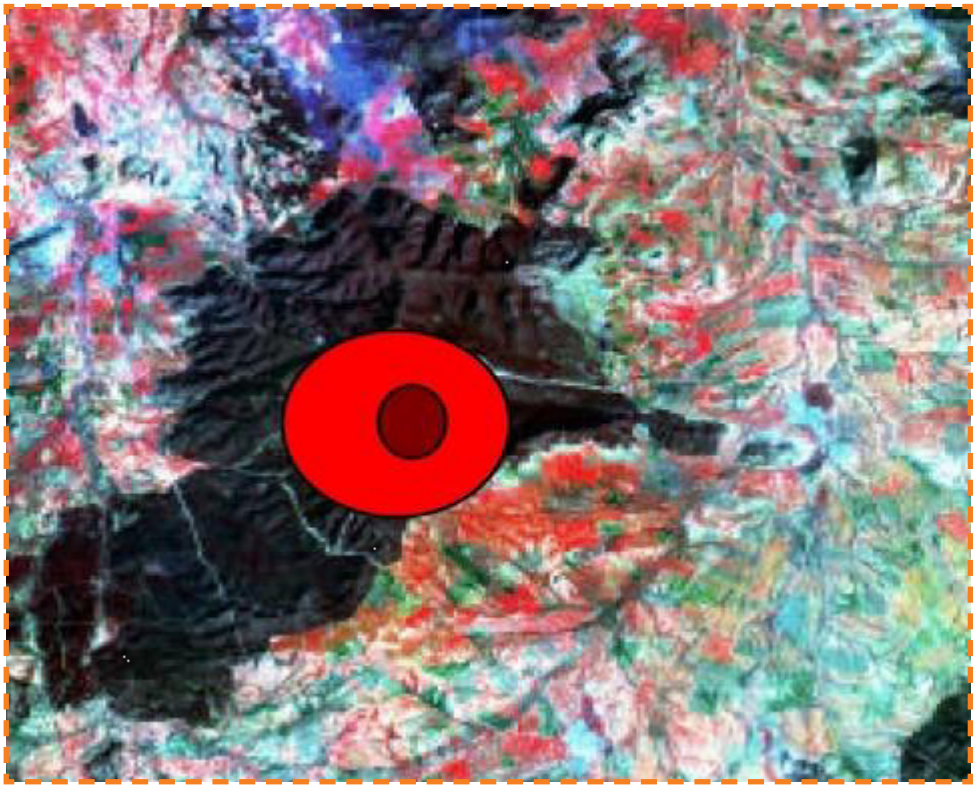
الگوریتم‌های محاسبه‌ی منطقه‌ی ویران شده توسط آتش در روند شبیه‌سازی به عنوان نقطه‌ی اولیه، نقطه‌ی شروع آتش‌سوزی در نظر گرفته می‌شود. مختصات جغرافیایی نقطه‌ی شروع باید شناخته شود.

مدل شبیه‌سازی انتشار آتش‌سوزی جنگل

مدل انتشار آتش‌سوزی جنگل اگر می‌خواهد دقیق باشد، باید تمام عوامل تعریف آتش را با هم ادغام کند. چندین مدل در کل جهان وجود دارد که ویژگی انتشار آتش‌سوزی در جنگل است. با این وجود، سه کلاس از مدل‌ها مطابق با سطح ادغام عوامل انتشار آتش نمایان می‌شوند. این مدل‌ها بیشتر با فرم‌های فضایی تولید شده توسط شبیه‌سازی شناسایی می‌شود. بنابراین مدل‌های شبه مخروطی، مدل‌های متحدالمرکز و مدل‌های چند ضلعی را معرفی می‌کنیم.

مدل متحدالمرکز

در این نمونه از مدل‌ها، پارامتر رایج نیروی باد است. در حقیقت فرایند شبیه‌سازی فقط عوامل نیرو را در نظر می‌گیرد که با نقطه‌ی شروع آتش همراه است. نتایج به دست آمده در این نوع مدل مجموعه‌ای از دایره‌های متحدالمرکز است که نمایانگر تقریب مناطق تحت‌تاثیر آتش است و دامنه آن تابعی از تحول در زمان است. FIRES که توسط آزمایشگاه جنگلداری (UQAT) ساخته شده است، بدون شک از اولین نمونه‌های این نوع مدل‌ها می‌باشد. این مدل در کانادا توسعه داده شده‌است، به حساب Park- Canada سازمانی که مسئول جنگل‌ها و پارک‌های سبز کانادا است. این آزمایش طی چندین سال در یکی از ایالت‌های شمالی مورد آزمایش قرار گرفت، جایی که نتایج مطلوبی را ارائه داد.



مدل متحدالمرکز

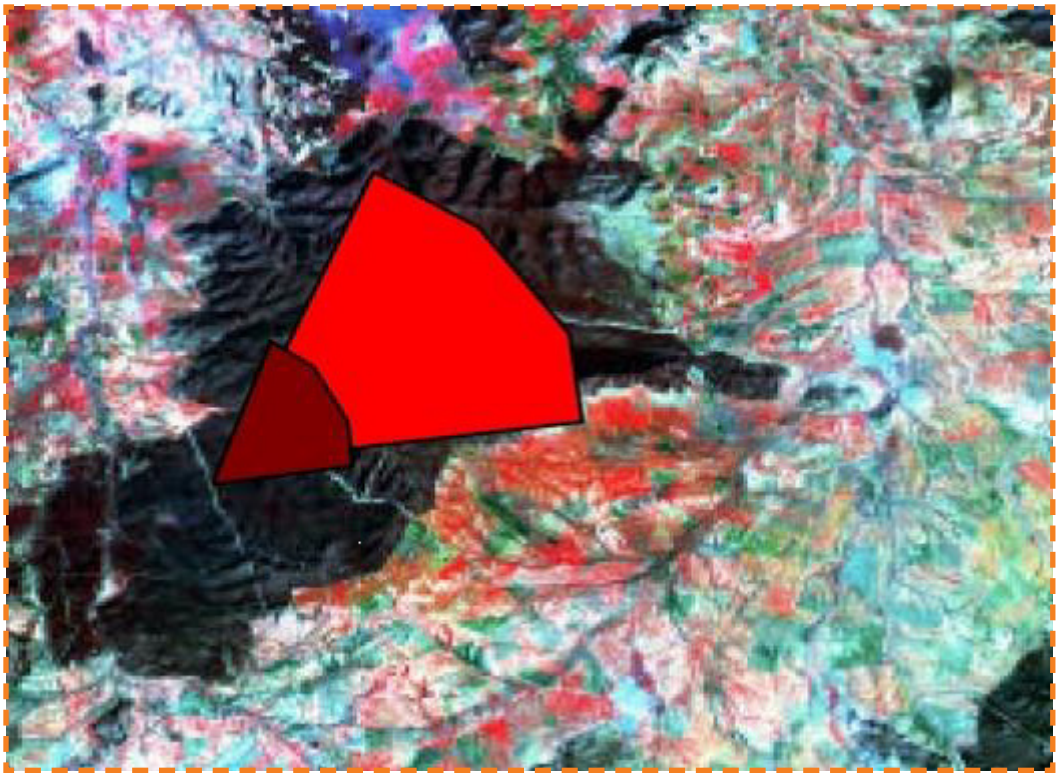
دایره‌های به دست آمده توسط این مدل به تعریف دقیق مناطق تقریبی مربوط به آتش کمک می‌کنند. این مدل‌ها ایده گسترده‌ای در مورد وسعت این مناطق در صورت بروز فاجعه ایجاد می‌کنند. با این حال، نمی‌توان از آن‌ها به عنوان مبنایی موثر برای تعیین دقیق ابزار کار در کنترل آتش استفاده کرد. در واقع، این مدل بر اساس تقریب ادعای تعریف مناطق سوخته است. انتشار آتش هرگز به شکل دایره در نمی‌آید. این به دلیل تاثیر مهم سایر عوامل انتشار آتش است که توسط این نوع مدل‌ها در نظر گرفته نشده‌است.

مدل شبه مخروطی

عوامل اصلی وارد شده در این مدل نه تنها نیروی باد، بلکه جهت آن است. این نوع مدل‌ها بیشتر به واقعیت نزدیک هستند. تکامل آتش‌سوزی در جنگل از جهتی پیروی می‌کند که کاملا با جهت باد ارتباط دارد. مناطق محاسبه شده به شکل یک مخروط مسطح است. دیافراگم مخروط به طور قابل توجهی از مدلی به مدل دیگر متفاوت است.

این نوع مدل (که شاخص احتراق پوشش‌گیاهی در آن تلفیق شده‌است) به توسعه سیاست‌های موثر در جلوگیری از آتش‌سوزی جنگل‌ها در کانادا کمک کرده‌است. با این وجود شکل شبه‌مخروطی برای نشان دادن صحیح منطقه ویران شده توسط آتش‌سوزی بسیار دقیق است. پس از مطالعه چندین فاجعه و مقایسه با نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی، برخی اوقات اختلافات مهم بین منطقه موثر و منطقه محاسبه شده توسط مدل شبیه‌سازی را یادداشت می‌کنیم.

این عمل بر اهمیت عامل مورفولوژیکی زمین تاکید می‌کند. شیب زمین و جهت‌گیری آن به شدت بر رفتار و تکامل آتش‌سوزی جنگل تاثیر می‌گذارد. سهم GIS در این زمینه بسیار مشخص نمایان می‌شود، GIS به طور مناسب به وسیله‌ی MNT ادغام می‌شود. با استفاده از این مدل‌ها، نقطه‌ی شروع واقع‌بینانه‌تر می‌شود. در واقع، سیستم مبتنی بر GIS امکان ادغام عامل باد و پوشش‌گیاهی را فراهم می‌کند.



مدل شبه مخروطی

مدل انتشار GIS

در این بخش مدلی از شبیه‌سازی انتشار آتش‌سوزی جنگل را بیان می‌شود که از طریق GIS محاسبه می‌شود و تمام عوامل شایع را در تکامل آتش یکپارچه می‌کند. مورفولوژی زمین از طریق یک مدل دیجیتال (DTM) بیان می‌شود. عوامل سرعت و جهت باد، از داده‌های آب‌وهوایی استخراج می‌شوند و شاخص احتراق پوشش‌گیاهی از ردیابی از راه دور حاصل می‌شود. هنگامی که این پارامترها به مدل تزریق می‌شوند، منطقه به دست آمده از شبیه‌سازی شبیه یک شکل چند ضلعی است که بیانگر تقریب بهتری از منطقه‌ای است که توسط آتش جنگل ویران می‌شود.

سیستم اطلاعات جغرافیایی

یک سیستم اطلاعاتی کل داده‌ها و ابزارهایی است که اجازه جمع‌آوری، مدیریت، تجزیه و تحلیل این داده‌ها را می‌دهد. GIS زمانی که ماهیت و طبیعت اطلاعاتی که باید مدیریت شود، جغرافیایی باشد دخالت می‌کند. اگر بعد فضایی اطلاعات وجود داشته باشد، یک پایگاه داده شهری می‌تواند یک GIS باشد.

مدل‌سازی در GIS

پیچیدگی اطلاعات جغرافیایی به معنای ساده‌سازی و مدل‌سازی دنیای واقعی است. این مدل به مفهوم GIS وارد می‌شود. این پیچیدگی عمدتا به دلیل تنوع بی‌نهایت روابطی است که بین اجزای مختلف یک مدل جغرافیایی وجود دارد.

اطلاعات جغرافیایی توسط سه جز تعریف می‌شود:

۱. توصیف هندسی

۲. توصیف موضوعی

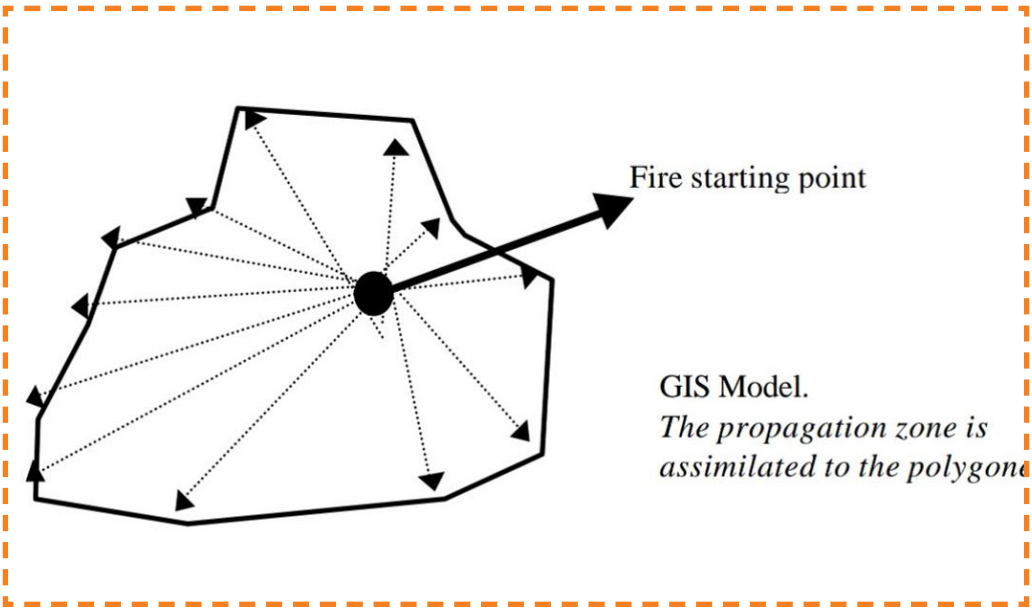
۳. کل روابط فضایی

ابزارهای پردازش داده‌های توسعه یافته GIS، این اجزا را کاملا ادغام می‌کند. بعد فضایی توسط ماژول‌های مناسب که مدیریت داده‌های هندسی، گرافیکی و مشاهده آن را امکان‌پذیر می‌کند، مدیریت می شود.

GIS و مدل‌سازی آتش‌سوزی جنگل

با توجه به ماهیت جغرافیایی عوامل دخیل در انتشار آتش‌سوزی جنگل، GIS برای نمایش موثر آتش‌سوزی جنگل بسیار موثر است. GIS به لطف ظرفیت‌های خود برای ادغام ابزارهای ریاضی، امکان توسعه فرایندهای اتوماتیک را ایجاد می‌کند که احتمالا مناطق تولید آتش را با توجه به مدل توسعه‌یافته ایجاد می‌کند. در مدل پیشنهادی فرم محاسبه شده برای انتشار آتش، یک چند ضلعی را تعیین می‌کند.

در مدل پیشنهادی، عوامل اصلی تعریف آتش‌سوزی جنگل وجود دارد. در واقع این مدل مزیت تلفیق نه تنها نقطه‌ی شروع آتش، نیرو و سرعت باد بلکه تسکین نقطه شروع آتش مدل GIS منطقه‌ی انتشار به چند ضلعی شبیه می‌شود.



مدل GIS

نتیجه‌گیری

مطالعه‌ی آتش‌سوزی جنگل به ویژه انتشار آن‌ها پیچیدگی این پدیده را نشان می‌دهد. فرایند شبیه‌سازی وقتی مسئله اطلاع‌رسانی در مورد میزان و خطرات احتمالی آتش‌سوزی باشد، می‌تواند قدرتمند به نظر برسد. این در ترکیب با نقشه خطر باقی‌مانده است، ابزاری قابل توجه در تجزیه و تحلیل کفایت واقعیت با ابزار مداخله و در برنامه‌ریزی سیاست‌های پیشگیری. معرفی GIS امکان مقابله با مسئله انتشار آتش‌سوزی در جنگل را با دقت بیشتری فراهم می‌کند. توانایی این سیستم‌ها برای ادغام و مدل‌سازی مناسب عوامل ذاتی در آتش‌سوزی جنگل، استفاده از آن‌ها را در رویکردی با شبیه‌سازی اجتناب‌ناپذیر می‌کند.

سهم GIS به عنوان ابزاری مدرن، به عنوان یک تکنیک جدید و پایه مدل، بار دیگر اثبات و تایید می‌شود. با این حال، سیستم شبیه‌سازی توسعه یافته در اینجا برای پاسخ دادن به یک استراتژی مداخله در زمان واقعی مستمر نمی‌شود و دقت آن هنوز بسیار تقریبی است. این به دلیل روش اتخاذ شده نیست، بلکه به دلیل محدودیت ابزارهای فعلی برای مدل‌سازی عوامل دخالت در بروز آتش‌سوزی جنگل است.

در واقع، عناصر طبیعی که باد و پوشش‌گیاهی هستند، بسیار پیچیده‌تر اند که توسط شاخص‌ها و مقادیر ساده نشان داده می‌شوند. درحال حاضر علم ابزارهای دیگری را ارائه نمی‌دهد که سرعت باد و جهت آن برای مدل‌سازی حرکت هوا در یک دوره معین و شاخص قابل احتراق برای گونه‌های گیاهی در تعامل با آتش باشد. با این حال چه اتفالی رخ می‌دهد که جهت باد به طور مداوم تغییر کند؟ رفتار آتش در هنگام وزش باد ناگهانی چیست؟ آیا بعد از باران میزان آتش‌سوزی اهمیت کمتری دارد؟ آیا رابطه‌ای بین انتشار آتش و میزان رطوبت وجود دارد؟ این سوالات بدون پاسخ باقی مانده است.

نیرو و جهت باد از راه اندازه‌گیری‌هایی که به طور متوسط منعکس‌کننده‌ی یک دوره‌ی نسبتا طولانی مدت هستند، داده می‌شود. برای ادعای محاسبه دقیق میزان آتش‌سوزی از طریق یک شبیه‌سازی، به دانش سرعت و جهت باد در دوره‌های بسیار کوتاه‌تر حتی آنی نیاز دارد. به ندرت برای یک باد، سرعت و جهت ثابت مشاهده می‌شود.

تاثیر مهم آخرین عامل در پدیده‌ی انتشار آتش، می‌تواند از میزان خطاهای ایجاد شده در پیش‌بینی آگاه شود. فقط یک مدل ریاضی دقیق‌تر در تعریف و مدل‌سازی باد می‌تواند اثر عدم اختلاف مدل شبیه‌سازی را با واقعیت کاهش دهد. شاخص قابل اشتعال یک گونه گیاهی، اندازه‌گیری بسیار سفت و سختی است. که نمی‌تواند در مدل تکثیر بدون خطاهای زیاد نقش داشته باشد. در شرایط آزمایشگاهی امکان شناسایی تعامل یک گونه با آتش را فراهم می‌کند.

حساسیت پوشش‌گیاهی به آتش‌سوزی جنگل به شدت با شرایط آب‌وهوایی مرتبط است. اگر آتش‌سوزی به دنبال خشکی رخ دهد، وسعت منطقه‌ی ویران شده توسط آتش‌سوزی بسیار متفاوت است در نتیجه افزایش شرایط زیر باران شدید است. انتشار در این حالت به عامل رطوبت بستگی دارد. این واقعیت ثابت شده دشواری در مدل‌سازی مناسب انتشار آتش‌سوزی در جنگل را نشان می‌دهد. به دلیل این دشواری‌ها، مدل توسعه یافته نمی‌تواند به عنوان ابزاری برای عملیات مورد نیاز یک دقت خاص از جمله مداخلات تیم‌ها در آتش استفاده شود. با این وجود معرفی GIS، این ابزار را برای هرگونه کمک در تحلیل وضعیت فعلی از نظر انطباق ابزار با خطرات احتمالی موثر و قدرتمند می‌کند.

منابع

1. **[CAR96] P.CARREGA et J.L.WYBO, Vers une évaluation du risque d'incendie de forêt.**
2. **[DAG94] A.DAGORNE, SIG, télédétection aérospatiale et gestion des espaces sensibles aux feux et/ou parcourus par eux...ou l'utilisation de la cartographie.**
3. **[DAG96] A.DAGORNE, Application d'un SIG pour l'évaluation de la vulnérabilité au feu et la prévention.**
4. **[DAG97] A.DAGORNE et J.Y.OTTAVI, Des données à l'information, ou l'utilité d'un SIG.**
5. **[ISH96] R. INSAK, Y. STARP, J.F. HOLBY Predominance of factor wind in the development of natural disaster effects.**
6. **[KNU85] L.J. KNUTH A principles of statistics and econometry Vol 2.**
7. **[LEN98] M.LENCO et B.KIENTZ, Etude par télédétection de la simulation du déroulement du feu de forêt du massif de Sainte Victoire.**
8. **[MIS97] A. MISSOUMI Caractérisation des zones forestières à risque d'incendie à l'aide d'un Système d'Informations Géographiques.**
9. **[PAR90] A. PARENT Un système automatique pour quantifier le feu de forêt. Cas de la forêt de chicoutimi.**
10. **[SHE96] A.J. SHERLIS An overview on the Main factors in forest degradation. The fire forest contribution.**