



## بررسی نقش و جایگاه سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اکتشاف معادن مواد مفیده در ولایت بدخشان: چالش‌ها و راه حل‌ها

پوهنیاړ دیپلوم انجنیر ذبیح الله ذاکر

دیپارتمنت انجنیری جیولوجی و معدن، پوهنځی انجنیری، پوهنتون بدخشان

zabihullahzakirjan721@gmail.com

https://orcid.org/0009-0006-9028-7552

نویسنده

نشانی برقی

نشانی ارکاید

دیپلوم انجنیر محمد رامین قیومی

انجنیر وزارت فواید عامه.

raminqayumi33@gmail.com

نویسنده

نشانی برقی

انجنیر شرافت الله همدرد

محصل دانشکده‌ی انجنیری، دیپارتمنت انجنیری جیولوجی و معدن، پوهنتون بدخشان.

hamdard.sh2021@gmail.com

نویسنده

نشانی برقی

### چکیده

این مقاله به بررسی نقش سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اکتشاف مواد معدنی ولایت بدخشان پرداخته است. بدخشان، واقع در شمال شرق افغانستان، با منابع غنی معدنی مانند لاجورد، طلا، و فلزات گران بها شناخته می‌شود. هدف اصلی این مطالعه، بررسی تأثیر GIS در شناسایی منابع معدنی، کاهش هزینه‌ها و زمان، و همچنین ارزیابی راه‌حل‌های برای رفع چالش‌های مربوط به استفاده از این تکنالوژی در بدخشان است. روش تحقیق شامل جمع‌آوری داده‌ها از منابع کتابخانه‌ای، تحلیل نتایج و مطالعه نمونه‌های موفق جهانی بوده است. نتایج نشان می‌دهد که GIS با قابلیت‌هایی هم‌چون تحلیل دقیق مکانی، مدیریت یکپارچه داده‌ها، و مدل‌سازی سه‌بعدی، ابزار کارآمد برای بهینه‌سازی اکتشافات معدنی است. این تکنالوژی می‌تواند چالش‌هایی نظیر کمبود داده‌های به‌روز، ضعف زیرساخت‌های فنی، و کمبود متخصصان محلی را کاهش دهد. افزون بر این، استفاده از GIS به بهبود برنامه‌ریزی، کاهش تأثیرات زیست‌محیطی و افزایش بهره‌وری کمک می‌کند. در پایان، تحقیق بر لزوم سرمایه‌گذاری در تقویت زیرساخت‌های فناوری، آموزش نیروی انسانی، و بهبود هماهنگی میان ادارات مرتبط تأکید می‌شود. پذیرش و بهره‌گیری از GIS می‌تواند نقش مهمی در توسعه پایدار صنعت معدن و رونق اقتصادی بدخشان ایفا کند.

**کلیدواژه‌ها:** سیستم اطلاعات جغرافیایی، GIS، اکتشاف معادن مواد مفیده، اطلاعات جغرافیایی، ولایت بدخشان.

## Assessment the Role and Status of Geographic Information System (GIS) in the Exploration of Valuable Mineral Deposits in Badakhshan Province: Challenges and Solutions

**Zabihullah Zaki**  
Author: Geology and Mines Department, Engineering Faculty, Badkshsan University,  
Email: Badakhshan.  
Orcid: zabihullahzakirjan721@gmail.com  
<https://orcid.org/0009-0006-9028-7552>

**Mohammad Ramin Qaoumi**  
Author: Geological Engineer in Ministry of Public Works.  
Email: raminqayumi33@gmail.com  
Orcid:

**Sharafatullah Hamdard**  
Author: Student of Engineering Faculty, Department of Geological Engineering, Badakhshan  
Email: University.  
Orcid: hamdard.sh2021@gmail.com

### Abstract

This article examines the role of Geographic Information System (GIS) in the exploration of mineral resources in Badakhshan province. Located in northeastern Afghanistan, Badakhshan is known for its rich mineral resources, including lapis lazuli, gold, and precious metals. This research highlights the significance of GIS as an advanced tool for managing and analyzing geographical data, which can enhance the accuracy and efficiency of exploration processes. The main objective of this study is to evaluate the impact of GIS on identifying mineral resources, reducing costs and time, and proposing solutions to the challenges associated with using this technology in Badakhshan. The research methodology involved collecting data from library sources, analyzing findings, and studying successful global examples. The results indicate that GIS, with its unique capabilities such as precise spatial analysis, integrated data management, and 3D modeling, is an effective tool for optimizing mineral exploration. This technology can address challenges like the lack of up-to-date data, weak technical infrastructure, and a shortage of local experts. Additionally, GIS contributes to improved planning, reduced environmental impacts, and increased productivity. Finally, the study emphasizes the need for investment in strengthening technological infrastructure, training human resources, and enhancing coordination among relevant agencies. The adoption and utilization of GIS can play a crucial role in the sustainable development of the mining industry and the economic growth of Badakhshan.

**Keywords:** Geographic Information System, GIS, Mineral Exploration, Geographic Data, Badakhshan province.

## مقدمه

ولایت بدخشان یکی از مناطق غنی از نظر منابع معدن در افغانستان، به دلیل موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های جیولوجی خاص خود، ظرفیت بالایی برای استخراج و بهره‌برداری از مواد معدنی دارد. این منطقه با داشتن ذخایر غنی از جمله لاجورد، طلا، یاقوت و سایر فلزات گران‌بها، توجه بسیاری از کارشناسان و سرمایه‌گذاران را به خود جلب کرده است. با این حال، پروسه‌ی اکتشاف مواد معدنی در این ولایت با چالش‌های متعدد تکنیکی و محیط‌زیستی مواجه است، که نیازمند استفاده از فناوری‌های پیشرفته و روش‌های نوین برای صرفه جویی و مدیریت این پروسه است. یکی از ابزارهای پیشرفته و کارآمد که می‌تواند نقشه بسزایی در بهبود پروسه‌ای اکتشاف مواد معدنی در بدخشان ایفا کند، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) است. این سیستم با ارایه نقشه‌ها و اطلاعات دقیق و تحلیل‌های جامع، امکان شناسایی و ارزیابی بهتر منابع معدنی را فراهم می‌کند. این سیستم با ترکیب اطلاعات مکانی و غیر مکانی، تجزیه و تحلیل‌های دقیق‌تری از وضعیت زمین‌شناسی، نوع و توزیع مواد معدنی و شرایط محیط‌زیستی منطقه ارایه می‌دهد.

استفاده از Geographic Information system (GIS) در اکتشاف مواد معدنی ولایت بدخشان، چالش‌های و فرصت‌های منحصر به فردی را به همراه دارد. از یک سو، این سیستم می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر مناطق پوتانسیل دار و کاهش هزینه‌ها و زمان اکتشاف کمک کند. از سوی دیگر، چالش‌های مانند دسترسی به اطلاعات دقیق‌تر و به روز (Update) نیاز به تخصص فنی بالا و مسائل مربوط به حفظ و مدیریت اطلاعات، از جمله مسائلی هستند که باید با دقت مورد توجه قرار گیرند. در این مقاله به بررسی چالش‌ها و راه کارهای استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در اکتشاف مواد معدنی ولایت بدخشان خواهیم پرداخت. ابتدا به معرفی کلی سیستم (GIS) و قابلیت‌های آن در زمینه اکتشاف مواد معدنی می‌پردازیم. سپس چالش‌های موجود در استفاده از این سیستم در بدخشان را مورد بررسی قرار می‌دهیم و در نهایت، راه کارهای برای بهبود و صرفه جویی در این زمینه ارایه خواهیم کرد. موضوع عمده این تحقیق، ارایه راه کارهای عملی و قابل اجرا برای استفاده مؤثر سیستم اطلاعات جغرافیایی در اکتشاف مواد معدنی و کمک به توسعه پایدار صنعت معدن در ولایت بدخشان است.

## تبیین مسأله

ولایت بدخشان در قسمت شمال شرق افغانستان یکی از مناطق غنی از نقطه نظر منابع معدنی شناخته می‌شود. اما بهره‌برداری مناسب و پایدار از این منابع همواره با چالش‌های متعددی همراه بوده است. پروسه اکتشاف و استخراج مواد معدنی در این منطقه نیازمند دسترسی به اطلاعات دقیق و به‌روز در مورد نوع و توزیع مواد معدنی، شرایط جیولوجیکی و مسائل محیط‌زیستی است. با وجود

پوتانسیل بالای منابع معدنی در این ولایت، عدم دسترسی به فناوری‌های پیشرفته و روش‌های نوین برای اکتشاف منجر به بهره‌بردای ناکارآمد و بعضاً آسیب‌های محیط‌زیستی جدی شده است. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان یک ابزار قدرتمند می‌تواند نقش کلیدی در بهبود پروسه‌ی اکتشاف مواد معدنی ایفاء کند. GIS با ارایه نقشه‌ها، اطلاعات دقیق و تحلیل جامع، امکان شناسایی و ارزیابی بهتر منابع معدنی را فراهم می‌کند. این سیستم می‌تواند به کاهش هزینه‌ها و زمان اکتشاف، افزایش دقت در شناسایی مناطق پوتانسیل‌دار، و مدیریت بهتر اطلاعات جیولوجیکی و محیط‌زیستی کمک کند. با این حال چالش‌های متعددی در استفاده از GIS برای اکتشاف مواد معدنی در بدخشان وجود دارد، این چالش‌ها شامل محدودیت‌های دسترسی به اطلاعات دقیق و تازه، نیاز به تخصص فنی بالا برای بهره‌برداری مؤثر از GIS و مسائل مربوط به حفظ و مدیریت اطلاعات می‌شود. با توجه به اهمیت استراتژیک منابع معدنی بدخشان برای اقتصاد منطقه و کشور هم‌چنان ضرورت حفظ محیط‌زیست و بهره‌برداری پایدار از این منابع، این تحقیق به بررسی چالش‌ها و راه‌حل‌های استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در اکتشاف مواد معدنی ولایت بدخشان می‌پردازد. محور اصلی این تحقیق شناسای موانع موجود در استفاده از GIS و ارایه راه حل‌های عملی و قابل اجراء برای بسترسازی پروسه اکتشاف و استخراج مواد معدنی در این ولایت است.

### پرسش‌های تحقیق

پرسش اصلی: چگونه می‌توان از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای بهتر سازی پروسه اکتشاف مواد معدنی در ولایت بدخشان استفاده کرد و چه چالش‌ها و راه‌حل‌های در این زمینه وجود دارد؟

پرسش‌های فرعی

۱. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) چه قابلیت‌ها و مزایایی در زمینه‌ای اکتشاف مواد معدنی ارایه می‌دهد؟
۲. چه نوع داده‌ها و اطلاعات برای استفاده مؤثر از GIS در اکتشاف مواد معدنی در بدخشان مورد نیاز است؟
۳. چالش‌های اصلی مرتبط با دسترسی و استفاده از داده‌های GIS در بدخشان چیست؟
۴. چه راه‌حل‌ها و استراتژی‌های برای بهبود و بسترسازی استفاده از GIS در اکتشاف مواد معدنی در ولایت بدخشان وجود دارد؟

## اهداف تحقیق

هدف اصلی: بهترسازی پروسه‌ای اکتشاف مواد معدنی در ولایت بدخشان با استفاده از GIS و شناسایی چالش‌ها و راه کارها در این زمینه.

اهداف فرعی

- ۱- تحلیل قابلیت‌ها و مزایایی GIS در اکتشاف مواد معدنی؛
- ۲- شناسایی نوع و کیفیت داده‌های مورد نیاز برای استفاده مؤثر از GIS؛
- ۳- شناسایی و تحلیل چالش‌های دسترسی و استفاده از داده‌های GIS؛
- ۴- ارایه راه‌حل‌ها و استراتژی‌های بهترسازی استفاده از GIS در اکتشاف مواد معدنی.

## اهمیت تحقیق

ولایت بدخشان به عنوان یکی از مناطق غنی از نظر منابع معدنی در افغانستان شناخته می‌شود. با توجه به این پتانسیل، بهره‌برداری بهتر و پایدار از این منابع می‌تواند نقش کلیدی در رشد اقتصادی و توسعه صنعتی منطقه و کشور داشته باشد. در این میان، استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌تواند تأثیر قابل توجه در پروسه‌ای اکتشاف مواد معدنی ایجاد کند و به ارتقای دقت، کاهش هزینه‌ها و زمان اکتشاف کمک کند. علاوه بر آن بهره‌برداری بهتر از منابع معدنی این منطقه می‌تواند منجر به ایجاد فرصت‌های شغلی جدید، افزایش درآمدهای محلی و ملی و تقویت زیرساخت‌های اقتصادی شود. استفاده از GIS در اکتشاف این منابع می‌تواند، استخراج مواد معدنی را افزایش داده و به توسعه‌ی پایدار اقتصادی منطقه کمک کند. یکی از چالش‌های بزرگ در اکتشاف و استخراج مواد معدنی، تأثیرات منفی بر محیط زیست است، GIS می‌تواند با ارایه اطلاعات و تحلیل‌های دقیق، به کاهش این تأثیرات کمک کند و بهره‌برداری پایدار و مسوولانه از منابع معدنی را تسهیل نماید. هم‌چنان تکنالوژی GIS با تحلیل اطلاعات مکانی و جیولوجیکی، می‌تواند دقت و سودمندی پروسه‌ی اکتشاف را بهبود بخشد. این امر منجر به کاهش هزینه‌ها و زمان مورد نیاز برای شناسایی و بهره‌برداری از منابع معدنی می‌گردد. ولایت بدخشان دارای منابع معدنی فراوانی است که بهره‌بردار صحیح و علمی از آن‌ها می‌تواند سبب رونق اقتصادی و اجتماعی منطقه شود. تحقیق و بررسی در زمینه‌ای استفاده از GIS برای اکتشاف این منابع می‌تواند به شناسایی و بهره‌برداری بهتر از این منابع کمک کند.

## پیشینه‌ی تحقیق

اکتشاف و بهره‌برداری از منابع معدنی همواره یکی از عوامل مهم در توسعه‌ای اقتصادی و صنعتی جوامع بوده است. با توجه به غنای منابع معدنی ولایت بدخشان، بهره‌برداری بهتر و پایدار از این منابع می‌تواند نقش مهمی در رشد اقتصادی منطقه و کشور داشته باشد. در افغانستان، با وجود

پوتانسیل بالای منابع معدنی استفاده از فناوری‌های پیشرفته مانند GIS هنوز به طور کامل مورد بهره‌برداری قرار نگرفته است. مطالعات محدودی در زمینه‌ی استفاده از GIS در اکتشاف مواد معدنی در کشور انجام شده است، که نشان دهنده‌ی نیاز به تحقیقات بیشتر و توسعه راه کارهای عملی برای بهره‌برداری از این فناوری در اکتشاف منابع معدنی می‌باشد. برای درک اهمیت موضوع چند تحقیق را به صورت مختصر بیان می‌نمائیم.

تحقیق تحت عنوان ( Application of Geographic Information System in Mineral Exploration) توسط (Mohadeseh Salehi) در سال ۲۰۱۴ انجام شده است. در این تحقیق مزایا و قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی در زمینه‌ای اکتشاف مواد معدنی به بررسی گرفته شده و محقق در نتیجه‌گیری خویش چنین بیان می‌کند که؛ استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی مزایایی خاص را داشته و باعث صرفه‌جویی در زمان و بودیجه‌ای پروسه اکتشاف مواد معدنی می‌گردد.

مقاله‌ی دیگری زیرنام (کاربرد GIS در مهندسی و تأثیر آن بر هزینه پروژه‌ها) توسط کیومرث زمانی، ابراهیم زلّقی و دیگران در سال ۲۰۱۵ نوشته شده است. این تحقیق اهمیت و ارزش استفاده از GIS را در بخش صرفه‌جویی در مصارفات پروژه و هم‌چنان زمان نشان می‌دهد. محققان در این تحقیق دریافتند؛ که به کارگیری و استفاده سیستم اطلاعات جغرافیایی تأثیرات مؤثر در قسمت صرفه‌جویی پروژه‌ها دارا می‌باشد.

تحقیق با موضوع (بررسی کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (جی‌آی‌اس) در سازماندهی مدارک علوم زمین موجود در مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران) توسط مهری صدیقی در سال ۲۰۱۰ انجام شده است. این تحقیق موضوع استفاده و کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی را در قسمت مدیریت و سازماندهی مدارک علوم زمین بررسی نموده است. نتایج تحقیق بیان می‌کند در دنیای امروزی با حجم انبوه از اطلاعات جغرافیایی و داده‌ها مواجه هستیم، و نظر به قابلیت‌ها و توانایی‌های که این سیستم دارد، فقط می‌توان با استفاده از GIS این اطلاعات را مدیریت و تنظیم نمود.

تحقیق حاضر به بررسی چالش‌ها و راه‌حل‌های استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در اکتشاف مواد معدنی ولایت بدخشان می‌پردازد. در این تحقیق بر اساس نیاز به بهبود و به‌سازی پروسه‌ی اکتشاف در بدخشان و با توجه به ظرفیت‌ها و محدودیت‌های موجود در این ولایت، تلاش گردیده تا راه کارهای عملی و مؤثری برای استفاده لازم و مؤثر از GIS<sup>۱</sup> را ارائه دهد.

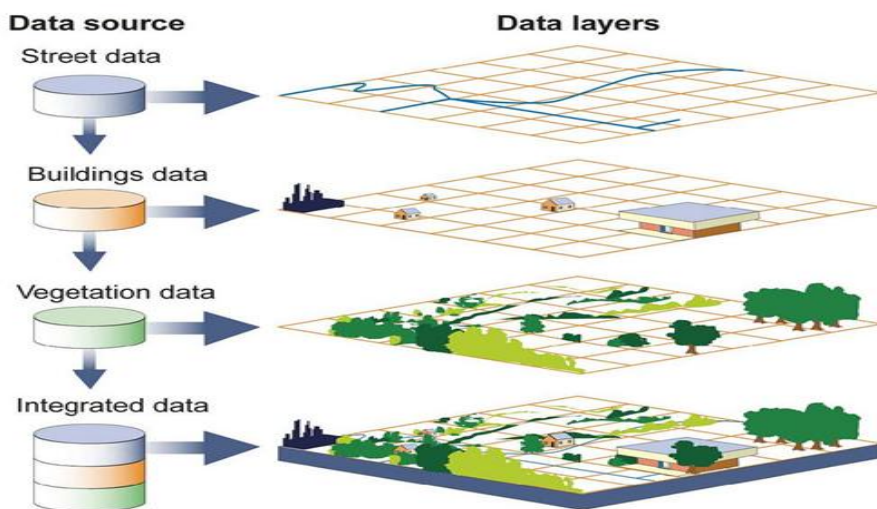
<sup>۱</sup>. Geographic Information System

## روش تحقیق

در این تحقیق از منابع کتابخانه‌ای به منظور جمع‌آوری و بررسی اطلاعات و داده‌های موجود در باره‌ای کاربرد GIS در اکتشاف مواد معدنی و تحلیل وضعیت فعلی منابع معدنی ولایت بدخشان استفاده شده است. این منابع شامل کتاب‌ها، مقالات علمی، گزارش‌های تحقیقاتی، و مقالات منتشر شده در ژورنال‌های معتبر می‌باشند. اطلاعات به‌دست آمده از این منابع به منظور شناخت دقیق‌تر از مزایا و چالش‌های استفاده از GIS، جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل‌های بعدی و بررسی نمونه‌های مؤفق در سایر مناطق جهان استفاده گردیده است.

## نتایج و یافته‌ها

اصولاً وظیفه سیستم اطلاعات جغرافیایی افزایش توانایی در امر تصمیم‌گیری است. این سیستم شامل یک تعداد عملیات، از طرح و مشوره تا جمع‌آوری اطلاعات، ذخیره سازی و تجزیه و تحلیل آن‌ها را شامل می‌شود. دارا بودن توابع تحلیلی که امکان پردازش بر روی داده‌های مکانی متفاوت در طول زمان را دارد، از دیگر مشخصه‌های انحصاری این سیستم است (کاوشیان، ۱۳۹۶: ۳). سیستم اطلاعات جغرافیایی عبارت است از یک مجموعه کامپیوتری برای جمع‌آوری، ذخیره، مدیریت و آنالیز اطلاعات که موقعیت جغرافیایی آن‌ها یک مشخصه‌ای اصلی و مهم محسوب می‌شود، می‌باشد. اطلاعات جغرافیایی از پیچیدگی‌های خاص برخوردار هستند، زیرا این داده‌ها باید حاوی اطلاعاتی در باره‌ی موقعیت مکانی، ارتباط توپولوژیک احتمالی و ویژگی‌های ثبت شده موضوعات باشند. داده‌های جغرافیایی با تکیه بر سیستم مختصات استاندارد به مکان‌هایی از سطح زمین مربوط هستند. داده‌های اولیه به خودی خود دارای ارزش چندانی نیستند و برای آن که قابل استفاده باشند باید تبدیل به اطلاعات شوند. معلومات (Data) وقتی که سازماندهی، ارایه، تحلیل و تفسیر شوند و به صورت قابل استفاده در امر تصمیم‌گیری‌ها در آیند، صورت و یا شکل اطلاعات (Information) را به خود می‌گیرند. بنابراین اطلاعات جغرافیایی را می‌توان معلومات-های مرتبط با زمین تلقی کرد که بعد از پردازش قابل استفاده و استناد است (کاوشیان، ۱۳۹۶: ۵).



شکل ۱: مراحل پروسس داده‌ها توسط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، کاوشیان، ۱۳۹۶.

سیستم اطلاعات جغرافیایی یا GIS یک سیستم کمپیوتری است که امکان دسترسی و کاربری هم‌زمان از چند موضوع را بدست می‌دهد. این سیستم می‌تواند با روی هم‌انداختن (Overlay) نقشه‌های با موضوعات مختلف از یک منطقه، امکان بررسی همه جانبه‌ای آن منطقه را موجب سازد. این سیستم‌ها قادر هستند عملیات مختلف فضایی، ارتباطی، پردازش و مدیریت معلومات (داده‌ها) را آن‌جام دهند. امروزه GIS در زمینه‌های مختلف تکنولوژیکی، صنعتی، محیط‌زیست، جغرافیا، معادن، اقتصادی، اجتماعی و هزاران موضوع دیگر به کمک بشر شتافته و به کمک آن بشر توانسته در هزینه و از آن مهم‌تر در زمان، صرفه جویی نماید (خوزانی و دیگران، ۱۳۹۳: ۱۰).



## کاربردهای سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

کاربرد GIS وابسته به منطقه یا کشور است که در بخش‌های مختلفی توسعه یافته است، به طوری که در ابتدا در اروپا از این سیستم در پایگاه‌های اطلاعات ثبت اسناد و املاک، محیط‌زیست، نگهداری نقشه‌های توپوگرافی، در کانادا در برنامه‌ریزی جنگل‌ها، حجم درختان و چوب قابل برداشت، شناسایی راه‌های دسترسی به جنگل، در چین و جاپان نظارت و مدل سازی تغییرات محیط‌زیستی و در آمریکا در رشته‌های گوناگونی از جمله در برنامه‌ریزی شهری و اکتشاف معادن مواد مفیده از این سیستم استفاده شده است و با گذشت زمان و توسعه این سیستم استفاده آن به تمام بخش‌های مرتبط با زمین گسترش یافته است (Longley ۲۰۰۵:۳۹ & Others).



شکل ۲: موارد استعمال سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، ۲۰۰۵، Longley & Others

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در همه بخش‌هایی که به نحوی با زمین، نقشه و به‌طور کلی با اطلاعات جغرافیایی مکان‌دار و تحلیل‌های فضایی ارتباط دارند، امکان پذیر می‌باشد. GIS اطلاعات مکان‌دار فضایی را با اطلاعات جغرافیایی یک پدیده‌ای خاص روی نقشه مرتبط می‌سازد. بدین اساس کاربر سیستم اطلاعات جغرافیایی محدود نبوده و شامل تمام موارد و موضوعات که مرتبط به زمین است می‌باشد. که می‌توان به‌طوراساسی از موارد چون مؤسسات نقشه‌برداری، پلان گذاران، مؤسسات آبرسانی، شاروالی‌ها، مؤسسات امنیتی، ترافیک و ترانسپورت، زراعت، معادن، صحت عامه، احصائیه، امور شهرداری، شبکه‌های مخابراتی و غیره بخش‌های دیگر را نام برد (Sadidi, ۲۰۱۷).

## مؤلفه‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

سیستم اطلاعات جغرافیایی یا (Geographic Information System) شامل یک بسته‌ی کمپیوتری (شامل سخت افزار و نرم‌افزار) از تکنالوژی جدید است که دستیابی به عملیات و اهداف ویژه‌ای را فراهم می‌سازد. مؤلفه‌های این سیستم عبارت اند از: کاربران، سخت افزارها، نرم‌افزارها، اطلاعات و روش‌ها (سلطانیان، ۱۳۹۳: ۹).

**اهداف استفاده سیستم اطلاعات جغرافیایی:** هدف نهایی سیستم اطلاعات جغرافیایی یا GIS، پشتیبانی جهت تصمیم‌گیری‌های پایه‌گذاری شده بر اساس اطلاعات مکانی می‌باشد و عمل کرد اساسی آن بدست آوردن اطلاعاتی است که از ترکیب لایه‌های متفاوت داده‌ها با روش‌های مختلف و با دیدگاه‌های گوناگون به‌دست می‌آیند. هدف فوق از طریق فعالیت‌های که به‌روی داده‌های مکانی آن‌جام می‌گیرد، صورت می‌پذیرد (پریزادی و روشنگر، ۱۳۹۵: ۵۱). این فعالیت‌ها عبارت اند از:



1. اشخاص People
2. سخت افزار Hardware
3. نرم افزار Software
4. اطلاعات جغرافیائی Data
5. روش (طرز العمل) Methods

شکل 3: مؤلفه‌های اساسی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، سلطانیان، ۱۳۹۳.

### ➤ جستجو (Search)

عبارت از عمل کرد جستجوی مجموعه‌های از داده‌های سازمان یافته از پایگاه داده‌های یک سیستم اطلاعات جغرافیایی است (پریزادی و روشنگر، ۱۳۹۵: ۵۲).

### ➤ سازماندهی (Organization)

در این سیستم‌ها ویژگی اصلی برای سازماندهی داده‌های موجود، موقعیت مکانی آن‌ها می‌باشد (پریزادی و روشنگر، ۱۳۹۵: ۵۲).

### ➤ تجسم یا به تصویر درآوردن (Monitoring)

تکنالوژی GIS از توانمندی‌های گرافیکی کمپیوتری، برای تجسم استفاده می‌نماید. نمایش اطلاعات به‌طور معمول با استفاده از صفحه‌ی نمایش ویدیویی آن‌جام می‌شود. اما سایر

دستگاه‌های خروجی نظیر چاپگرهای رنگی نیز برای نمایش نسخه‌های چاپی استفاده می‌شود (پریزادی و روشنگر، ۱۳۹۵: ۵۲).

➤ ترکیب و تلفیق (Integration): بخش دیگری از این فعالیت‌ها، تلفیق مجموعه‌ای داده‌های مکانی از منابع بسیار گوناگون جهت نمایش، درک و تفسیر پدیده‌های مکانی می‌باشد (این پدیده‌ها هنگامی که داده‌های مکانی به صورت مجزا به کار گرفته می‌شوند، قابل رویت نیستند) (پریزادی و روشنگر، ۱۳۹۵: ۵۲).

➤ تجزیه و تحلیل (Analysis): تجزیه و تحلیل، پروسه‌ای استنباط و دریافت مفهوم داده‌ها است و به معنی تجزیه و تحلیل داده‌های مکانی می‌باشد (پریزادی و روشنگر، ۱۳۹۵: ۵۲).  
➤ پیش‌بینی (Prediction): هدف از مطالعه و بررسی‌ها به‌رویی داده‌های مکانی در یک سیستم اطلاعات جغرافیایی، به‌طور معمول پیش‌بینی است. در حقیقت سیستم اطلاعات جغرافیایی یا GIS، توانمندی‌های کاری را برای جمع‌آوری، ورود (Input)، تحلیل، تغییر شکل، به تصویر درآوردن، ترکیب، جستجو، مدل سازی و نمایش تمامی داده‌های مکانی براساس اهداف مورد نظر فراهم می‌سازد (پریزادی و روشنگر، ۱۳۹۵: ۵۲).

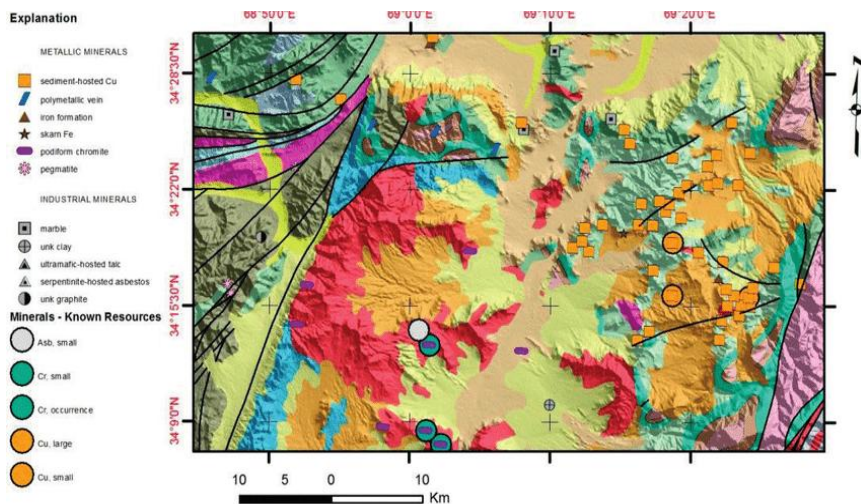
**مزیت‌های استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS:** امروزه وجود اطلاعات به روز، به‌منظور شناخت عوامل طبیعی و انسانی با هدف بهره‌گیری بهتر و مناسب آن امر بدیهی است. به همین دلیل استفاده از اطلاعات در بعد سیستم GIS می‌تواند در موارد مانند؛ پاسخگویی به نیاز کاربران در تمامی زمینه‌ها، سازماندهی و افزایش بهره‌وری از منابع موجود، به‌ترسازی سرمایه‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها، ابزاری مفید در جهت تصمیم‌مدیران، سرعت و دقت کار، تعیین قابلیت‌های توسعه در مناطق و مکان‌های مختلف و غیره موارد دیگر مؤثر باشد (Sami ۲۰۱۲: ۱۰). (Osman,

**اکتشاف مواد معدنی:** بهره‌برداری معادن یک پروسه‌ای مغلق، پیچیده و دوامدار بوده، که چندین مرحله را در بر می‌گیرد که عبارت‌اند از تفحص، اکتشاف و استخراج می‌باشد. مسأله‌ای اساسی امور تفحصی عبارت‌اند از تثبیت و ارزیابی مقدماتی معادن صنعتی می‌باشد. حل این مسأله با پیشبرد کمپلکس کارها بدست می‌آید که با تسلسل معین اجراء شده باشند. اساس برای پیشبرد امور تفحصی عبارت از مجموعه مناسب مدارک جیولوجیکی بوده که امکان تثبیت این و یا آن معدن را در منطقه‌ای مورد تحقیق تعیین می‌نماید. در مرحله‌ای اکتشاف مسأله‌ای اساسی عبارت از تثبیت نمودن معادن صنعتی، ارزیابی و تعیین نمودن امکانات استفاده بیشتر مناسب آن‌ها می‌باشد. واحدهای جیولوجیکی مرحله‌ای اکتشاف عبارت از معادن صنعتی می‌باشد. به معادن صنعتی تجمعات مواد مفیده تعلق دارند که از لحاظ کیفیت و مقدار مواد خام منرالی که در آن‌ها وجود

دارد، از لحاظ تکنیکی ممکن و از لحاظ اقتصادی در سطح موجود نیروهای تولیدی استخراج آن‌ها مناسب باشد. مرحله‌ی اخیر بهره‌برداری معادن عبارت از استخراج می‌باشد، که به‌طور کلی استخراج معادن، پروسه‌های شامل حفاری و کندن کاری را شامل گردیده که در جریان این پروسه سنگ معدنی مورد نظر از معادن به‌دست می‌آید. بعد از پروسس و غنی سازی مواد معدنی مورد هدف، با کم‌ترین میزان سنگ‌های زائد از قشر زمین استخراج می‌گردد. روش‌های استخراج برای انواع مختلف مواد معدنی فرق می‌کند (سهاک، ۱۳۹۵: ۱۴۸).

### نقش GIS در بهبود پروسه‌ای اکتشاف مواد معدنی: سیستم اطلاعات جغرافیایی

در حال حاضر در زمینه‌های جیولوجی بسیار گسترده و متنوع مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در این‌جا بحث روی استفاده GIS در زمینه‌ی اکتشاف مواد معدنی می‌باشد. پروسه‌ی اکتشاف مواد معدنی متشکل از چندین مرحله است که در مقیاسی کوچک آغاز شده و به مقیاس بزرگ‌تر تبدیل می‌شود. در هر مرحله مطالعات مربوط به جیولوجی، توپوگرافی، جیوفزیک، جیوکیما جمع‌آوری شده مورد پردازش قرار گرفته و یک‌پارچه می‌گردد. با تلفیق نتایج در هر مرحله منطقه‌ی مورد مطالعه کوچک‌تر می‌شود و سرانجام به انتخاب محل‌های به عنوان هدف برای استخراج، به منظور دست یافتن به ذخایر معدنی پایان می‌پذیرد (مدنی، ۱۳۹۱: ۴۲). جیولوجستان می‌توانند سیستم اطلاعات جغرافیایی را در بخش‌های استخراج معادن و اکتشاف مواد معدنی برای ارایه داده‌ها در بستر یک پارچه سازی با استفاده از مقاطع سنتی و گرافیکی مربوط به دیدگاه نقشه برنامه‌ریزی اعمال کنند. در بخش اکتشاف مواد معدنی، جیولوجستان با انواع مختلف منابع معلومات برای اکتشاف ذخایر جدید معدنی متفرق سروکار دارند. منابع معلومات از قسمت نقشه‌های جیولوجی، تصاویر ماهواره‌ای چند طیفی، و تصاویر هوایی و جیوفزیک‌ها با فارمت‌های متفاوت تغییر می‌کند. GIS بهترین برنامه برای جمع‌آوری تمام این داده‌ها با هم و ارایه نتایج پربار است. GIS در حال حاضر می‌تواند به جیولوجستان در بسیاری از زمینه‌های مربوط به فعالیت‌های خود مانند: اکتساب داده‌ها، مدیریت و کنترل و ارزیابی عملیات کمک کند (محدثه، ۱۳۹۳: ۴).



شکل ۴: نمونه استفاده سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در نقشه برداری معادن، محدثه، ۱۳۹۳.

تمام مجموعه داده‌های جیولوجی مانند: نقشه‌های جیولوجیکی، جیوکیمیای، تصاویر جیوفیزیکی، اندازه‌گیری شعاع، و پارچه‌های مواد معدنی را می‌توان نشان و فوراً با استفاده از GIS تفسیر و تحلیل نمود. از سوی دیگر جاده‌ها، خطوط لوله‌ها، سطوح شیب‌دار، خطوط برق و سایر الزامات معدن معمولاً تغییر می‌یابند. اپراتورها و مهندس‌ها می‌توانند از GIS برای کاربرد برنامه‌های تولیدی استفاده کنند. به عنوان مثال؛ مسیر ردیابی زیرزمین را حفظ می‌کنند و آن‌را با طرح استخراج و مدل‌سازی ترکیب می‌کنند که می‌تواند با استفاده از GIS آن‌جام شود. خوشبختانه GIS ممکن است در ترکیب داده‌های پژوهشی با مدل‌های کامل یا اطلاعات برنامه‌ریزی شده معادن مورد استفاده قرار گیرد که ناشی از گروه‌های مختلف نرم افزار متعدد مانند جیوسافت، Vulcan, Mine Sight, Surpac و سیستم تجسم معدن (MVS) است (محدثه، ۱۳۹۳: ۵).

### قابلیت‌ها و مزایای GIS در اکتشاف مواد معدنی: سیستم اطلاعات جغرافیایی

(GIS) ابزاری قدرتمند و چند منظور است که قابلیت‌ها و مزایای بسیاری را در زمینه اکتشاف مواد معدنی فراهم می‌آورد. استفاده از GIS در اکتشاف مواد معدنی بهبود دقت، کارایی و بهره‌وری پروسه‌ی اکتشافی را به همراه دارد. GIS چهارچوبی برای جمع‌آوری و توسعه و تفسیر معلومات منظم را برای معادن فراهم می‌آورد و با توجه به این که مفاهیم هم‌چون نقشه برداری، زمان، فاصله عملیات، تکنالوژی مفاهیم ضروری برای معدن‌کاری می‌باشند. GIS به هر چه مؤثرتر شدن این فعالیت‌ها کمک می‌نماید. در ادامه به بررسی برخی از این قابلیت‌ها و مزایا می‌پردازیم (Milad and others, ۲۰۱۷: ۹۸).

## قابلیت‌ها و توانایی‌های GIS

۱- **تجزیه و تحلیل مکانی:** GIS امکان تجزیه و تحلیل دقیق مکانی معلومات جغرافیایی و جیولوجی را فراهم می‌کند. این تحلیل‌ها می‌توانند به شناسایی الگوها، روندها و توزیع‌های فضایی منابع معدنی کمک کنند (Rajesh, ۲۰۰۴:۹۸).

۲- **مدیریت معلومات:** GIS قادر است حجم بزرگی از معلومات (داده‌ها) مختلف شامل نقشه‌ها، تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های جیولوجی و جیوفزیک را به صورت یکپارچه مدیریت کند. این قابلیت به تحلیل گران امکان می‌دهد که داده‌های چند منظوره را به صورت همزمان مورد بررسی قرار دهند (Rajesh, ۲۰۰۴:۹۸).

۳- **تصویربرداری و نقشه‌برداری:** سیستم اطلاعات جغرافیایی ابزارهای پیشرفته‌ی برای تصویر برداری و نقشه‌برداری دقیق از مناطق معدنی فراهم می‌کند. این نقشه‌ها می‌توانند شامل لایه‌های مختلفی مانند نقشه‌های جیولوجی، نقشه‌های توپوگرافی و نقشه‌های اراضی (Landuse) باشند (Rajesh, ۲۰۰۴:۹۸).

۴- **پیش‌بینی و مدل‌سازی:** GIS امکان ایجاد مدل‌های سه‌بعدی و پیش‌بینی مناطق با پوتانسیل بالای معدنی را فراهم می‌کند. این مدل‌ها می‌توانند به شناسایی مناطق جدید معدنی و برنامه‌ریزی بهتر برای اکتشاف کمک کنند (Rajesh, ۲۰۰۴:۹۸).

۵- **یکپارچه‌سازی داده‌ها:** GIS قابلیت یکپارچه‌سازی داده‌های مختلف از منابع متعدد را دارد. این داده‌ها می‌توانند شامل داده‌های جیولوجی، جیوکیمیای، جیوفزیک و داده‌های دموگرافیک باشند (Rajesh, ۲۰۰۴:۹۸).

## مزایای استفاده GIS

۱- **افزایش دقت و کارایی:** استفاده از GIS در اکتشاف مواد معدنی به افزایش دقت و کارایی پروسه‌ی اکتشافی کمک می‌کند. تحلیل‌های دقیق و یکپارچه‌سازی داده‌ها منجر به تصمیم‌گیری‌های بهتر و بهره‌وری بالاتر می‌شود (Sami Osman, ۲۰۱۲:۹).

۲- **کاهش هزینه‌ها و زمان:** GIS با فراهم آوردن ابزارهای تحلیل سریع و دقیق، می‌تواند هزینه‌ها و زمان مورد نیاز برای اکتشافات معدنی را کاهش دهد. این امر به کاهش هزینه‌های عملیاتی و افزایش سودآوری پروژه‌های معدنی منجر می‌شود (Sami Osman, ۲۰۱۲:۹).

۳- **بهبود مدیریت منابع:** GIS امکان مدیریت بهتر منابع معدنی را فراهم می‌کند. این سیستم می‌تواند به شناسایی و بهره‌برداری لازم از منابع معدنی کمک کند و از استخراج بی‌رویه و تخریب محیط‌زیست جلوگیری کند (Sami Osman, ۲۰۱۲:۹).

۴- **ارتقای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری:** GIS ابزارهای قدرتمندی برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در اختیار مدیران و متخصصان قرار می‌دهد. با استفاده از داده‌های دقیق و تحلیل‌های پیشرفته، می‌توان به برنامه‌ریزی‌های بهتر و اجرای موفق‌تر پروژه‌های معدنی پرداخت (Sami Osman, ۲۰۱۲:۹).

۵- **حفظ محیط‌زیست:** سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند به شناسایی و پایش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های معدنی کمک کند. این سیستم با ارائه اطلاعات دقیق در باره‌ی محیط‌زیست و منابع طبیعی، می‌تواند به حفظ و حفاظت از اکوسیستم‌های محلی کمک کند (Sami Osman, ۲۰۱۲:۹).

۶- **بهبود همکاری‌ها و هماهنگی‌ها:** GIS امکان بهبود همکاری‌ها و هماهنگی‌ها بین تیم‌های مختلف و سازمان‌های مرتبط با اکتشاف مواد معدنی را فراهم می‌کند. این سیستم می‌تواند به اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات بین تیم‌ها و سازمان‌ها کمک کند و پروسه‌های کاری را بهبود بخشد (Sami Osman, ۲۰۱۲:۹).

با توجه به این قابلیت‌ها و مزایا، استفاده از GIS در اکتشاف مواد معدنی می‌تواند به بهبود عمل‌کرد و کارایی این صنعت کمک شایانی کند و فرصت‌های جدیدی را برای توسعه پایدار و بهره‌برداری لازم و بهتر از منابع معدنی فراهم آورد (Sami Osman, ۲۰۱۲:۹).

**منابع و پوتانسیل‌های معدنی ولایت بدخشان:** ولایت بدخشان در شمال‌شرق افغانستان قرار داشته، یکی از ولایت‌های کوهستانی، زلزله‌خیز و سرسبز بوده و دارای منابع سرشار طبیعی از جمله معادن لعل و لاجورد می‌باشد که از پنج‌هزار سال پیش استخراج آن آغاز گردیده بود (سهاک، ۱۳۹۱: ۱۵۰). طبق صندوق جهانی حیات وحش، زمستان‌های بدخشان آب و هوای سرد و تابستان‌های آن اقلیم معتدل و گوارا دارد. میزان اوسط درجه‌ی حرارت در زمستان (۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) و در تابستان میان (۱۵ - ۲۵ درجه سانتی‌گراد) می‌باشد. مقدار بارندگی این ولایت میان (۸۰۰ - ۱۰۰۰ ملی متر) در یک سال ثبت شده که اکثراً به شکل برف می‌باشد (عارض، ۱۳۹۰: ۸۹). بدخشان به دلیل داشتن معادن لعل، لاجورد، زمرد، فیروزه و طلای خویش مشهور است. عمده‌ترین معادن بدخشان: لاجورد یمگان، معدن لعل در سرگیلان و معادن طلای راغ و یفتل و هم‌چنین معدن منجان (مشترک با ولایت پنجشیر) می‌باشد (سادات، ۱۳۹۸: ۱۳۰).

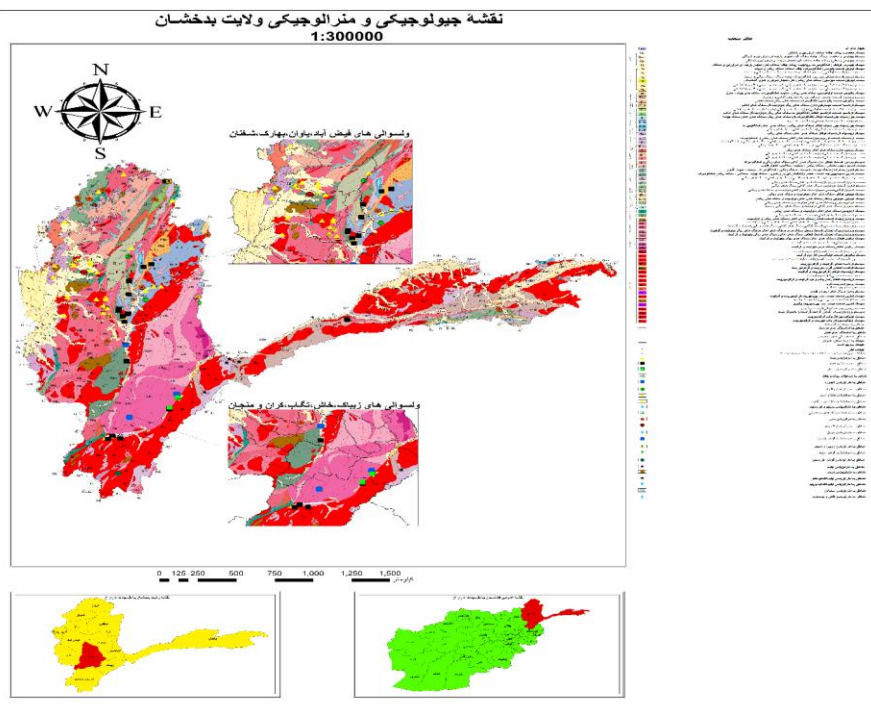
معادن لاجورد: لاجورد بیش از (۶۰۰ سال) است که در معادن سرسنگ واقع در کران و منجان ولایت بدخشان استخراج می‌شود. این معادن بزرگترین و شناخته شده‌ترین منابع دوران باستان بوده‌اند. به اساس ذخایر و کیفیت سنگ‌های معدنی، معدن لاجورد بدخشان از جمله‌ی لاجورد بی‌نظیر جهان محسوب می‌گردد (موسی‌زی و سهاک، ۱۳۹۹: ۵۲۶).



➤ معدن آهن سیاه‌جر: این معدن در ولپرسشی بهارک موقعیت دارد، اجسام معدنی شکل طبقه‌ای داشته و دارای ترکیب هماتیت و مگنیتیت می‌باشد. ذخایر آهن در این معدن بین (۴۰-۴۵ میلیون-تن) پیشبینی شده است (سهاک، ۱۳۹۱: ۶۶).

➤ معدن طلای ویکادور: این معدن در ۵۰ کیلومتری شمال شهر فیض‌آباد ولپرسشی راغ ولایت بدخشان موقعیت دارد که موجودیت طلا با کیفیت بلند در آن ثابت شده است. این معدن ۲ متر عرض و ۳۵۰ متر طول دارد. برعلاوه‌ی طلا در این معدن نقره نیز پیدا می‌شود. ذخایر طلا با کمیت  $4/1 \text{ gr/T}$  محاسبه شده که مقدار آن به  $958/3$  کیلوگرام است (سهاک، ۱۳۹۱: ۴۳۵).

➤ معدن فلزات نادره: بدخشان از جمله ولایت افغانستان است که در آن کمربند پگماتیکی گسترش داشته که در حدود این کمربند فلزات نادره، سنگ‌های قیمتی و سنگ‌های تزئینی پیدا می‌شوند (سادات، ۱۳۹۸: ۱۹۳).



شکل ۵: نقشه جیولوجیکی و منرالوجیکی ولایت بدخشان با استفاده از دیتای USGS.

و تصمیم‌گیری‌ها دارد. با این حال، در ولایت بدخشان چالش‌ها و محدودیت‌های متعددی در استفاده بهتر و درست از این تکنالوژی وجود دارد که برخی از آنها اشاره را می‌نمایم.



**۱- کمبود اطلاعات (داده‌های) دقیق و به‌روز شده:** ولایت بدخشان به دلیل شرایط جغرافیایی و اقتصادی، با کمبود داده‌های دقیق و به‌روز (Update) مواجه است. عدم دسترسی به داده‌های قابل اعتماد، تحلیل‌ها و مدل‌سازی‌های GIS را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد و منجر به نتایج نادرست و غیر قابل اعتماد می‌شود.

**۲- عدم دسترسی به فناوری‌های پیشرفته:** استفاده مؤثر از سیستم‌های GIS نیازمند دسترسی به تجهیزات و نرم‌افزارهای پیشرفته است. در بسیاری از مناطق بدخشان، به دلیل کمبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، امکان استفاده بهتر از این سیستم‌ها وجود ندارد.

**۳- کمبود نیروی انسانی متخصص:** استفاده از GIS نیازمند متخصصانی با دانش و مهارت‌های خاص در زمینه‌های مختلف از جمله جیوماتیک، جیودیزی، و تحلیل‌های مکانی است. در بدخشان، کمبود نیروی انسانی متخصص و آموزش‌دیده در این حوزه‌ها، یک چالش بزرگ به شمار می‌رود.

**۴- محدودیت‌های مالی:** توسعه و پیاده‌سازی سیستم‌های GIS نیازمند سرمایه‌گذاری قابل توجهی است. بسیاری از پروژه‌های معدنی و زیرساختی در بدخشان به دلیل کمبود منابع مالی با مشکلاتی مواجه هستند که این امر بر اجرای پروژه‌های GIS نیز تأثیر می‌گذارد.

**۵- عدم هماهنگی میان ادارات:** در بسیاری از موارد، عدم هماهنگی و همکاری بین ادارات دولتی و خصوصی می‌تواند منجر به ناکارآمدی در استفاده از GIS شود. تبادل داده‌ها و اطلاعات بین نهادها یکی از عوامل کلیدی برای موفقیت پروژه‌های GIS است که در بسیاری از موارد به درستی انجام نمی‌شود.

با وجود این چالش‌ها، استفاده از GIS در اکتشاف مواد معدنی ولایت بدخشان می‌تواند با برنامه‌ریزی مناسب، آموزش نیروی انسانی، و بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات بهبود یابد و نقش مهمی در توسعه اقتصادی و اجتماعی منطقه ایفا کند، که در این جا به طور مختصر یک تعداد راه‌حل‌ها را برای رفع چالش‌های فوق بیان می‌کنیم.

**۱- ارتقای زیرساخت‌های فناوری اطلاعات:** سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات از جمله شبکه‌های اینترنت پرسرعت، تجهیزات کامپیوتری و نرم‌افزارهای پیشرفته GIS می‌تواند کمک زیادی به بهبود کارایی و دقت تحلیل‌ها و مدل‌سازی‌ها کند.

**۲- آموزش و پرورش نیروی انسانی:** برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی برای کارکنان و متخصصان محلی در زمینه‌های جیوماتیک، جیودیزی و تحلیل‌های مکانی می‌تواند به افزایش توانمندی‌ها و مهارت‌های لازم برای استفاده بهینه از GIS کمک کند. همکاری با پوهنتون‌ها و مؤسسات آموزشی نیز می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد.

**۳- جمع‌آوری و به‌روز رسانی اطلاعات:** ایجاد برنامه‌های منظم برای جمع‌آوری و به‌روزرسانی داده‌های جغرافیایی و جیولوجیکی می‌تواند به دقت و صحت تحلیل‌های GIS کمک کند. استفاده از تکنولوژی‌های نوین مانند تصاویر ماهواره‌ی و هواپیماهای بدون سرنشین (پهپادها) می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد.

**۴- توسعه و ترویج همکاری‌ها بین ادارات:** ایجاد سازوکارهای مؤثر برای هماهنگی و همکاری بین ادارات دولتی، خصوصی و پوهنتون‌ها می‌تواند به تبادل داده‌ها و اطلاعات کمک کند. این همکاری‌ها می‌تواند منجر به استفاده بهتر و لازم از منابع و داده‌های موجود شود.

**۵- افزایش سرمایه‌گذاری:** جلب سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی برای توسعه پروژه‌های GIS در بدخشان می‌تواند به تأمین منابع مالی لازم برای اجرای پروژه‌های معدنی و زیرساختی کمک کند. ایجاد تسهیلات مالی و ارایه مشوق‌های سرمایه‌گذاری نیز می‌تواند در این زمینه مؤثر باشد.

**۶- ایجاد یک پایگاه اطلاعات مرکزی:** ایجاد یک پایگاه داده مرکزی که تمامی اطلاعات جغرافیایی و جیولوجیکی مربوط به ولایت بدخشان را در خود داشته باشد، می‌تواند به تسهیل دسترسی به داده‌ها و افزایش دقت تحلیل‌های GIS کمک کند. این پایگاه داده می‌تواند به‌صورت آنلاین و قابل دسترس برای تمامی نهادهای مرتبط باشد.

با اتخاذ این راه‌حل‌ها، می‌توان از ظرفیت‌های GIS به‌طور بهتر و مناسب برای اکتشاف مواد معدنی در ولایت بدخشان استفاده کرد و به توسعه اقتصادی و اجتماعی این منطقه کمک نمود.

## نتیجه‌گیری

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اکتشاف مواد معدنی، یکی از روش‌های مؤثر و پیشرفته برای بهبود بهره‌برداری از منابع معدنی است. با توجه به پتانسیل بالای منابع معدنی در ولایت بدخشان، بهره‌برداری صحیح و علمی از این منابع می‌تواند نقش مهمی در رشد اقتصادی منطقه و کشور ایفا کند. تحلیل‌های دقیق و یکپارچه‌سازی داده‌ها منجر به تصمیم‌گیری‌های بهتر و بهره‌وری بالاتر می‌شود. این امر به کاهش هزینه‌ها و زمان مورد نیاز برای اکتشافات معدنی و افزایش سودآوری پروژه‌های معدنی منجر می‌شود.

سیستم اطلاعات جغرافیایی، امکان مدیریت بهتر منابع معدنی را فراهم می‌کند و از استخراج بی‌رویه و تخریب محیط زیست جلوگیری می‌کند. هم‌چنین، GIS ابزارهای قدرتمندی برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری در اختیار مدیران و متخصصان قرار می‌دهد که با استفاده از داده‌های دقیق و تحلیل‌های پیشرفته، می‌توان به برنامه‌ریزی‌های بهتر و اجرای موفق‌تر پروژه‌های معدنی پرداخت. استفاده از این سیستم به شناسایی و پایش اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های معدنی کمک می‌کند و با ارایه اطلاعات دقیق درباره محیط‌زیست و منابع طبیعی، به حفظ و حفاظت از اکوسیستم‌های محلی کمک می‌کند.

اعمال راه‌حل‌هایی نظیر تقویت آموزش و ظرفیت‌سازی، افزایش همکاری‌های بین‌اداراتی، جذب سرمایه‌گذاری و ایجاد یک پایگاه داده مرکزی، می‌توان از ظرفیت‌های GIS به طور بهتر و مناسب در اکتشاف و بهره‌برداری از منابع معدنی بدخشان استفاده کرد و به توسعه اقتصادی و اجتماعی این منطقه کمک نمود. نهایتاً، پذیرش و بهره‌برداری از GIS به عنوان یک ابزار مکمل در فرآیند اکتشاف، می‌تواند به شناسایی و بهره‌برداری بهتر و پایدارتر از منابع معدنی این ولایت منجر شود.

## منابع

- سادات، س. س. (۱۳۹۸). افغانستان سرزمین ذخایر نفت، گاز و معادن ارزشمند جامد. کابل: مطبعه وزارت معادن و پترولیم.
- سهاک، ن. (۱۳۸۸). جیولوجی مواد مفیده. کابل: مطبعه‌ی وزارت تحصیلات عالی.
- سهاک، ن. (۱۳۹۱). علم معادن (معادن غیر فلزی). جلال آباد: مطبعه همدرد.
- سهاک، ن. (۱۳۹۱). علم معادن (معادن فلزی). جلال آباد: مطبعه همدرد.
- سهاک، ن. (۱۳۹۵). تفحص و اکتشاف معادن مواد مفیده. کابل: انتشارات مستقبل.
- عارض، غ. ج. (۱۳۹۰). جغرافیای طبیعی. کابل: انتشارات میوند.
- کاوشیان، ا. (۱۳۹۶). مقدمه‌ی ای بر جی آی اس. تهران، ایران: مطبعه فردوسی.
- پریزادی، ط. و روشنگر، ث. (۱۳۹۵). کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در برنامه ریزی شهری. سپهر، شماره ۲۱، ۵۱-۵۷.
- خوزانی، م. ق.، عطا، ب. و خویردی، ح. چ. (۱۳۹۲). نقش سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در توسعه پایدار شهری. ششمین کنفرانس ملی برنامه ریزی و مدیریت شهری (pp. 33-49) مشهد مقدس: مرکز پژوهش های شورای اسلامی شهر مشهد.
- محدثه، ص. (۱۳۹۲). کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در اکتشاف مواد معدنی. ششمین همایش انجمن زمین شناسی اقتصادی ایران، ۱-۶.
- مدنی، س. ح. (۱۳۹۱). اکتشاف معدن. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران.
- نظری، ن. (۱۳۹۵). جغرافیای طبیعی ولایت بدخشان، کابل: انتشارات قرطبه.
- جمال، س. (۲۰۱۷). کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی همراه در مدیریت مخاطرات طبیعی. Research Gate، ۲۷-۱۰.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2005). *Geographical Information Systems and Science*. British, England: British Library Cataloguing in Publication Data.
- Milad, M., Abdullah, S. H., Firuz, M., & Hanan, Z. (2017). Measuring and Mapping Urban Growth Patterns Using Remote Sensing and GIS Techniques. *Researchgate, Vol3, No1*, 55-69.
- Osman, M. S. (2012). *Mineral Exploration Using GIS*. UKA, Riyadh: King Fahad University of Petroleum and Minerals.
- Rajesh, H. (2004). Application of Remote Sensing and GIS in Mineral Resource Mapping - An Overview. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, Vol 99*, 83-103.

