

طراحی سامانه داده‌های ژئوتکنیکی ایران

نوشته: دکتر حسین معماریان* و محمدباقر فرمانی**

Design of National Geotechnical Database of Iran

By: Dr. H. Memarian* & M. B. Farmani**

چکیده

حجم عظیم اطلاعات ژئوتکنیکی موجود در سیستم‌های بایگانی کاغذی اغلب به سختی قابل شناسایی و دستیابی هستند. از این روست که در سالهای اخیر، ساماندهی الکترونیکی این داده‌ها در سازمانها و شرکتهای مختلف، و حتی در سطح ملی، در دستور کار قرار گرفته است. نظر به این که ساماندهی الکترونیکی داده‌های ژئوتکنیکی کشور به صورت متمرکز مشکلات متعددی را به همراه خواهد داشت، سیستم نگهداری غیرمتمرکز داده‌های ژئوتکنیکی به عنوان گزینه مناسب انتخاب شد. در این سیستم داده‌های ژئوتکنیکی توسط تولید کنندگان آنها نگهداری خواهد شد. مرکز مجازی داده‌های ژئوتکنیکی، یعنی پایگاه ملی داده‌های علوم زمین ایران، نقش هدایت و راهنمایی کاربران جهت دسترسی به اطلاعات مورد نیاز را به عهده خواهد داشت. به این منظور، داده‌های ژئوتکنیکی مورد نیاز شناسایی و به صورتی استاندارد تعریف شدند. سپس الگوی ساختاری مناسبی برای این داده‌ها طراحی شد.

کلید واژه‌ها: سامانه داده‌های ژئوتکنیکی، پایگاه داده، سیستم غیرمتمرکز، مرکز مجازی داده‌ها، مدیریت اطلاعات رابطه ای، XML، متادیتا، ایران

Abstract

The immense amount of geotechnical data, stored as paper files, is normally hard to handle. In recent years the electronic storage of these data has become more popular. As the storage of geotechnical data in a national level is not feasible in a single database, a decentralized system of electronically handling of geotechnical data is designed for Iran. In this system, the data is stored by different organizations and companies and a virtual center is responsible for leading the users to the proper data. In this respect, first a proper geotechnical data dictionary were defined and then a data model was designed for these data. Although the design and construction of a virtual data centre is more complicated but it can search large amount of data and give much better results in a shorter time. The Geotechnical Databank of Iran is under construction in the National Geosciences Database of Iran.

Keywords: Geotechnical data, databank, decentralized system, virtual data centre, data dictionary, data model, relational database management system, Iran.

۱- مقدمه

یعنی چاه نمودار را که بیشترین کاربرد را در ثبت و ساماندهی داده‌های ژئوتکنیکی دارد، مورد توجه قرار می‌دهیم. چاه نمودار سندی است که توصیفی از وضعیت زیر زمین را به دست می‌دهد. اطلاعات موجود در این نمودار، بسته به نیاز کاربران، ممکن است دامنه‌ای از یک توصیف چشمی ساده تا تعیین تفصیلی مشخصات مصالح، از

امروزه بیشتر داده‌های ژئوتکنیکی در سیستم‌های بایگانی کاغذی ذخیره می‌شوند. لزوم مراجعه مستقیم، پرونده‌های جابه‌جا شده، رکوردهای از بین رفته، مدارک ناقص و از همه مهم‌تر عدم آگاهی از وجود برخی مدارک، مواردی است که کارایی استفاده از سیستم بایگانی کاغذی موجود را کاهش می‌دهد. برای بازنگری وضعیت فعلی بایگانی داده‌ها، یک مورد مشخص



ژئوتکنیکی طراحی و راه‌اندازی شد هم اکنون بیش از ۱۸۰۰۰ اطلاعات کتاب‌شناختی مربوط به گزارشها، مقالات، پایان نامه‌ها، کتابها و رسانه‌های ژئوتکنیکی تولید شده در کشور، توسط پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور در اختیار علاقمندان قرار گرفته است (www.ngdir.com). جزئیات مربوط به سامانه داده‌های کتاب‌شناختی ژئوتکنیکی کشور، به طور جداگانه منتشر شده است (معماریان، ۱۳۸۲، ۱۳۸۵).

پس از گردآوری منابع ژئوتکنیکی، طراحی پایگاه به منظور ساماندهی این منابع به صورت الکترونیکی در دستور کار قرار گرفت. شناسایی، تعریف، طبقه‌بندی و تعیین ضرورت داده‌های مورد نیاز جهت ایجاد **سامانه ملی داده‌های ژئوتکنیکی** مواردی است که در این مقاله به آن پرداخته شده است. در این مقاله هم چنین الگو و ساختار داده‌های انتخاب شده برای بانک داده‌های ژئوتکنیکی کشور، که توسط پایگاه ملی داده‌های علوم زمین ایران در دست تهیه است، ارائه شده است.

۲- شناسایی داده‌های ژئوتکنیکی مورد نیاز

اولین و مهم‌ترین مرحله در طراحی یک پایگاه داده، شناسایی و انتخاب داده‌های مورد نیاز می‌باشد. شناسایی صحیح داده‌هایی که باید در پایگاه قرار داده شوند، باعث کاربردی‌تر شدن و به تبع آن پویایی و ماندگاری بیشتر پایگاه می‌شود. برعکس چنانچه در انتخاب نوع داده‌ها دقت لازم به عمل نیاید، انتظارات کاربران از چنین پایگاهی، به صورت کامل برآورده نخواهد شد و پایگاه به تدریج کارایی خود را از دست خواهد داد. در چنین حالتی دو راه حل در پیش رو است. اول اصلاح پایگاه، که مستلزم صرف هزینه و زمان قابل توجه است، تا حدی که حتی گاه ایجاد یک پایگاه جدید از اصلاح آن آسان‌تر می‌باشد. راه حل دوم تعطیلی کامل پایگاه است که خود موجب اتلاف هزینه و زمان صرف شده جهت ایجاد آن می‌شود.

در ایجاد یک پایگاه داده ژئوتکنیکی شناسایی و گنجاندن تمامی داده‌های قابل گردآوری در پایگاه، نه عملی بوده و نه چندان کاربردی می‌باشد. چرا که داده‌های ژئوتکنیکی دامنه وسیعی از علوم مختلف را شامل می‌شوند و به علاوه حجم این داده‌ها بسیار عظیم است. لذا لازم است سودمندترین و کاربردی‌ترین داده‌ها شناسایی شده و جهت گنجاندن آنها در پایگاه برنامه‌ریزی شود.

در چند سال اخیر کوششهای متعددی در برخی از کشورهای جهان برای ساماندهی الکترونیکی داده‌های ژئوتکنیکی صورت گرفته است. از آن جمله می‌توان به ایجاد پایگاه داده گمانه‌های ژئوتکنیکی و تغییر شکل زمین در اثر روانگرایی، پایگاه مهندسی داده‌های ژئوتکنیکی رزاین و پایگاه داده‌های

جمله نتایج آزمایشهای نفوذ، بررسیهای ژئوفیزیکی و آزمونهای ژئوتکنیکی آزمایشگاهی را در برداشته باشد. اغلب چاه نمودارها حاوی توصیف و تشریح مصالح، ویژگیهای شاخص مهندسی، روش گردآوری داده‌ها، روش حفاری، نتایج آزمایشها و اطلاعات وابسته دیگر هستند. چاه نمودار معمولاً به صورت ترکیبی از نوشته و شکل ارائه می‌شود. در چاه نمودار یک ستون قائم وضعیت مصالح در زیر زمین را به تصویر می‌کشد. برای نمایش بهتر لایه‌های خاک و سنگ معمولاً از طرحهای مختلف استفاده می‌شود. در بسیاری موارد اطلاعات ژئوفیزیکی و نتایج آزمونهای ژئوتکنیکی نیز در چاه نمودار ارایه می‌شود. البته چون مؤسسات مختلف چاه نمودار را برای کاربردهای متنوعی تهیه می‌کنند، محتوای آنها با یکدیگر متفاوت است.

تهیه یک چاه نمودار معمولاً کاری وقت گیر و خسته کننده است. این فرایند با برداشت صحرائی اطلاعات آغاز می‌شود و طی آن توصیف خاک و سنگ در اعماق مختلف، داده‌های آزمونهای صحرائی و یاداشتهای مربوط به پیشروی عملیات حفاری در دفتر صحرائی یاداشت می‌شود. یاداشتهای صحرائی در مرحله بعد، و در دفتر کار، به فرمهای ویژه چاه نمودار منتقل می‌شوند و سپس اطلاعات مربوط به آزمونهای آزمایشگاهی و ژئوفیزیکی به آن افزوده می‌شوند. در پایان، این پیش‌نویس به رسام داده می‌شود تا نسخه نهایی چاه نمودار را تهیه کند. امروزه برای رسم و نهایی کردن چاه نمودارها، گروهی از سازمانهای تولیدکننده داده‌های ژئوتکنیکی در کشور از نرم افزارهای تجاری که به این منظور ساخته شده‌اند، استفاده می‌کنند. در ایران چاه نمودار تکمیل شده به عنوان بخشی از گزارش ساختگاه به کارفرما عرضه می‌شود. گرچه برخی از مؤسسات از رایانه برای رسم و تولید چاه نمودارهای خود استفاده می‌کنند ولی سیستم بایگانی و تبادل الکترونیکی چاه نمودارها هنوز عمومیت نیافته است. این در حالی است که اقبال عمومی در این مورد به سرعت در حال افزایش است.

کثرت داده‌های نمایش داده شده در یک چاه نمودار و تنوع روشهای نمایش آنها توسط مراکز مختلف، گوشه‌ای از پیچیدگیهای ساماندهی الکترونی این داده‌ها را در سطح ملی، آشکار می‌سازد. مسأله زمانی پیچیده‌تر می‌شود که داده‌های ارائه شده در گمانه‌ها تنها بخشی از داده‌های ژئوتکنیکی تولید شده در کشور می‌باشند. از این روست که حرکت به سمت یکنواخت و استانداردسازی داده‌های ژئوتکنیکی از اولویت بالایی برخوردار است.

به منظور ایجاد سیستمی بیهیبه با راندمان بالا و دسترسی آسان به داده‌ها، ایجاد پایگاه داده ژئوتکنیکی به صورت آنلاین مورد توجه قرار گرفت. جهت شناسایی داده‌های ژئوتکنیکی تولید شده در کشور و به عنوان پیش نیاز طرح ساماندهی داده‌های ژئوتکنیکی کشور، **سامانه داده‌های کتاب‌شناختی**

منابع موجود در خود سازمان، عقد قرارداد با دیگر مراکز، داده‌های عمومی و رایگان تولید شده توسط دیگران و ترکیبی از این سه روش، برای دسترسی به داده‌های ژئوتکنیکی استفاده می‌کنند.

• ایجاد نقشه در حین انجام کار معمول شده است. در ایجاد نقشه به طور عمده از نرم افزارهای GIS استفاده می‌شود. استفاده از روشهای رسم دستی یا نرم افزارهای کمک طراحی کمتر معمول می‌باشد.

• مهمترین روش برای تعیین موقعیت پروژه‌ها استفاده از سیستم ژئودیتیک (یعنی طول و عرض جغرافیایی) یا سیستم مختصاتی می‌باشد. چرا که استفاده از این سیستم‌های موقعیت‌یابی باعث سهولت کار در محیط GIS می‌شود. اما استفاده از اسامی خیابانها و محله‌ها نیز در مواردی کم و بیش رایج است.

حاصل این بررسی، آگاهی از نظرات کاربران و دستیابی به فهرست جامعی از داده‌های ژئوتکنیکی مورد نیاز ایشان بوده است (Benoit et al., 2004). در شکل ۱ گروه‌های اصلی داده‌های ژئوتکنیکی، فهرست شده‌اند (معماریان، ۱۳۸۳ ج).

بیشتر کاربرانی که در این نظر خواهی شرکت کرده‌اند بر این باورند که در آینده داشتن داده‌های ژئوتکنیکی در فرمت الکترونیکی مطلقاً لازم می‌باشد. همچنین بیشتر افراد مرتبط با داده‌های ژئوتکنیکی عقیده دارند که در آینده کاربران نیاز خواهند داشت که از ابتدا داده‌های ژئوتکنیکی را در فرمت الکترونیکی جمع‌آوری کنند. قسمت عمده کاربران علاقه‌مندند که از مزایای سیستم مدیریت داده الکترونیکی، هم در سازمان‌هایشان و هم در مقیاس بزرگ‌تر در سیستم‌های چند سازمانی، بهره‌مند شوند. همچنین بیشتر افراد رغبت خود را برای گنجاندن داده‌هایشان در یک سیستم مدیریت داده بزرگ‌تر، به نحوی که دیگر افراد نیز بتوانند از این داده‌ها استفاده کنند، ابراز داشته‌اند.

تلفیق نتایج آمارگیری فوق با اطلاعات جمع‌آوری شده از بیش از ۱۷۰ مرکز تولید کننده و نگهداری کننده داده‌های ژئوتکنیکی و مصاحبه و مشورت با تعدادی از کارشناسان ژئوتکنیکی کشور، فرمتهای رایج تولید داده‌های ژئوتکنیکی در ایران را به دست داد. به دنبال شناسایی داده‌هایی که در سطح ملی از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و در مقیاس وسیع‌تری تولید می‌شوند، مسئله ساماندهی الکترونیکی آنها، با در نظر گرفتن نیازهای کاربران مورد توجه قرار گرفت (معماریان، ۱۳۸۳ ب).

امروزه روشهای مختلفی برای تعیین نیازهای کاربران وجود دارد. در یک روش ابتدا از کاربران خواسته می‌شود که انتظارات خود را از نرم افزار مورد نظر بیان کنند و سپس بر اساس نظرات کاربران نیازهای سیستم شناسایی شده و براساس آن طراحی صورت می‌پذیرد. به این نوع طراحی نرم افزار، روش

مناطق تجربی ژئوتکنیکی ملی در آمریکا اشاره کرد (Turner&Roblee, 2001; Benoit et al., 2004) دیگر کشورهایی که کوششهایی را در این زمینه انجام داده‌اند کانادا، انگلستان و ژاپن می‌باشند. کلیه اقدامات انجام شده در این کشورها با هدف ایجاد پایگاه ژئوتکنیکی در یک زمینه خاص و یا یک محدوده مشخص بوده است. تا این تاریخ گزارشی در مورد ایجاد پایگاه اطلاعات ژئوتکنیکی در سطح ملی از هیچ کشور جهان منتشر نشده است. در ماه می سال ۲۰۰۲ دو شرکت بزرگ تحقیقاتی آمریکا (COSMOS and PEER-LL) پروژه عظیمی را برای بهبود روشهای انتشار داده‌های ژئوتکنیکی از طریق اینترنت، با استفاده از فن‌آوری استخراج اطلاعات، با همکاری یکدیگر آغاز کردند (Turner&Roblee, 2001; Benoit et al., 2004). این پروژه در ابتدا به سه مرحله مختلف شامل تشخیص نیازهای کاربران، ایجاد فرهنگ لغات یا واژه‌نامه و راه اندازی آزمایشی مرکز داده‌های مجازی تقسیم گردید. سه گروه کاری مختلف نیز برای فعالیت بر روی هر یک از این مراحل تأسیس گردید. شاید بتوان اقدامات این گروه را از اولین قدمها در راستای ایجاد پایگاه ملی داده‌های ژئوتکنیکی در کشور آمریکا به حساب آورد.

به منظور آگاهی از نیازهای کاربران داده‌های ژئوتکنیکی در آمریکا، یک نظر سنجی جامع مشتمل بر ۹۸ سوال چهار جوابی که همه زمینه‌های ژئوتکنیکی را در برمی‌گرفت، در فاصله سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ توسط گروه اول صورت گرفت (معماریان، ۱۳۸۳ الف-۱۳۸۲). در این مدت از ۱۲۰۰ پرسشنامه ارسالی، ۲۱۷ پرسشنامه تکمیل شده دریافت و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نظرسنجی نشان داد که عمده افراد درگیر با اطلاعات ژئوتکنیکی، مهندسان و زمین شناسانی هستند که در مراکز دولتی و شرکتهای مشاوره‌ای مشغول به کار می‌باشند و طراحیهای ژئوتکنیکی یا مطالعات زمین‌شناسی ناحیه‌ای را انجام می‌دهند. برخی از یافته‌های این نظرخواهی را به نحو زیر می‌توان خلاصه کرد:

• داده‌های گمانه‌های ژئوتکنیکی، آزمونهای آزمایشگاهی و آزمونهای برجا، به ترتیب متداول‌ترین داده‌های ژئوتکنیکی مورد استفاده می‌باشند. استفاده از داده‌های گمانه‌های زمین‌شناسی و داده‌های آزمونهای ژئوفیزیکی نیز قابل توجه است.

• داده‌ها معمولاً در فرایند طراحی ژئوتکنیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. کاربرد مهم دیگر داده‌ها، که کمتر معمول می‌باشد، استفاده از آنها در مطالعات زمین‌شناسی در مقیاس ناحیه‌ای و تهیه نقشه‌های مخاطرات زمین است.

• سازمانهایی که از داده‌های گمانه‌ها استفاده می‌کنند به طور یکسان از



به‌عنوان مثال در واژه‌نامه مربوط به گمانه پنج مقوله زیر مورد توجه قرار گرفته است:

- کلیات، شامل توصیف پروژه، محل گمانه، روش و ابزارهای حفاری
- توصیف صحرایی دستی و چشمی خاک و سنگ
- داده‌های آزمونهای آزمایشگاهی
- داده‌های آزمونهای برجا
- داده‌های آزمونهای ژئوفیزیکی

ساماندهی واژه‌نامه استاندارد با در نظر گرفتن دو هدف اصلی صورت گرفته است. اول این که واژه‌نامه باید نیازهای واقعی کاربران را در نظر گرفته و از پرداختن به جزئیاتی که در عمل غیر قابل اجرا بوده و ممکن است باعث ایجاد مقاومت‌هایی در برابر گسترش سیستم شود، اجتناب نماید. دیگر این که واژه‌نامه باید پارامترهای لازم برای کار مهندسی را فراهم آورده و به بهترین وجه متغیرهای وابسته به ژرفا ویژگی‌های مواد را به کار گیرد. لذا لازم است که تنها نتایج نهایی آزمونهای آزمایشگاهی، همراه با زمینه استفاده از آنها در واژه‌نامه بیاید و ضروری نیست که تمام اندازه‌گیریهای اولیه‌ای که برای دستیابی به نتایج به کار گرفته شده‌اند در بانک فراهم آید. به جای آن تنها محل رجوع به این اطلاعات قید می‌گردد.

در جدول ۱، واژه‌نامه تهیه شده برای داده‌های مغزه به همراه تعاریف استاندارد در نظر گرفته شده برای هر واژه، فراهم آمده است. در جدول ۲ نیز دیگر ویژگیهای داده‌های مربوط به مغزه، شامل برابر انگلیسی، یکا و واحد اندازه‌گیری داده و بالاخره میزان اهمیت آن (اجباری یا اختیاری بودن)، فراهم آمده است. در بررسی حاضر، چنین واژه‌نامه‌هایی، علاوه بر مغزه، برای دیگر زمینه‌ها داده‌های ژئوتکنیکی نیز تهیه گردید.

۴- سیستم مدیریت داده‌ها

واژه‌نامه علاوه بر استاندارد کردن داده‌های مورد استفاده، ذخیره‌سازی و تبادل داده‌ها را نیز سهل‌تر می‌نماید. علاوه بر آن ساختار اطلاعات را نیز مشخص می‌نماید، به نحوی که برنامه‌نویسان و توسعه دهندگان نرم افزار می‌توانند با استفاده از چنین واژه‌نامه‌هایی، محصولات در خور برای مرتفع نمودن نیازهای جامعه ژئوتکنیکی ارائه نمایند. چنین نرم افزارهایی خواهند توانست، با کاستن از هزینه و زمان بررسیها، انگیزه لازم برای استفاده بیشتر و در نتیجه گسترش روزافزون سیستم را در کاربران به وجود آورند. واژه‌نامه داده‌ها به سرعت کاربرد قابل توجهی در بررسیهای صحرایی نیز به دست خواهد آورد. نمودارگیری از گمانه‌ها و گردآوری نتایج آزمایشها، از فعالیتهای رایج عملیات صحرایی ژئوتکنیکی اند. ابزارهای الکترونیکی

کارترین (Cartesian) گفته می‌شود (معماریان، ۱۳۸۳ج). روش کارترین علیرغم تمامی مزایایی که دارد نمی‌تواند به طور کامل نیازهای سیستم را شناسایی کند. چرا که در بسیاری از مواقع حتی خود کاربران هم، پیش از آغاز کار با سیستم، نمی‌دانند که نیازها و توقعات آنها از سیستم چیست. در روش دیگری که مهارت-پایه (Skill-based) نام دارد، و امروزه گسترش بیشتری یافته است، ابتدا پیش نسخه‌ای از نرم افزار تهیه می‌شود و در اختیار کاربران قرار می‌گیرد تا آنها بتوانند در مقابل یک سیستم واقعی واکنش نشان دهند. سپس براساس نظرات آنها نسخه نهایی سیستم یا نرم افزار تهیه شده و منتشر می‌گردد. در طراحی سامانه داده ژئوتکنیکی کشور از ترکیبی از هر دو روش فوق استفاده می‌شود. به این نحو که ابتدا با اتکا به نظرخواهی‌ها و اطلاعات گردآوری شده در سطح ملی و بین المللی پایگاه طراحی شده است. در مرحله بعد نرم افزارهای تهیه شده برای این سامانه برای یک مدت محدود جهت آزمایش و نظرخواهی در اختیار گروهی از کاربران قرار می‌گیرد. در نهایت با توجه به پیشنهادات اصلاحی ارائه شده، نسخه نهایی نرم‌افزار تهیه و در سطح ملی در اختیار کاربران قرار خواهد گرفت.

۳- واژه‌نامه داده‌های ژئوتکنیکی

ایجاد سیستمهای الکترونیکی بزرگ، که تولید کنندگان داده متعدد و مصرف کنندگان بیشتر دارند، قبل از هر چیز محتاج داده‌هایی با فرمت واحد است. در صورتی که روشی یکنواخت و استاندارد برای تعریف و به کاربردن واژه‌ها و همچنین ساختار داده‌ها و ارتباط بین گروه‌های مختلف داده به کار گرفته نشود، کاربران نخواهند توانست اطلاعات مورد نظر خود را از سیستمهای اطلاعاتی گسترده و پیچیده استخراج نمایند. از مهم‌ترین پیش‌نیازها در این زمینه دستیابی به مجموعه مفاهیم و پارامترهایی است که در بررسی ژئوتکنیکی مورد نظر به کار برده می‌شود.

اطلاعاتی که قرار است بین سیستمهای مختلف به اشتراک گذارده شود باید با استفاده از یک واژه‌نامه داده و یک الگوی داده واحد، استاندارد شوند. **واژه‌نامه داده‌ها** (Data Dictionary) معنی لغات و مفاهیم مورد استفاده را مشخص و استاندارد می‌کند و **الگوی داده‌ها** (Data Model) محتوای اطلاعات، ساختار و ارتباط بین داده‌ها را تعریف می‌نماید.

تا این تاریخ چندین واژه‌نامه برای سامانه‌های داده‌های ژئوتکنیکی ارائه شده است که هر یک با توجه به کاربریهای متفاوتی که داشته‌اند، از محتوا و ساختار خاصی برخوردار بوده‌اند. در تهیه و تدوین واژه‌نامه‌داده‌های ژئوتکنیکی کشور از استانداردها و پیشنهادات متعددی که تا این تاریخ عرضه شده، بهره گرفته شد (Turner & Roblee, 2001; AGGS, 2001).

از این رو تهیه یک واژه‌نامه بایسته قدمی مهم به سمت دستیابی به سیستم جامع داده ژئوتکنیکی است.

هدف ما در این جا ارائه واژه‌نامه ژئوتکنیکی است که قابل گسترش بوده و بتواند مرکز مجازی داده‌ها را به پایگاه‌های متعدد با ساختارهای متفاوت، متصل سازد (AGS, 1992; ASCII, 2004). به این منظور باید روش جدیدی را برای اطمینان از قابلیت گسترده‌گی و انعطاف پذیری سیستم و برآورد نیازهای دست‌اندرکاران حرفه ژئوتکنیکی، به کار گرفت. چنین سیستمی باید بتواند کلیه اطلاعات ژئوتکنیکی قابل اطمینان را با حداکثر سازگاری ذخیره نموده، به اشتراک گذارده و مبادله نماید.

۵- الگوی داده‌های ژئوتکنیکی

اطلاعات موجود در واژه‌نامه به چند گروه، از جمله اطلاعات مربوط به ساختگاه، گمانه، آزمایش‌های مربوط به گمانه و بالاخره نمونه‌های به دست آمده از گمانه، تقسیم شده‌اند (Benoit et al., 2004). هر یک از این گروه‌ها را می‌توان به صورت جدولی در یک سیستم پایگاه اطلاعات رابطه‌ای در نظر گرفت. هر **ساختگاه** می‌تواند حاوی مجموعه‌ای از **گمانه‌ها** باشد که در هر یک از آنها **لایه‌ها** و یا جزءهایی وجود دارد که از آنها **مغزه‌هایی** اخذ می‌شود. از مغزه‌ها **نمونه‌ها** گرفته می‌شود و نمونه‌ها برای انجام **آزمایش‌های** مختلف به قسمتهایی کوچکتر تقسیم می‌شوند (جدول ۳). الگوی داده‌های به کار گرفته شده در بررسی حاضر، به صورت یک نمودار رابطه‌ای، در شکل ۲ آمده است.

یکی از مسائلی که تا مدتها به صورت مانعی در سر راه ساماندهی داده‌های ژئوتکنیکی خود نمایی می‌کرد، نحوه ارائه داده‌های است که توسط روشهای مختلف، از جمله توسط گمانه، چاهک، ترانشه، گالریهای اکتشافی، روشهای ژئوفیزیکی و حتی برداشتهای سطحی به دست می‌آید. برای حل این مسئله پیشنهاد شد که نقطه کسب اطلاعات از زمین، صرفنظر از روش اکتشافی به کار رفته، مبنای قرار گرفته و همه جا با یک عنوان واحد، یعنی گمانه، معرفی شود. در سیستم طراحی شده، یک گمانه به عنوان یک ایستگاه یا نیمرخ منفرد نمونه‌گیری تعریف می‌شود که در آن مصالح زمین‌شناسی تشریح شده و یا مشخصات مصالح زمین‌شناسی اندازه‌گیری می‌شود. این واژه هم چنین به عنوان فعالیت جمع‌آوری نمونه و ایستگاه نمونه‌گیری نیز به کار می‌رود. بنا براین مفهوم گمانه در اینجا، علاوه بر مفهوم متعارف آن، که برداشت از یک چاه حفاری شده است، در مورد نمونه‌گیری یا اندازه‌گیری از رخنمون‌ها یا حفاری‌های سطحی، چاهکها و ترانشه‌ها، گالریها و دیگر حفاریها، آزمونهای نفوذ و بالاخره یک نیمرخ ژئوفیزیکی نیز، به کار می‌رود.

گردآوری صحرائی داده‌ها (از جمله لپ تاپ و پالم پد) به سرعت در حال گسترش هستند. گرچه نرم‌افزارهای تجاری نمودارگیری به توسط رایانه دستی هم اکنون وجود دارد، ولی ضروری است که نمونه‌ای استاندارد در این زمینه تهیه شود. نتایج آزمونهای آزمایشگاهی نیز، همانند داده‌های صحرائی، نیاز به سیستم کارآمد گردآوری اطلاعات دارد. گرچه گروهی از آزمایشگاه‌ها به سیستم ساماندهی الکترونیکی داده‌ها رو کرده‌اند، با این وجود ردیابی داده‌های الکترونیکی از آزمایشگاه تا مصرف کننده، اغلب مشکل است.

واژه‌نامه به نوع خاصی از نگهداری اطلاعات به نام **سیستم مدیریت پایگاه رابطه‌ای (RDBMS)** Relational Database Management System

مربوط می‌شود. یک واژه‌نامه کامل شامل جداولی است که هر یک، اطلاعات مربوط به یک زمینه از داده‌ها را ثبت می‌کند. این اطلاعات عبارت از اطلاعات پایه مثل نام پارامتر، توصیف آن، نوع (عدد صحیح، حقیقی، رشته اعداد) واحدها و دیگر توصیف‌گراست (جدولهای ۱ و ۲). واژه‌نامه هم چنین رابطه بین جدولها را مشخص می‌سازد (Turner & Roblee, 2001). بانکهای اطلاعات رابطه‌ای تنها روش موجود برای بسایگانی کردن داده‌های ژئوتکنیکی نیستند. روشهای دیگر عبارتند از: فرمت ذخیره‌سازی به صورت فایل

American Standard Code for Information Interchange (ASCII) مثل استاندارد Log ASCII یا LAS (Canadian Well Logging Society, 2001) و استاندارد (Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists, 2001) AGS.

هر دو این سیستمها از فایل‌های سامان یافته متنی استفاده کرده و با استفاده از کلید واژه‌ها، پارامترها را از هم تفکیک می‌کنند (AGS, 1992; AGGS, 2001; Benoit et al., 2004).

با گسترش تکنولوژیهای اینترنتی همچون زبان قابل گسترش (Extensible Markup Language :XML)، بسیاری از محسّنات زبانهای LAS و AGS در یک زبان فراهم آمده است (معماریان ۱۳۸۳ج). در حقیقت اسناد XML همان فایل‌های ASCII فرمت شده‌اند که از انعطاف بیشتری برخوردار بوده و قدرت ذخیره‌سازی آنها از ASCII بیشتر است. به نظر می‌رسد که این روش گزینه برتر برای فرمت بانکهای اطلاعاتی آینده باشد (WWWC, 2001; CWLS, 2001).

هر سیستمی (از جمله RDBMS, LAS, XML) احتیاج به نوعی واژه‌نامه دارد تا به دقت ساختار داده‌ها را در سیستم اطلاعات مشخص نماید. گرچه فرمت واژه‌نامه داده‌ها ممکن است در هر یک از این روشها متفاوت باشد ولی تعاریف پایه در همه آنها ثابت است (Turner & Roblee, 2001).

۶- مرکز مجازی داده‌های ژئوتکنیکی

پایگاه داده‌های ژئوتکنیکی لازم نیست که به طور فیزیکی وجود داشته باشد. پایگاه رابطه‌ای طراحی شده در مرکز مجازی داده ژئوتکنیکی (Geotechnical Virtual Data Center: GVDC)، در عمل تنها برخی از مشخصات تعدادی از موارد موجود در الگوی داده را ذخیره می‌کند. مرکز مجازی، اصل داده‌های ژئوتکنیکی را دربر نداشته و تنها آن اندازه متادیتا (Metadata) در خود ذخیره می‌کند که بتواند داده‌های اصلی را شناسایی یا جستجو نماید. این مرکز همچنین تارنمای (URL) سایتی را که داده‌های اصلی در آن به صورت فایل‌های XML (و یا فرمت‌های دیگر)، توسط تولید کننده یا نگاهدارنده داده‌ها قرار داده شده، در خود دارد (AGS, 1992; AGGS, 2001).

داده‌های ژئوتکنیکی اصلی را می‌توان به نحو زیر در چند زمینه (جدول) مختلف سامان داد (Benoit et al, 2004; Turner & Roblee, 2001). واژه‌نامه طراحی شده انعطاف پذیر و قابل گسترش بوده و در هر زمان می‌توان به ضرورت زمینه‌ها (جدولها) موجود را اصلاح کرد و یا زمینه‌های جدیدی به آن افزود. جدولهای داده‌ای که در اینجا عرضه می‌شوند را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد. اول زمینه‌هایی که داده‌های آنها در مرکز مجازی ذخیره شده و دوم زمینه‌هایی که اطلاعات آنها توسط تولیدکنندگان یا مالکین داده‌ها نگهداری و عرضه می‌شوند.

زمینه‌هایی که داده‌های آنها در مرکز مجازی داده‌های ژئوتکنیکی ذخیره می‌شود عبارتند از: عرضه کننده داده‌ها، ساختگاه، سیستم مختصات، گمانه، مجموعه آزمونهای گمانه، آزمونهای گمانه. در مقابل، زمینه‌هایی که داده‌های آنها به صورت فایل XML (و یا فرمت‌های دیگر)، توسط تولیدکننده داده‌ها نگهداری و عرضه می‌شود نیز عبارتند از: مغزه، لایه، جزء، نمونه، و نتایج انواع آزمایشها، مثل رطوبت، حدود اتربرگ، دانه‌بندی، آزمون نفوذ استاندارد و آزمون نفوذ مخروطی.

بدنه اصلی داده‌ها، توسط تولید کننده یا مالک داده‌ها به صورت XML (و یا فرمت‌های دیگر)، عرضه می‌شوند. در فایل‌های XML روابط موجود در شکل ۲ به توسط کلیدها و یا به توسط خود ساختار XML تعریف می‌شوند. زمینه‌ای که در بالاترین نقطه این سلسله مراتب قرار گرفته، ساختگاه است که به عنوان محدوده‌ای که در آن مجموعه‌ای از گمانه‌ها و نمونه‌گیری‌ها صورت گرفته، تعریف می‌شود. برای توصیف کامل ایستگاههای نمونه‌گیری و چینه‌شناسی در یک ساختگاه خاص، زمینه‌هایی چون گمانه، مغزه، لایه، جزء و نمونه، تعریف شده‌اند. تعریف و رابطه بین این زمینه‌ها در جدول ۳ فراهم آمده است.

رابطه موجود بین زمینه‌های مختلف، اطلاعات کافی در اختیار تولیدکننده داده‌ها و مصرف کنندگان آنها قرار می‌دهد تا بتوانند اطلاعات تولید شده در مراحل مختلف اکتشاف ژئوتکنیکی را ردیابی و شناسایی نمایند. در شکل ۲ رابطه بین این زمینه‌ها و جداول نشان داده شده است. در این شکل هر خانه مستطیلی معرف یک جدول یا زمینه داده ژئوتکنیکی است. برخی از این جدولها دارای کلید اولیه هستند. در هر مورد، کلید اولیه شناسه (Id) آن زمینه می‌باشد. به عنوان مثال کلید اولیه جدول گمانه، شناسه گمانه است. رابطه بین جدولها گاه یک به یک بوده که در شکل ۲ با خط مستقیم نشان داده شده است. در مواردی که رابطه‌ها می‌تواند بیش از یک باشد، به صورت خط دارای پیکان شده است. ارتباط بین دو جدول توسط شناسه مبدأ (محل شروع خط منتهی به پیکان)، صورت می‌گیرد.

در بررسی حاضر، داده‌های انتخاب شده برای ایجاد پایگاه داده ژئوتکنیکی به ترتیب به صورت واژه‌نامه و جدولهایی تعریف شده و تمامی اطلاعاتی که در مورد هر یک از این داده‌ها باید جمع‌آوری و ساماندهی گردد، معرفی شده‌اند. باید توجه داشت که اطلاعات مندرج در جدولها کامل و حاوی جزئیات است ولی لازم نیست که همواره همه این اطلاعات در یک سند وجود داشته باشد. همچنان که در آینده بیشتر توضیح داده خواهد شد تنها برخی از این اطلاعات ضروری بوده و بدون درج آنها در جدول مربوطه، ذخیره اطلاعات امکان‌پذیر نخواهد بود. به عنوان مثال، از جمله اطلاعات ضروری گمانه می‌توان نام (شماره) گمانه یا مختصات (X, Y, Z) آن را نام برد. به عنوان مثالی در مورد نحوه ارائه زمینه‌ها، بخشی از جدول داده‌های مغزه در جدول ۱ آمده است.

جدولهایی که به این ترتیب برای کلیه داده‌های ژئوتکنیکی تهیه گردید، مبنایی برای انجام مرحله بعدی، یعنی توسعه شکل XML داده‌هاست. جدولها تنها بخشی از اطلاعات هر زمینه را فهرست می‌کند در صورتی که شکل XML تمام جزئیات لازم از جمله فیلدهای کلیدی، نوع داده‌ها، واحدهای اندازه‌گیری، دامنه مقادیر قابل قبول، فهرستهای شماره‌دار و بالاخره اجباری یا اختیاری بودن هر گزینه را مشخص می‌کند. گزینه‌های اجباری سطح قابل قبول از کامل بودن داده‌ها برای انجام فعالیتهای مرسوم را تعیین می‌کنند. گزینه‌های اختیاری نقش تکمیلی داشته و اطلاعات اضافی برای تحلیل ژرف تر نتایج را به دست می‌دهند (جدول ۲).

تنها بخشی از اطلاعات جدولهایی که با زمینه خاکستری در شکل ۲ ارائه شده‌اند، در پایگاه مجازی داده‌ها نگهداری می‌شود و بقیه نزد مرکز تولید کننده یا نگاهدارنده داده‌هاست. در جدول پایگاه مادر، مشخصات پایگاهی که پایگاه داده‌های ژئوتکنیکی می‌تواند بخشی از آن باشد، ارائه شده است.

ژئوتکنیکی دیگر، به سهولت گسترش داد. در حال حاضر اجرای مرحله پایلوت مرکز مجازی داده‌های ژئوتکنیکی کشور در پایگاه ملی داده‌های علوم‌زمین ایران در دست تهیه است. به منظور آگاهی از نظرات کارشناسان، کاربران و تولید کنندگان داده‌های ژئوتکنیکی در سطح کشور، نتایج یافته‌های فعالیتهای در دست اجرا در مقالات جداگانه ارایه خواهد شد.

۷- نتایج

- ۱- به عنوان اولین قدم داده‌های کتاب‌شناختی ژئوتکنیکی کشور گردآوری و سامانه حاوی بیش از ۱۸۰۰۰ اطلاعات کتاب‌شناختی مربوط به کتابها، گزارشها، پایان نامه‌ها، مقالات، رسانه‌های ژئوتکنیکی گردآوری و از طریق وب در اختیار کاربران قرار گرفت (معماریان ۱۳۸۵، ۱۳۸۲).
- ۲- با انجام بررسیهای گسترده، نوع و مشخصات داده‌های ژئوتکنیکی تولید شده و نیازهای کاربران این داده‌ها در سطح ملی و بین‌المللی شناسایی شد.
- ۳- به دلیل حجم عظیم و تنوع زیاد داده‌های ژئوتکنیکی، که ساماندهی متمرکز آنها را مشکل و دراز مدت ناکارآمد می‌سازد، سیستم غیر متمرکز برای ایجاد سامانه ملی داده‌های ژئوتکنیکی، انتخاب شد.
- ۴- در سیستم طراحی شده داده‌های ژئوتکنیکی توسط تولید کنندگان داده نگهداری می‌شوند و در مرکز مجازی داده‌های ژئوتکنیکی، تنها بخشی از داده‌ها، که جهت شناسایی و آدرس‌دهی به کاربران لازم‌اند، نگهداری می‌شوند.
- ۵- چون هر سیستم سازماندهی الکترونیکی داده‌ها محتاج داده‌هایی یکنواخت است واژه‌نامه استاندارد در مورد همه زمینه‌های داده‌های ژئوتکنیکی تهیه گردید و در هر مورد، علاوه بر تعریف استاندارد، دیگر مشخصات داده، همچون یکا و واحد اندازه‌گیری آن نیز مشخص گردید.
- ۶- زمینه‌های همخوان داده ژئوتکنیکی در جدولهایی فراهم آمد و به دنبال آن الگو و ساختار کلی و روابط بین جدولها مشخص شد.
- ۷- به دنبال تصویب ساختار کلی، اجرای پایلوت مرکز مجازی داده‌های ژئوتکنیکی کشور آغاز گردید.

در بررسی حاضر، پایگاه ملی داده‌های علوم‌زمین کشور به عنوان پایگاه مادر در نظر گرفته شده است. جدول **مالک داده‌ها**، اطلاعات فرد، شرکت، سازمان یا مجموعه‌ای را که داده‌های ژئوتکنیکی را در اختیار دارد، عرضه می‌کند. در جدول سیستم مختصات نوع مختصات به کار گرفته شده عرضه شده است. مختصات به کار گرفته شده می‌تواند یکی از سیستمهای استاندارد مختصات (مثل طول و عرض جغرافیایی) و یا سیستم مختصات محلی تعریف شده برای پروژه مورد نظر باشد.

نتایج **آزمونهای آزمایشگاهی** توسط دو جدول ارائه می‌شوند. در جدول مجموعه آزمونهای گمانه، داده مربوط به نام پوشه (فایل) XML یا تارنمایی که حاوی نتایج این داده گمانه در نزد تولید کننده یا نگهدارنده آن است، آمده است. اگر این گزینه صفر باشد، به این معنی است که داده وجود دارد ولی نمی‌توان آن را به دست آورد. برای مرحله آزمایشی اجرای این طرح تنها تعدادی از آزمونهای آزمایشگاهی و صحرایی در نظر گرفته شده است. بدیهی است که با گذر از مرحله آزمایشی و رفع نواقص احتمالی، جدولهای جدیدی به الگوی موجود در شکل ۲ اضافه خواهد شد تا بتواند همه آزمایشهای مندرج در شکل ۱، و حتی فراتر از آن را نیز پوشش دهد. به عنوان مثال، اطلاعات مربوط به آزمایش دانه‌بندی در دو جدول ساماندهی شده‌اند. یکی از جدولها به **پارامترهای آزمون دانه‌بندی** (مثل D_{10} و D_{60})، و جدول دیگر به **داده‌های آزمون دانه‌بندی** (مثل درصد ذرات رده شده از هر الک) اختصاص یافته است (شکل ۲). در جدول **پارامترهای آزمون نفوذ استاندارد** مشخصات دستگاه و نحوه انجام آزمایش (مثل وزن چکش یا قطر نمونه گیر) ذکر می‌شود در صورتی که جدول **داده‌های آزمون نفوذ استاندارد** به اطلاعات حاصل از انجام آزمایش (مثل عدد N)، اختصاص یافته است. به همین ترتیب برای آزمون نفوذ مخروطی سه جدول در نظر گرفته شده است که دو جدول آن مشابه فوق است و جدول سوم به اطلاعات اضافی دیگری که می‌توان از این آزمون به دست آورد، مثل فشار منفذی، اختصاص یافته است (شکل ۲).

الگوی طراحی شده را می‌توان با افزودن جداول آزمایشها یا فعالیتهای



جدول ۱- واژه‌نامه داده‌های مغزی

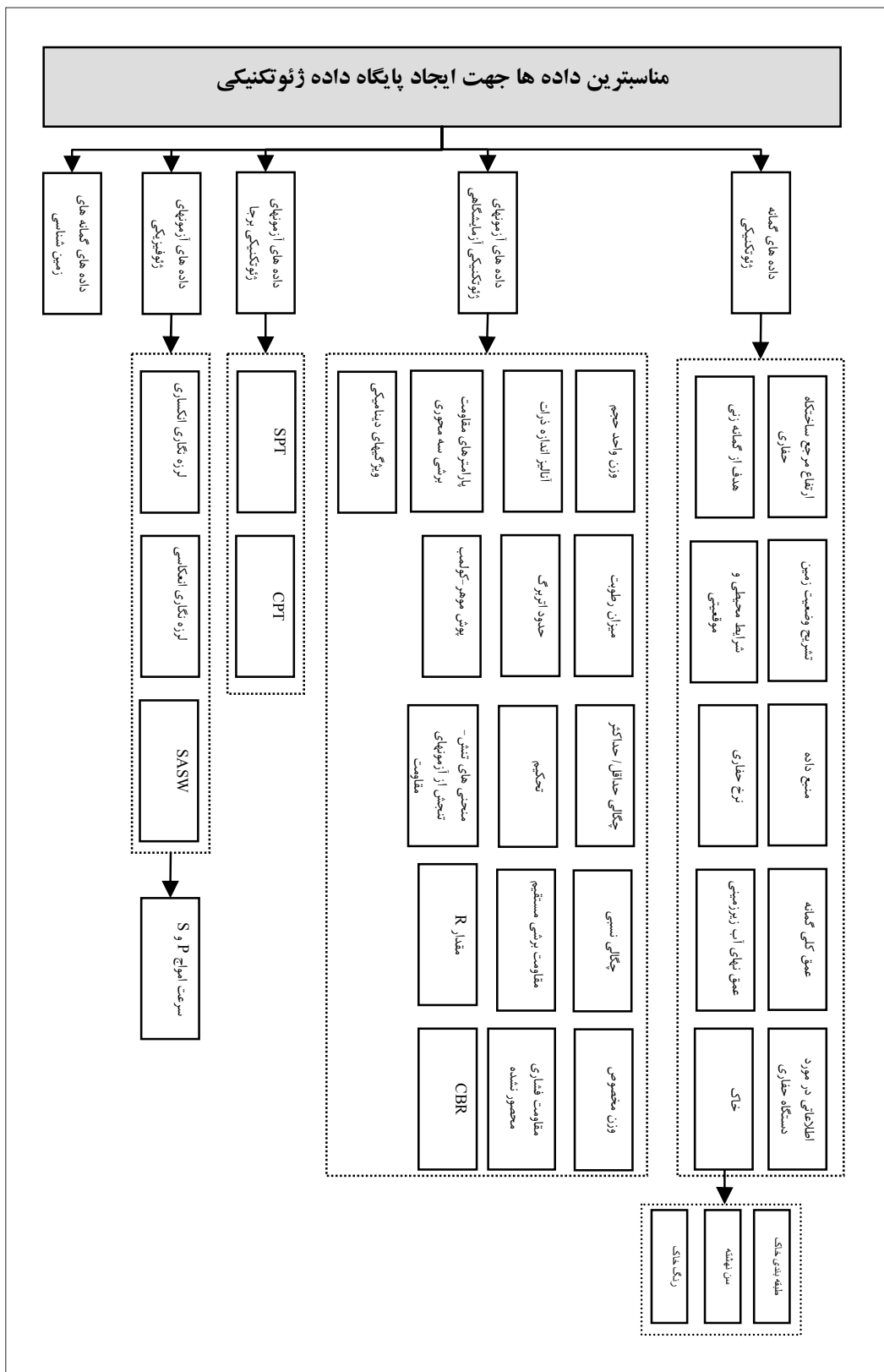
| | |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| تعریف | محدوده‌ای از مواد زمین که از یک گمانه یا ساختگاه، با استفاده از نوع مخصوصی از نمونه‌گیری‌ها، استخراج و یا سعی به استخراج آن شده است. موقعیتهای فیزیکی انتهای مغزه در فضا باید شناخته شده باشد. مفهوم مغزه هم برای نمونه استخراج شده و هم برای بازه‌ای از گمانه که نمونه‌برداری می‌شود، به کار می‌رود. اگر یک نمونه فیزیکی از مواد از یک بازه مکانی به صورت کامل بازیابی گردد، مواد موجود در آن، موقعیت نسبی و ویژگیهای لایه‌های زمین‌شناسی را در حالت برجا به نمایش می‌گذارند. مواد جمع‌آوری شده از یک مغزه ممکن است: به صورت یک‌جا مورد آزمایش قرار گیرند، به چند نمونه برای آزمونهای آزمایشگاهی تقسیم شوند، به صورت کامل تشریح گردند و یا تحت آزمونهای ژئوفیزیکی قرار گیرند. مغزه‌ها نمی‌توانند به هیچ وجه در داخل یک گمانه همپوشانی داشته باشند. |
| نام | عنوان رایج برای مغزه. نیازی نیست که این نام در سیستم نامگذاری یکه باشد. |
| سیستم نامگذاری | فهرستی از نامها یا روشی برای گسترش فهرستی از نامها. |
| گمانه | گمانه‌ای که این مغزه بخشی از آن است. هر مغزه‌ای باید به یک گمانه مربوط باشد. این گزینه یک کلید خارجی می‌باشد که با استفاده از آن و براساس ارزش شناسه گمانه، مغزه به گمانه مربوطه متصل می‌شود. |
| ابتدای مغزه | ژرفای اندازه‌گیری شده در ابتدای مغزه. ژرفا از مبنای ژرفای گمانه اندازه‌گیری می‌شود و به سمت پایین مثبت است. مقدار این گزینه ممکن است با نام فردی که اندازه‌گیری را انجام داده است، همراه باشد. |
| انتهای مغزه | ژرفای اندازه‌گیری شده در انتهای مغزه. ژرفا از مبنای ژرفای گمانه اندازه‌گیری می‌شود و به سمت پایین مثبت است. مقدار این گزینه ممکن است با نام فردی که اندازه‌گیری را انجام داده است، همراه باشد. |
| ابتدای نمونه | ژرفای اندازه‌گیری شده برای ابتدای هر نمونه بازیابی شده از مغزه. ژرفا از مبنای ژرفای گمانه اندازه‌گیری می‌شود و به سمت پایین مثبت است. مقدار این گزینه ممکن است با نام فردی که اندازه‌گیری را انجام داده است، همراه باشد. |
| انتهای نمونه | ژرفای اندازه‌گیری شده برای انتهای هر نمونه بازیابی شده از مغزه. ژرفا از مبنای ژرفای گمانه اندازه‌گیری می‌شود و به سمت پایین مثبت است. مقدار این گزینه ممکن است با نام فردی که اندازه‌گیری را انجام داده است، همراه باشد. |
| روش نمونه‌گیری | نام روش نمونه‌گیری استفاده شده در هنگام مغزه‌گیری. روشهای نمونه‌گیری می‌توانند یکی از موارد زیر باشند: ۱- نمونه‌گیری دست نخورده با استفاده از نمونه‌گیر پواسون یا نمونه‌گیر شلیبی. ۲- نمونه دست خورده با نمونه‌گیر دو کفه‌ای ۳- نمونه قطعه‌ای (بلوکی) ۴- نمونه دست خورده با روشهای دیگر. ۵- نمونه حفاری دورانی. ۶- روش دیگر نمونه‌گیری. |
| تاریخ | تاریخ و زمانی که مغزه در ساختگاه به دست آورده می‌شود. |
| طول نمونه | طول مواد بازیابی شده از فاصله مغزه‌گیری شده با استفاده از یکی از روشهای نمونه‌برداری. |
| ملاحظات | اطلاعات اضافی مربوط به مغزه به صورت تشریحی در این قسمت بیان می‌شود. مثالهایی از این اطلاعات می‌تواند توضیحات حفار، زمان حفاری از میان یک لایه و رفتار دکل حفاری باشد. |

جدول ۲- ویژگیهای داده‌های مربوط به مغزه (Core)

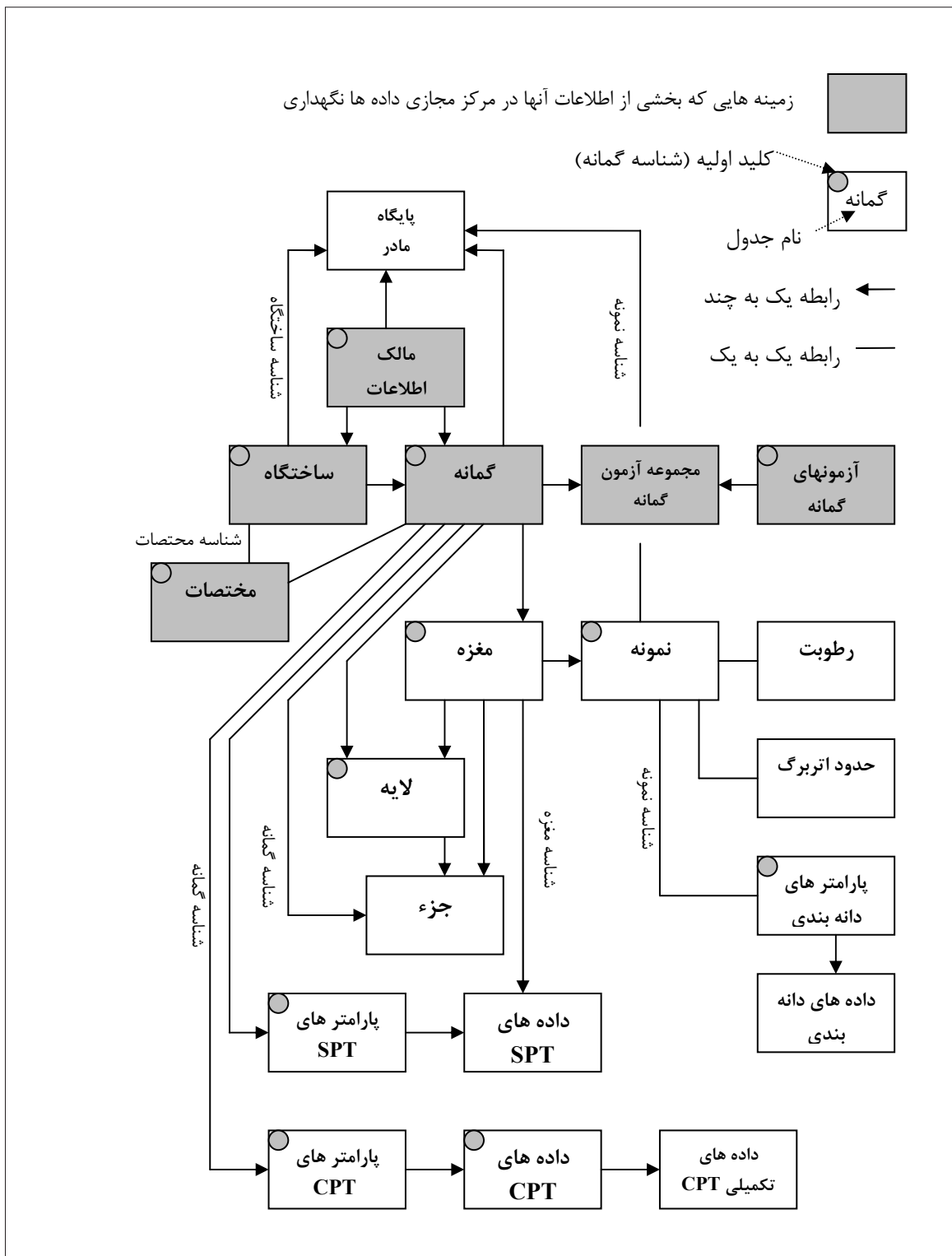
| ملاحظات | ثبت | واحد اندازه گیری | یکا | Data | داده |
|-------------|---------|------------------|-----|-----------------|----------------|
| شناسه مغزه | اختیاری | متن یا شماره | - | Name | نام |
| | اختیاری | | - | Naming system | سیستم نامگذاری |
| شناسه گمانه | اجباری | متن یا شماره | - | Hole | گمانه |
| | اجباری | متر | طول | Core Top | ابتدای مغزه |
| | اجباری | متر | طول | Core Base | انتهای مغزه |
| | اجباری | متر | طول | Sample Top | ابتدای نمونه |
| | اختیاری | متر | طول | Sample Bottom | انتهای نمونه |
| | | متن | | Sampling Method | روش نمونه گیری |
| | اختیاری | روز/ماه/سال | | Date | تاریخ |
| | اختیاری | سانتی متر | طول | Sample Length | طول نمونه |
| | اختیاری | متن | | Remarks | ملاحظات |

جدول ۳- رابطه بین ساختگاه، گمانه، مغزه، لایه، جزء و نمونه

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| مجموعه‌ای از گمانه‌ها و نمونه‌ها که در یک محل خاص اخذ شده‌اند. | ساختگاه |
| یک ایستگاه نمونه‌گیری واحد که در آن مصالح زمین‌شناسی گرد آوری و توصیف شده و یا مشخصات مصالح اندازه‌گیری می‌شود. هر نوع ایستگاه صحرایی نمونه‌گیری و آزمایش (مثل یک رخنمون، چاهک، ترانشه، فضای سطحی یا زیرزمینی و نیمرخ ژئوفیزیکی) یک گمانه فرض می‌شود. | گمانه |
| گستره پیوسته‌ای از مصالح که در آن بافت و خواص فیزیکی توصیف می‌شود. | لایه |
| یک شکل یا شرایط فیزیکی، که در یک نقطه یا محدوده‌ای از مصالح گمانه دیده می‌شود و معمولاً به طور ماکروسکوپی تشریح می‌شود. جزء ممکن است نمایشگر ویژگیهای فیزیکی، ساختاری، دیاژنتیک، کانی شناسی، بیولوژیک و یا ژئوفیزیکی باشد. جزء هم چنین ممکن است نشان‌دهنده وجود شرایط (موقتی یا دائم) توصیف شده در یک نقطه یا یک محدوده باشد. یک جزء ممکن است در داخل یا لایه قرار گرفته و یا بیش از یک لایه را در بر بگیرد. | جزء |
| یک بخش پیوسته گرفته شده از گمانه که موقعیت فیزیکی دو انتهای آن در فضا مشخص است. این عبارت هم به عنوان مغزه گرفته شده و هم به عنوان فاصله‌ای از گمانه که نمونه‌گیری شده است به کار می‌رود. مغزه‌های یک گمانه نمی‌توانند همپوشانی داشته باشند. | مغزه |
| قطعه‌ای از مصالح که به منظور توصیف یا آزمایش گرفته شده است. یک نمونه ممکن است به طور مستقیم از یک ساختگاه یا گمانه برداشته شده و یا از نمونه‌ای دیگر جدا شده باشد. | نمونه |



شکل ۱- گروه‌های اصلی داده‌های ژئوتکنیکی



شکل ۲- الگوی رابطه زمینه‌های (جداول) مختلف داده در مرکز مجازی داده‌های ژئوتکنیک

کتابنگاری

- معماریان، ح.، ۱۳۸۲- گزارش پایگاه اطلاعات کتاب‌شناختی ژئوتکنیکی ایران. پایگاه ملی داده‌های علوم زمین ایران.
- معماریان، ح.، فرمانی، م. ب.، ۱۳۸۳ الف- گزارش وضعیت داده‌های ژئوتکنیکی در جهان. پایگاه ملی داده‌های علوم زمین.
- معماریان، ح.، ۱۳۸۳ ب- گزارش وضعیت داده‌های ژئوتکنیکی در ایران. پایگاه ملی داده‌های علوم زمین ایران.
- معماریان، ح. و فرمانی، م. ب.، ۱۳۸۳ ح- گزارش شناسایی و تعیین داده‌های مورد نیاز و تشریح ساختار آنها. پایگاه ملی داده‌های علوم زمین ایران، معماریان، ح.، ۱۳۸۵- سامانه اطلاعات کتاب‌شناختی ژئوتکنیکی ایران. هفتمین کنفرانس تونل ایران. تهران، دانشگاه صنعتی شریف.

References

- AGGS (Association of Geotechnical and Geo-environmental Specialists), 2001- The AGS File Format- Simplicity and Effectiveness, <http://ags.org.uk/datatransfer/Intro.cfm>.
- AGS, 1992- <http://ags.org.uk/datatransfer/Intro.cfm>.
- ASCII (American Standard Code for Information Interchange), 2004 -
- CWLS (Canadian Well Logging Society), 2001- Log ASCII Standard (LAS) Software, http://www.cwls.org/las_infi.htm.
- Benoit,J., Bobbitt,J.I., Ponti,D.J. and Shimel,S.A., 2004 - «Data Dictionary and Formatting Standard for Dissemination of Geotechnical Data», National Geotechnical Management Workshop, USA,
- Turner,L.L., Roblee,C.J., 2001- “Data Dictionary and Data Formatting Standards”, State of California Department of Transportation,
- WWWC (World Wide Web Consortium, W3C), 2001- Extensive Markup Language (XML), <http://www.w3.org/XML/>
- WWW.NGDIR.COM, 2004- National Geotechnical Database of Iran.

*دانشکده فنی، پردیس فنی دانشگاه تهران

** دانشگاه اسلو، نروژ

*School of Technical Sciences, University College of Technical Sciences, University of Tehran.

**University of Oslo, Norway