طراحی و پیاده سازی یک سیستم اطلاعات مکانی همراه برای به هنگام‌سازی اطلاعات شبکه راه‌های شمال غرب کشور

محمدرضا اکبری، مدیرکل نقشه‌برداری منطقه شمال غرب کشور، تبریز، ایران
فاطمه مهدی پور، دانش آموخته کارشناسی ارشد، اداره کل نقشه‌برداری منطقه شمال غرب، تبریز، ایران
بابک گلچین*، استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: b-golchin@iau-ahar.ac.ir

دریافت: ۹۶/۰۹/۰۸- پذیرش: ۹۷/۰٤/۲۰
صفحه ۳٤-۲۹

چکیده

سیستمهای اطلاعات مکانی همراه از جمله سامانه‌هایی است که با بکارگیری فناوریهای بی‌سیم، فرآیند اخذ و مدیریت داده مکانی بسیار حجیم در گستره‌های جغرافیایی وسیع را متحول نموده و امکان جمع‌آوری چنین داده‌ای را در مدت زمان کوتاه و با دقت قابل قبول بویژه در تهیه نقشه‌های متوسط مقیاس فراهم نموده است. از طرفی، شبکه راهها جزء مجموعه داده‌های مکانی است که با توجه به نقش زیربنایی آن در کلیه طرحها و برنامه‌های ملی و منطقه‌ای بطور متناوب در سراسر کشور همواره نیازمند بهنگام‌سازی است. لیکن بدلیل گستردگی جغرافیایی این شبکه در منطقه‌ای به مساحت کل کشور، بروز رسانی آن بسیار پرهزینه و زمانبر می‌باشد. در این مقاله از سیستمهای اطلاعات مکانی همراه بعنوان روشی برای تسریع فرآیند به‌روزرسانی راهها درمنطقه شمال غرب ایران استفاده شده است تا از یک سو با افزایش سرعت اخذ داده مکانی و از سویی دیگر تولید همزمان اطلاعات به فرمت shp و کاهش بخش عمده‌ای از حجم پردازشهای دفتری، در وقت و هزینه صرفه‌جویی شود. بر این اساس، اطلاعات مکانی و توصیفی شبکه راههای شمال غرب کشور با طراحی و پیاده سازی یک سیستم اطلاعات مکانی همراه اخذ و ذخیره سازی شده و سپس در کار دفتری شبکه جدید ترسیم و ویرایش نهایی شده است. پیاده سازی این سیستم در اخذ داده حجیم مکانی برای راه های شمال غرب کشور نشان داد که خطای انسانی در ورود داده و مراحل پردازش دفتری کاهش یافته، امکان کنترل و ردیابی خطاهای موجود نیز فراهم می گردد.

واژه‌های کلیدی: سیستمهای اطلاعات مکانی همراه، برداشت داده زمینی، شبکه راهها، عوارض حاشیه راهها، پردازش داده مکانی

۱-مقدمه

امروزه با رشد روزافزون کاربردهای داده مکانی در حوزه‌های مختلف، نیاز به دریافت داده‌های بهنگام از محدوده پروژه‌های مطالعاتی و اجرایی بسیار افزایش یافته است. از سوی دیگر اجرای حجم عظیم طرحهای توسعه توسط ارگانهای مختلف در سطوح شهری، استانی، منطقه‌ای و ملی منجر به ظهور تغییرات پیوسته در انواع عوارض موجود در سطح منطقه هم از دیدگاه هندسه و هم از منظر مشخصات توصیفی عوارض گردیده است. لذا، فرآیند به هنگام سازی داده مکانی بویژه در محدوده وسیع جغرافیایی در زمره فعالیتهای حائز اهمیت در حوزه ژئوماتیک محسوب می‌گردد. شبکه راهها بعنوان یکی از مجموعه داده‌های زیربنایی مورد نیاز در انواع پروژه‌های تحقیقاتی و اجرایی، در راستای ارتقاء سطح کیفی و کمی خود همواره دستخوش تغییرات دائمی در محدوده‌های مختلف توسط دستگاههای

متولی راه و ترابری و حمل و نقل بوده است. بر این اساس، داشتن داده‌های بروز راهها مورد تقاضای بسیاری از طراحان، مجریان، تصمیم گیرندگان و مدیران طرحهای توسعه ملی و منطقه‌ای می‌باشد. از طرفی بدلیل وسعت بالا و تنوع توپوگرافی منطقه تحت پوشش این نوع داده، فرآیند به هنگام سازی آن مستلزم صرف زمان و هزینه بسیار بالایی است. از این رو روشهای نوین جمع آوری داده مکانی قادر خواهند بود نقش مؤثری در افزایش سرعت و کاهش هزینه فرآیند به روزرسانی این شبکه ایفا نمایند. این روشها علاوه بر تسهیل و تسریع اخذ داده، امکان نمایش و برخی ویرایشهای اولیه را نیز ارائه مینمایند.

آنچه در این مقاله بدان پرداخته شده است بکارگیری سیستم اطلاعات مکانی همراه برای به روزرسانی شبکه راههای منطقه شمال غرب ایران میباشد. به این منظور ابتدا به معرفی اجمالی این سیستمها پرداخته سپس طراحی و پیاده سازی یک سیستم اطلاعات مکانی همراه برای پروژه مذکور به تفصیل توضیح داده میشود.

۲- سیستمهای اطلاعات مکانی همراه

در سالهای اخیر توسعه سیستمهای اطلاعات مکانی از محیط دفتر کار به فضای جمع‌آوری داده میدانی منجر به ظهور و گسترش سیستمهای اطلاعات مکانی همراه شده است. این سیستمها عوامل میدانی را قادر به اخذ، ذخیره سازی، به هنگام سازی، دستکاری، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی مینماید. یک سیستم اطلاعات مکانی همراه یک یا چند فناوری زیر را با هم ترکیب می‌کند:

- دستگاههای همراه
- سیستم تعیین موقعیت جهانی
- ارتباطات بی سیم جهت دسترسی به اینترنت

در گذشته فرآیند پردازش داده جمع آوری شده میدانی زمانبر و در معرض خطا بوده است. داده مکانی به صورت نقشه کاغذی در عملیات میدانی مورد استفاده قرار می‌گرفت. ویرایشهای میدانی با استفاده از کروکی و یادداشت روی نقشه کاغذی انجام میگرفت و سپس در دفتر کار این ویرایشهای میدانی تفسیر و داخل پایگاه داده GIS وارد میشود. نتیجه آن می‌شد که داده GIS بیشتر اوقات به اندازه ای که باید بهنگام یا دقیق نبود. فناوری بی‌سیم با فراهم آوردن امکان دسترسی میدانی به اطلاعات مکانی enterprise سیستمهای اطلاعات مکانی را قادر نموده که در فعالیتهای میدانی بصورت نقشه های رقومی در رایانه‌های کوچک و همراه وارد شوند. این سازمانها را به افزودن اطلاعات آنی به پایگاه داده و برنامه های خود، سرعت بخشیدن به تحلیلها، نمایش و تصمیم گیری توسط داده بهنگام قادر می‌کند.

آتش نشانان، پلیس، تیمهای مهندسی، نقشه برداران، کارگران شبکه‌های تاسیساتی، سربازان، ماموران مالیاتی، زیست شناسان و سایرین از GIS همراه برای تکمیل وظایفی از این قبیل استفاده می‌کنند:

- تهیه نقشه میدانی: ایجاد، ویرایش و استفاده از نقشه‌های GIS در خارج از دفتر کار
- سیاهه دارایی: ایجاد و نگهداری یک لیست از دارایی های ملکی و اطلاعات توصیفی
- نگهداری دارایی: بهنگام سازی موقعیت و وضعیت دارایی و نگهداشت زمانبندی شده.
- بازرسیها: نگهداری رکوردها و موقعیتهای رقومی داراییهای میدانی برای فرآیندهای بازرسی و جریمه کردن
- گزارش حوادث: مستندسازی موقعیت و شرایط تصادفات و رویدادها برای کارها و گزارشات بعدی
- تحلیل GIS و تصمیم‌گیری: اجرای اندازه گیری، بافرزنی، پردازش مکانی و سایر تحلیلهای GIS بصورت میدانی (ایزیری، ۲۰۰۷).

۳-کاربرد GIS همراه در به روز رسانی شبکه راهها

راه از جمله عوارض زیربنایی در کلیه پروژه‌های عمرانی محسوب می‌شود. لذا، داشتن یک نقشه کامل و بهنگام از شبکه راههای هر منطقه نقش مهمی در مراحل مختلف این پروژه‌ها اعم از مطالعات، طراحی، محاسبات، اجرا و بهره برداری در آن منطقه ایفا می‌کند. از سوی دیگر، در حال حاضر بخش حمل و نقل جاده‌ای به لحاظ گستردگی و

وسعت عملکرد آن نسبت به سایر شیوه های حمل و نقل از اهمیت بالایی برخوردار است (مهدی‌پور، ۱۳۸۵). ماهیت شبکه راهها بگونه ایست که در حوزه جغرافیای خاصی محدود نمیشود. بلکه این شبکه در تمامی محدوده‌های جغرافیایی اعم از یک کشور، استان، شهر، روستا و حدفاصل بین این مراکز گسترش یافته است. در نتیجه بدلیل وسعت بالا و به تبع آن تنوع توپوگرافی و اقلیمی محدوده پوشش راهها همواره فرآیند بهنگام سازی این عوارض مستلزم صرف هزینه و زمان بالایی میباشد. سیستمهای اطلاعات مکانی همراه از جمله فناوریهایی است که توانسته است با بکار گرفتن دستگاههای قابل حمل و ارتباطات بی سیم این فرآیند را تسهیل و تسریع نماید.

فناوری دستگاههای قابل حمل پس از سال ۲۰۰۰ رشد زیادی نموده است:

- قابلیت حمل
- استحکام
- طول عمر بالای باتری در حد یک روز
- ظرفیت
- RAM، فلش مموری و سرعت بالای پردازش
- صفحه نمایش بزرگتر با روشنایی بیشتر و حساسیت لمسی
- شبکه بی‌سیم مانند بلوتوث یا wi-fi (سنگستر و همکاران، ۲۰۰۷).

٤- محدوده مطالعاتی

همانگونه که در بخشهای قبل اشاره گردید، هدف این مقاله، طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم اطلاعات مکانی همراه برای بهنگام‌سازی داده موجود از شبکه راههاست. کار عملی در محدوده چهار استان واقع در شمال غرب ایران یعنی استانهای آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل و زنجان صورت گرفته است. منطقه مطالعاتی در حد فاصل بین طول‌های جغرافیایی "16 '12 °44 و "1.3 '26 °49 و عرضهای جغرافیایی "3.96 '33 °35 و "36.72 '57 °39 قرار گرفته است که علاوه بر وسعت بالا بدلیل واقع شدن در یک ناحیه کوهستانی دارای توپوگرافی خشن و ناهموار می باشد (شکل ۱). ویژگیهای اقلیمی شمال غرب ایران منجر به شکل‌گیری مراکز جمعیتی متعدد بویژه روستاهای بسیار شده است. تراکم بالای روستاها نیز بطور مستقیم بر متراکم شدن بافت شبکه راههای دسترسی به این مراکز تاثیر می گذارد. مجموعه عوامل فوق باعث شده است تا در محدوده مطالعاتی مورد نظر شبکه متراکمی از انواع راهها احداث گردد که بخشی از آنها از مناطقی با توپوگرافی سخت و صعب العبور می‌گذرد.

شکل ۱. محدوده مطالعاتی تحقیق

٥- روش کار

این مقاله در تلاش است امکان استفاده از فناوری سیستم اطلاعات مکانی همراه را در به روز رسانی شبکه راهها با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ نشان دهد. نقشه‌های موجود از این شبکه با استفاده از روش تبدیل فتوگرامتری از تصاویر هوایی سال ۷۵ تهیه شده‌اند و لذا بدلیل گذشت زمان طولانی از عکسبرداری این منطقه تغییرات بسیار زیادی در شبکه راهها اعم از اطلاعات مکانی و توصیفی ایجاد شده است و بنابراین ارائه یک نقشه قابل اعتماد از راههای منطقه مستلزم فرآیند به روز رسانی داده های موجود است. فرآیند اجرایی این مطالعه به سه فاز عمده تقسیم شده است بگونه‌ایکه فاز اول شامل طراحی یک سیستم اطلاعات مکانی همراه، فاز دوم شامل پیاده سازی این سیستم و جمع آوری اطلاعات مکانی و توصیفی شبکه راههای شمال غرب ایران و فاز سوم شامل پردازش و ویرایش داده‌های خام و تولید نقشه نهایی شبکه مذکور می‌باشد که در بخشهای آتی به تفصیل اشاره خواهد شد.

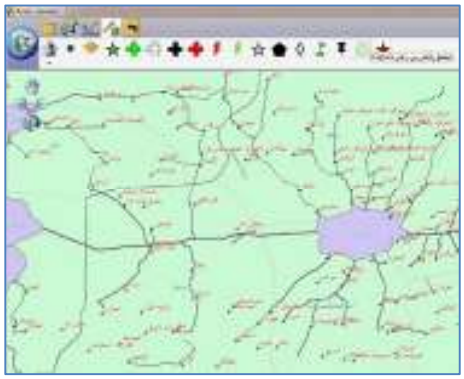
۵-۱- فاز اول: طراحی سیستم و اجزای آن

در این مرحله، یک سیستم اطلاعات مکانی همراه با هدف جمع آوری داده مکانی و توصیفی مورد نیاز از مسیرهای مواصلاتی و مراکز جمعیتی طراحی گردید.

مولفه‌های سخت افزاری و نرم افزاری سیستم شامل مشخصات زیر است:

- رایانه‌های همراه: با توجه به امکانات موجود و برداشت زمینی همزمان توسط دو اکیپ برای گروه اول یک دستگاه رایانه همراه و برای گروه دوم یک دستگاه تبلت اختصاص یافت.
- دستگاه GPS دستی بلوتوث دار با دقت ۳ تا ۵ متر (با توجه به خطای مجاز ۰/۲ میلیمتر در مقیاس نقشه)
- نرم‌افزار سیستم اطلاعات مکانی همراه customize شده: برای جمع آوری موقعیت مکانی راهها، برداشت عوارض حاشیه راهها و همچنین ثبت اطلاعات توصیفی این داده‌ها مجموعه آیکنهای مربوط به ثبت موقعیت و توصیفات عوارض مختلف حاشیه راهها و نقاط مهم راهها مانند تقاطع‌ها و نقاط تغییر نوع راه طراحی و به محیط عمومی نرم افزارArcPad افزوده شد (اشکال ۲ و ۳). همچنین فایل اولیه حاوی لایه‌های مورد نیاز جهت سهولت و تسریع شناسایی منطقه و ارائه دید کنترلی حین انجام برداشتهای زمینی تهیه و در دستگاههای همراه اکیپها قرار گرفت.
- دستگاههای رایانه ثابت و نرم افزار ArcGIS جهت پردازش و ویرایش داده‌های خام و تولید نقشه نهایی.

با توجه به پوشش وسیع محدوده مطالعاتی با ابعاد حدود ۵۰۰ کیلومتر که در حد فاصل بیش از ۵ درجه طول جغرافیایی و بیش از ٤ درجه عرض جغرافیایی گسترش یافته است داده مکانی در سیستم مختصات جغرافیایی (Geographic coordinate systm) و بیضوی مبنای WGS 1984 گردآوری شد.



شکل۲. نمایی از ابزارهای طراحی شده در محیط نرم افزاربرای ثبت عوارض

شکل۳. نمایش نحوه ورود اطلاعات توصیفی حین برداشت عوارض

۵-۲- فاز دوم: پیاده‌سازی سیستم

بخش اول از پیاده سازی سیستم اطلاعات مکانی همراه طراحی شده در فاز اول شامل مراحلی است که طی عملیات صحرایی اجرا شد. در این بخش، براساس طراحی سیستم و فرآیندهای اجرایی کار، ثبت داده مکانی و ثبت اطلاعات توصیفی با چهار اکیپ برداشت زمینی انجام پذیرفت. بطوریکه در بازه‌های زمانی معین برداشت داده توسط دو اکیپ و همزمان ویرایشهای دفتری توسط دو اکیپ دیگر انجام شد. برداشت زمینی داده با حرکت اتومبیل در مسیرهای مورد نظر و طبق دستورالملهای ارائه شده برای پروژه بروزرسانی راههای کشور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در سراسر منطقه شمال غرب انجام و نهایتاً داده‌های خام در قالب یک shapefile حاوی نقاط برداشت شده از محور راهها و یک فایل axf حاوی موقعیت مکانی و اطلاعات

توصیفی عوارض حاشیه راهها در هر جلسه برداشت تولید و در حافظه دستگاههای همراه ذخیره سازی شد.

۵-۳- فاز سوم: پردازشهای دفتری و تهیه نقشه نهایی

فاز سوم مطالعه، شامل کلیه فرآیندهای دفتری است که طی آنها نقاط ثبت شده زمینی توسط GPS به همراه عوارض برداشت شده پردازش و تبدیل به نقشه نهایی راههای شمال غرب شدند. در گام اول اطلاعات جمع آوری شده شامل shapefile های حاوی tracklog و فایلهای axf حاوی عوارض نقطه‌ای حاشیه راهها از دستگاههای همراه تخلیه و آماده پردازش در رایانه‌های desktop گردید. در ادامه طی دو مرحله تبدیل فرمت ابتدا فرمت اطلاعات عوارض حاشیه راهها از axf به shapefile و سپس فرمت کلیه داده‌ها از shapefile به ژئودیتابیس تبدیل شد. در گام بعد طی چند مرحله پردازش نقاط ثبت شده از محور راهها در نرم افزار ArcGIS کلاس عارضه خطی محور راهها تولید شد. سپس جداول توصیفی هر دو مجموعه داده خطی و نقطه‌ای ساماندهی و تکمیل شد. پس از کنترل نهایی صحت و دقت داده توصیفی و مکانی و رفع ایرادات پردازشی، در مراحل بعد قوانین توپولوژیک مورد نیاز در تولید شبکه راهها (Road Network) بر روی کلاس عارضه خطی راه اعمال و خطاهای توپولوژیک شبکه رفع شد. در مرحله نهایی نقشه راههای شمال غرب در قالب یک فایل ژئودیتابیس حاوی کلاس عارضه راهها، مراکز خدماتی و مراکز جمعیتی تهیه و ترسیم شد (شکل ٤). در مراحل مختلف پردازشهای دفتری در صورت نیاز برای رفع ابهامات پیش آمده در شناسایی موقعیتها از تصاویر به هنگام ماهواره‌ای Bing استفاده شده است.

شکل ٤. نمایی از نقشه نهایی شبکه راههای به هنگام از منطقه شمال غرب

٦- نتیجه‌گیری

پیشرفتهای سخت افزاری و نرم افزاری باعث تسریع و تسهیل فرآیند اخذ و ذخیره سازی داده مکانی حجیم بطور آنی گردیده است که این امر موجب کاهش هزینه و زمان تهیه و تولید نقشه های متنوع از مناطق وسیع می شود. یکی از فرآیندهایی که بطور سنتی بسیار پرهزینه و زمانبر بوده است تهیه نقشه راهها در سطح چند استان یا کل کشور است که فناوریهای نوین آنرا سرعت بالایی بخشیده اند. در این مطالعه، یک سیستم اطلاعات مکانی همراه برای چهار استان طراحی و پیاده سازی شد که منجر به تولید نقشه های جدید با دقت مطلوب از شبکه راهها و با کمترین مراحل ترسیم و پردازش گردید.با توجه به قابلیت بالای فناوریهای بیسیم در تبادل طیف وسیعی از داده‌ها، پیشنهاد می‌شود قابلیت اتصال به اینترنت بصورت بی سیم و ارسال آنی داده به منظور سرعت بخشیدن به فرآیند ارسال و کنترل داده خام زمینی در مراحل آتی به کار گرفته شود.

علاوه بر آن، پیشنهاد می‌شود محل نقاط دوربرگردان نیز بصورت عارضه‌ای معین در طول مسیرها برداشت و به مجموعه عوارض موجود در شبکه افزوده شود. بدلیل آنکه ثبت محل دوربرگردانها بویژه در بزرگراهها علاوه بر ارتقای سطح کامل بودن داده بعنوان یکی از مولفه‌های اصلی کیفیت داده منجر به افزایش قدرت تحلیلگری شبکه راه نهایی در تولید پاسخهای واقعی به انواع پرس و جوهای مربوط به یافتن مسیرهای بهینه خواهد شد.

۷-سپاسگزاری

این مطالعه با همکاری اداره کل نقشه‌برداری منطقه شمال غرب کشور، در مدت زمان بیش از یک سال تهیه شده است. لازم است از کلیه اعضای اکیپهای اجرایی زمینی و همچنین پردازشهای دفتری این اداره کل تشکر و قدردانی می‌گردد.

۸-مراجع

-مهدیپور، ف و مسگری، م. (۱۳۸۵)، "به کار گیری منطق فازی در GIS برای یافتن مکان‌های بهینه مراکز خدماتی بین راهی وزارت راه و شهرسازی"، همایش سیستمهای اطلاعات مکانی ، دی ماه، منطقه آزاد قشم.

-Sangster, O., Hansfordand, A. and Chalmers, L., (2010), “The Principles and Practices of Mobile GIS.”, 22th January, The university of Waikato.

-www.esri.com/mobilegis, (2007), “GIS Best Practices”