

## معماری پایگاه اطلاعاتی

یعقوب نوروزی<sup>۱</sup>

### چکیده

پایگاه اطلاعاتی از عناصر اصلی در نظام‌های ذخیره و بازیابی اطلاعات است و مجموعه‌ای از داده‌های ذخیره شده است که به صورت مجتمع و فاقد افزونگی مورد استفاده هم‌زمان چند کاربر قرار می‌گیرد. بنابراین، هرگونه تغییر و تحولی که در ذخیره و بازیابی اطلاعات در بستر پایگاه‌های اطلاعاتی روی دهد متأثر از معماری پایگاه‌های اطلاعاتی است. معماری پایگاه‌های اطلاعاتی مباحثی همچون عناصر و ساختار تشکیل‌دهنده پایگاه‌های اطلاعاتی، نحوه طراحی سطوح مختلف آن و مشخص کردن کارکرد هر یک از آنها، و روابط بین این سطوح و چگونگی ارتباط اطلاعات با یکدیگر را دربرمی‌گیرد. شرط لازم برای ذخیره‌سازی مناسب اطلاعات و در نهایت، چگونگی دستیابی کاربران سطح خارجی به آن نیازمند توجه کافی به مباحث مطرح در مبانی پایگاه‌های اطلاعاتی و کسب دانش و مهارت لازم و شناخت استانداردهای مهم در این زمینه و سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی است. به گونه‌ای که نادیده گرفتن هر یک از آنها ممکن است موجب اختلال در کارکرد نظام‌های ذخیره و بازیابی اطلاعات شود و مدیریت پایگاه اطلاعاتی را در انجام وظایف با مشکلات عدیده‌ای روبه‌رو سازد. در مقاله حاضر، معماری پایگاه اطلاعاتی مورد بحث قرار می‌گیرد. همچنین اجزای دیگری مانند سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی و وظایف مدیر پایگاه اطلاعاتی جهت تبیین هر چه بیشتر موضوع مورد بحث قرار گرفته‌اند.

### کلیدواژه‌ها

معماری پایگاه اطلاعاتی، سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی، مدیر پایگاه اطلاعاتی

## مقدمه

هم‌زمان با رشد زمینه‌های مربوط به علوم رایانه‌ای و بحث بهره‌گیری از این توانایی در ذخیره و بازیابی اطلاعات در اواخر دهه ۶۰ و اوایل دهه ۷۰، ایجاد نظام یکپارچه مدیریت اطلاعات و پایگاه‌های اطلاعاتی به‌عنوان هدفی واحد مطرح شد، با این قصد که بتواند امکان ذخیره اطلاعات و ترکیب فایل‌های جدا از هم، ایجاد ارتباط، مدیریت، و استفاده مشترک از اطلاعات را فراهم سازد. از این طریق، افزونگی اطلاعات کاهش می‌یافت و صحت و یکپارچگی اطلاعات ذخیره شده تا حدی تأمین می‌شد و امکان دسترسی مستقیم به اطلاعات و بازیابی سریع آن فراهم می‌گردید (۱: ج ۱، ص ۵۶۰). غالباً منابع ذخیره‌شده در پایگاه اطلاعاتی می‌تواند ارائه دهنده اطلاعات در زمینه تمامی پدیده‌ها باشد. در پایگاه‌های اطلاعاتی می‌توان منابعی درباره آثار علمی و هنری، مباحث تاریخی، زندگی‌نامه‌ها، اطلاعات شخصی افراد، و نظیر آن را جای داد. اطلاعات ذخیره شده را می‌توان به‌صورت خروجی بر روی رسانه‌هایی مانند لوح فشرده و یا نوار مغناطیسی و یا سایر ابزارهای ذخیره‌سازی پیاده‌سازی کرد. در کنار پیشرفت‌های حاصل شده و با توجه به تراکم اطلاعات و ضرورت ذخیره و بازیابی اطلاعات مورد نیاز در بهترین حالت ممکن، اهمیت توجه به معماری پایگاه‌های اطلاعاتی جایگاه خود را هرچه بیشتر نمایان

می‌ساخت. معماری پایگاه‌های اطلاعاتی، عناصر و ساختار تشکیل‌دهنده آنها، نحوه طراحی سطوح مختلف آن و روابط بین این سطوح، چگونگی ارتباط اطلاعات با یکدیگر، و نحوه گردآوری و ذخیره آنها، و در نهایت دستیابی کاربران به اطلاعات را دربرمی‌گیرد (۱۳). بنابراین بررسی ابعاد مختلف و توجه دقیق به سطوح مختلف آن ضروری است. همچنین سخت‌افزار و نرم‌افزار باید به‌دقت مورد بررسی قرار گیرد تا با در کنار هم قرار گرفتن مجموعه عوامل ذکر شده تشکیل یک سیستم منسجم را انتظار داشت. از جمله اولین مدل‌های پایگاه‌های اطلاعاتی که در کنار معماری آن مورد توجه قرار گرفت، «مدل سلسله‌مراتبی» بود. سپس نوبت به «مدل‌های شبکه‌ای» رسید که هم‌زمان با مدل پایگاه اطلاعاتی سلسله‌مراتبی در دهه ۶۰ ظاهر شد. در ادامه پیشرفت‌های صورت گرفته در ۱۹۷۰ «مدل رابطه‌ای» انتشار یافت (۷). اما آنچه امروز به‌عنوان معماری پایگاه‌های اطلاعاتی به‌صورت استاندارد مطرح است و در بیشتر طراحی‌های صورت گرفته در ۲۰ سال اخیر مورد استناد قرار گرفته است، طرح ارائه شده از سوی SPARC / ANSI<sup>۲</sup> است. این طرح شناخته شده‌ترین طرح معماری در این زمینه می‌باشد (۱۰). در ادامه ابتدا اجزا و عناصر پایگاه اطلاعاتی و ساختار داده‌ای مطرح در پایگاه اطلاعاتی مورد بحث قرار می‌گیرد، سپس عناصر مطرح در این معماری جهت

2. SPARC=Standards Planning and Requirements Committee

3. ANSI= American National Standards Institute

تیین هر چه بیشتر شرح داده می‌شوند. در انتها نیز وظایف و نقش سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی<sup>۴</sup> و مدیر پایگاه اطلاعاتی<sup>۵</sup> مطرح شده است.

## اجزا و عناصر پایگاه اطلاعاتی

لازم است برای درک بهتر و تسلط بر مفاهیمی که در بحث معماری پایگاه اطلاعاتی به کار می‌روند، اجزا و عناصر مربوط به پایگاه اطلاعاتی مورد توجه قرار گیرند. محیط پایگاه اطلاعاتی، مثل هر محیط ذخیره و بازیابی اطلاعات از چهار جزء تشکیل می‌شود که عبارتند از: سخت‌افزار، نرم‌افزار، داده، و کاربر.

### ۱. سخت افزار

در محیط پایگاه اطلاعاتی مثل هر محیط ذخیره‌سازی اطلاعات، سه دسته سخت‌افزار وجود دارد:

۱-۱. سخت‌افزار ذخیره‌سازی داده‌ها، منظور همان رسانه‌های ذخیره‌سازی خارجی است مانند دیسک و نوار مغناطیسی.

۱-۲. سخت‌افزار پردازشگر، منظور خود رایانه است که با توجه به حجم پایگاه اطلاعاتی می‌توان به تناسب از ابعاد و قابلیت‌های مختلف آن بهره گرفت.

۱-۳. سخت‌افزار شبکه، منظور سخت‌افزار ارتباطی بین رایانه و دستگاه‌های جنبی و نیز رایانه‌هاست که گاهی به آنها امکانات داده‌رسانی نیز می‌گویند (۱: ج ۱، ص ۵۶۱؛ ۳: ۲۹-۳۲).

## ۲. نرم‌افزار

در یک رده‌بندی کلی می‌توان به نرم‌افزارهای زیر در محیط پایگاه اطلاعاتی اشاره کرد:

۲-۱. نرم‌افزار سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی که خود در محیط یک سیستم عامل اجرا می‌گردد.

۲-۲. برنامه‌های کاربردی که در محیط سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی اجرا می‌شوند.

۲-۳. رویه‌های ذخیره شده.

۲-۴. نرم‌افزار شبکه، در صورتی که قرار باشد پایگاه اطلاعاتی در محیط شبکه مورد بهره‌برداری قرار گیرد (۳: ۳۲).

## ۳. داده

از دیدگاه ANSI داده، نمایش واقعیات، پدیده‌ها، یا معلومات به شکل صوری و مناسب برای برقراری ارتباط، تفسیر، و پردازش توسط انسان یا امکانات خودکار است و به‌طور کلی عملیاتی روی داده انجام می‌گیرد تا در مورد یک موجودیت، اطلاعاتی تهیه شود (۲: ۲۰). داده‌های ذخیره شده در پایگاه اطلاعاتی اصطلاحاً به «داده عملیاتی» یا «داده‌های پایا» موسومند و منظور از آنها داده‌هایی است که کاربران روزانه با آنها سروکار دارند. البته داده‌ها واقعاً پایا نیستند و می‌توانند تغییر کنند. منظور از پایایی این است که تا زمانی که کاربر مجاز، درخواست تغییر یا حذف داده را به سیستم ندهد، داده

4. Database Management System (DBMS)

5. Database Administrator (DBA)

6. Communication hardware

7. Procedures

در پایگاه اطلاعاتی ثابت بماند (۳: ۳۷).

#### ۴. کاربران

در معنای عام، استفاده‌کنندگان از پایگاه اطلاعاتی را کاربر می‌گویند که سه گروه را تشکیل می‌دهند:

- ۱-۴. برنامه‌نویسان کاربردی که پایگاه اطلاعاتی را طراحی می‌کنند و با استفاده از داده‌های موجود در پایگاه آن را توسعه می‌دهند و برنامه‌های جدید را تهیه می‌کنند.
- ۲-۴. استفاده‌کنندگان نهایی که با استفاده از پایگاه‌ها می‌توانند به اطلاعات مورد نیاز خود دست یابند و از آنها استفاده کنند.
- ۳-۴. مدیر پایگاه اطلاعاتی که کار کنترل پایگاه اطلاعاتی را برعهده دارد و معمولاً از توان بالایی برای تجزیه و تحلیل نیازها و تصمیم‌گیری در مورد روش ذخیره، دسترسی، بازیابی، و کنترل اطلاعات برخوردار است (۴: ۸۴-۹۴؛ ۷).

#### پایگاه اطلاعاتی از نظر ساختار داده‌ای

با توجه به این که در ادامه بحث معماری پایگاه اطلاعاتی، اصطلاح «ساختار داده‌ای» به دفعات به کار رفته است در اینجا لازم دیده شد، هرچند به طور خلاصه ساختارهای داده‌ای مطرح<sup>۸</sup> مورد توجه قرار گیرند. البته پایگاه اطلاعاتی را از رویکردهای مختلفی طبقه‌بندی می‌کنند، از جمله از نظر محتوای اطلاعاتی مانند پایگاه اطلاعاتی کتاب‌شناختی، ارجاعی، عددی و آماری و مانند آن؛ اما حیطه پایگاه اطلاعاتی از حیث ساختار داده‌ای،

وضعی دیگر و گونه‌های خاص خود را دارد. در عمل گونه‌های موجود ساختار داده‌ای عبارتند از:

#### ۱. پایگاه اطلاعاتی سلسله‌مراتبی

فن‌آوری پایگاه اطلاعاتی سلسله‌مراتبی اولین مدل پایگاه داده بود که به صورت گسترده‌ای پذیرفته شد. این مدل بر این اصل استوار است که در آن پیشینه‌ها به صورت سلسله‌مراتبی و درختی در رابطه‌ای پدر و فرزندی قرار می‌گیرند. تنها یک پیشینه، ریشه درخت است و هر پیشینه فقط یک رابطه با پیشینه قبلی خود دارد، ولی در برقراری ارتباط با پیشینه‌های بعدی خود محدودیتی ندارد. در این نوع پایگاه، ارتباط بین پیشینه‌ها سریع است، اما برخی پیشینه‌ها با توجه به نوع ارتباط تکرار شده و موجب افزایش حجم پایگاه اطلاعاتی می‌گردند. از جمله محدودیت‌های این نوع پایگاه، عدم توانایی برای پشتیبانی ارتباطات چندبه‌چند است. همچنین داشتن نسخه‌ای از یک پیشینه در بخش‌های مختلف پایگاه می‌تواند ناکارآمد باشد چرا که اگر پیشینه‌ها تغییر یابند پایگاه می‌تواند با خطاهای عمده‌ای مواجه شود (۹: ج ۱، ص ۵۶۲).

#### ۲. پایگاه اطلاعاتی شبکه‌ای

در این نوع پایگاه‌ها رابطه میان انواع پیشینه‌ها یک به چند است و هیچ محدودیتی در تعداد آنها نیست. چند پیشینه در رابطه با یک پیشینه که خود با چند پیشینه دیگر

۸. به دلیل جلوگیری از طولانی شدن مباحث جانبی و ماهیت خاص برخی مدل‌های داده‌ای مانند شیء‌گرا، از ذکر آنها صرف‌نظر شده است.

مرتبط است قرار می‌گیرند. انعطاف‌پذیری در تعداد رابطه‌های میان پیشینه‌ها موجب می‌شود که پیشینه‌ها در محلی که بیشترین کارایی را دارند قرار نگرفته و سرعت برقراری ارتباط میان آنها نسبت به مدل سلسله‌مراتبی کاهش یابد. البته با قرار دادن پیشینه‌های مرتبط نزدیک به هم این مشکل را می‌توان تا حدودی برطرف ساخت. برتری نوع شبکه‌ای نسبت به نوع سلسله‌مراتبی استفاده از یک پیشینه در رابطه‌های نامحدود است و نیازی به تکرار پیشینه‌های یکسان نیست. در نتیجه از افزونگی اطلاعات کاسته شده و اندازه پایگاه کوچک‌تر می‌شود (۱: ج ۱، ص ۵۶۲؛ ۳: ۱۱۲-۱۲۱).

حوزه‌های مربوط به آنها به صورت ستونی در جدول قرار می‌گیرند. هر سطر جدول پیشینه‌ای است که به وسیله کلید مشخصی با جدول دیگر که دارای همان کلید در یکی از سطرهاست مرتبط می‌شود. در هر رابطه یا جدول تنها یک نوع پیشینه می‌تواند وجود داشته باشد و پیشینه دارای تعداد ثابتی حوزه یا ستون است. در این نوع پایگاه، افزونگی اطلاعات وجود ندارد و گزارش‌گیری بسیار ساده، راحت و سریع انجام می‌شود. از جمله بزرگ‌ترین ضعف‌های پایگاه‌های رابطه‌ای عدم توانایی کافی برای کنترل پرس‌وجوها، به صورت کارآمد است (۹: ۵؛ ۴۰-۴۸).

### معماری پایگاه اطلاعاتی

سیستم پایگاه اطلاعاتی سیستمی مبتنی بر ذخیره و نگهداری اطلاعات است. اطلاعات می‌تواند هر چیز با مفهوم و معناداری باشد که سازمان‌دهی می‌شود تا مورد استفاده کاربران قرار گیرد. برای طراحی پایگاه اطلاعاتی در ابتدا باید با دو مفهوم آشنا شد. به عبارت دیگر پایگاه اطلاعاتی به دو زیربخش تقسیم می‌شود.

- شما<sup>۱۱</sup> (دید)
- داده

«شما» به معنای چگونگی ارتباط اطلاعات با یکدیگر است و این که اطلاعات چگونه باید گردآوری و ذخیره شود.

داده به معنای اطلاعات واقعی است که کاربران (در مفهوم کاربران مطرح در پایگاه اطلاعات) قصد دارند در پایگاه اطلاعاتی

### ۳. پایگاه اطلاعاتی رابطه‌ای

پایگاه اطلاعاتی رابطه‌ای، به عنوان جایگزینی معمول برای پایگاه اطلاعاتی سلسله‌مراتبی به شمار می‌رود. در این نوع پایگاه، گروه‌های متفاوت داده‌ای در پایگاه اطلاعاتی خودشان قرار می‌گیرند و از طریق پرس‌وجوهای پیچیده مانند همان‌ها که در اس. کیو. ال<sup>۹</sup> به کار می‌روند، با هم مرتبط می‌شوند. این پایگاه برای نخستین بار در سال ۱۹۷۰ توسط یکی از کارشناسان شرکت آی. بی. ام. ابداع شد. این نوع پایگاه‌ها بسیار پیچیده‌تر هستند و نسبت به پایگاه‌های سلسله‌مراتبی از سرعت پایینی برخوردارند. سازمان‌دهی اطلاعات برپایه جدول‌ها (رابطه)، سطرها (پیشینه‌ها)، و ستون‌ها (حوزه‌ها) صورت می‌گیرد. در این نوع پایگاه پیشینه‌ها به صورت جدول و

ذخیره شود. تنها می‌توان اطلاعات را در ساختارهایی که «شما» فراهم می‌آورد، ذخیره کرد. بنابراین باید اطمینان کامل از صحت شما حاصل شود (۱۱).

همچنین در تعریف اصطلاح پایگاه اطلاعات، سطوح به کار رفته در آن نیز باید مشخص شوند. از آنجاکه در چگونگی معماری پایگاه اطلاعات، حداقل در سال‌های آغاز ایجاد این فن‌آوری، بین کارشناسان رشته‌های مرتبط اتفاق نظر کاملی وجود نداشت، ANSI/SPARC با توجه به اهمیت محیط انتزاعی، معماری پایگاه اطلاعاتی را به‌عنوان معماری استاندارد پیشنهاد کرد. این معماری به معماری «سه سطحی» موسوم است (۳: ۱۲۷؛ ۱۰) در ادامه سعی می‌شود تا دیدگاهی جامع در این زمینه ارائه شود.

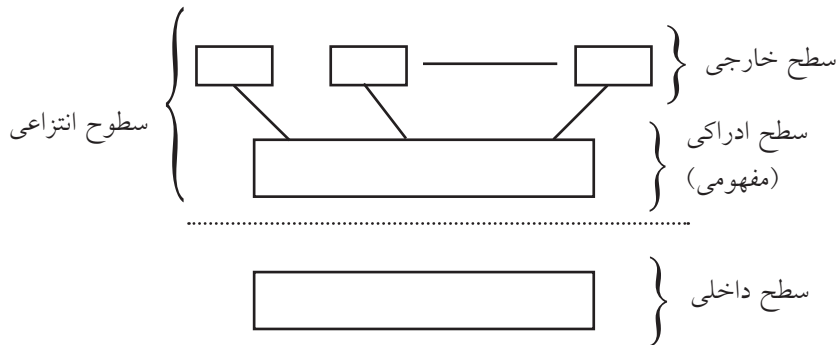
در معماری پایگاه اطلاعاتی منظور از محیط انتزاعی، محیطی است فراتر از فایلینگ منطقی و فایلینگ فیزیکی (محیط فرافایلی). مفاهیمی که در محیط انتزاعی مطرح می‌شوند باید از جنبه‌های فایلینگ پایگاه مستقل و اساساً انتزاعی باشند. محیط انتزاعی پایگاه اطلاعاتی می‌تواند سطوحی

داشته باشد و مدل‌سازی معنایی داده‌ها امکانی برای نمایش خرد جهان واقع (نمایش اشیایی که باید در پایگاه ذخیره شوند) در بالاترین سطح انتزاع، می‌باشد. اما محیط انتزاعی پایین‌تر از سطح مدل‌سازی، همان سطح طراحی منطقی پایگاه اطلاعاتی است که خود به دو سطح خارجی و ادراکی تبدیل می‌شود.

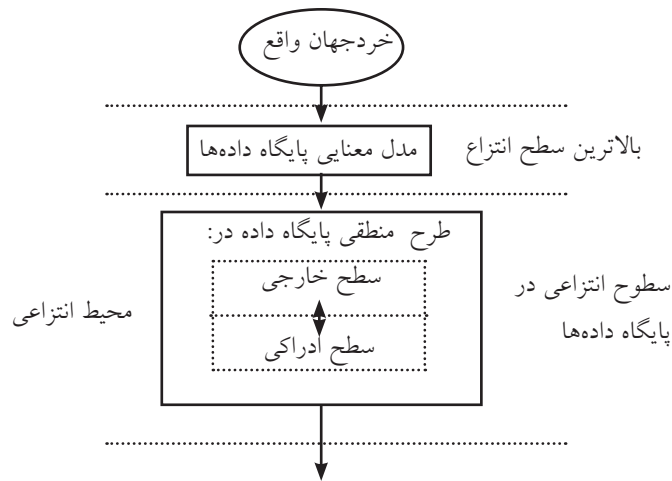
در محیط انتزاعی به جنبه‌های مربوط به نمایش موجودیت‌ها و ارتباطات بین آنها در چهارچوب فایلینگ منطقی و جنبه‌های مربوط به پیاده‌سازی فایل‌ها در محیط فیزیکی ذخیره‌سازی پرداخته نمی‌شود. بنابراین می‌توان گفت که پایگاه داده‌ها در محیط انتزاعی مجموعه‌ای از نمونه‌های متمایز عنصر (عناصر) ساختاری اساسی یک ساختار داده‌ای مشخص است (۳: ۸۱-۸۲).

### معماری سه سطحی

پس از بیان مفهوم انتزاع در معماری پایگاه اطلاعاتی، که برای درک بهتر مطالب ارائه شد، در این بخش به تشریح معماری پایگاه داده‌ها از دید ANSI/SPARC پرداخته



تصویر ۱. نمای ساده معماری سه سطحی



تصویر ۲. سطوح محیط انتزاعی

از شرح سطوح سه‌گانه توضیح داده خواهند شد. لازم به ذکر است برخی از این موارد مانند «کاربر» پیش‌تر توضیح داده شده است. اجزای پایگاه اطلاعاتی عبارتند از:

۱. کاربر
۲. دید خارجی<sup>۱۱</sup>
۳. دید ادراکی<sup>۱۲</sup>
۴. دید داخلی<sup>۱۳</sup>
۵. بدل‌ها<sup>۱۴</sup>
۶. سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات
۷. مدیر پایگاه اطلاعات.

### شرح سطوح سه‌گانه دید (شمای) خارجی

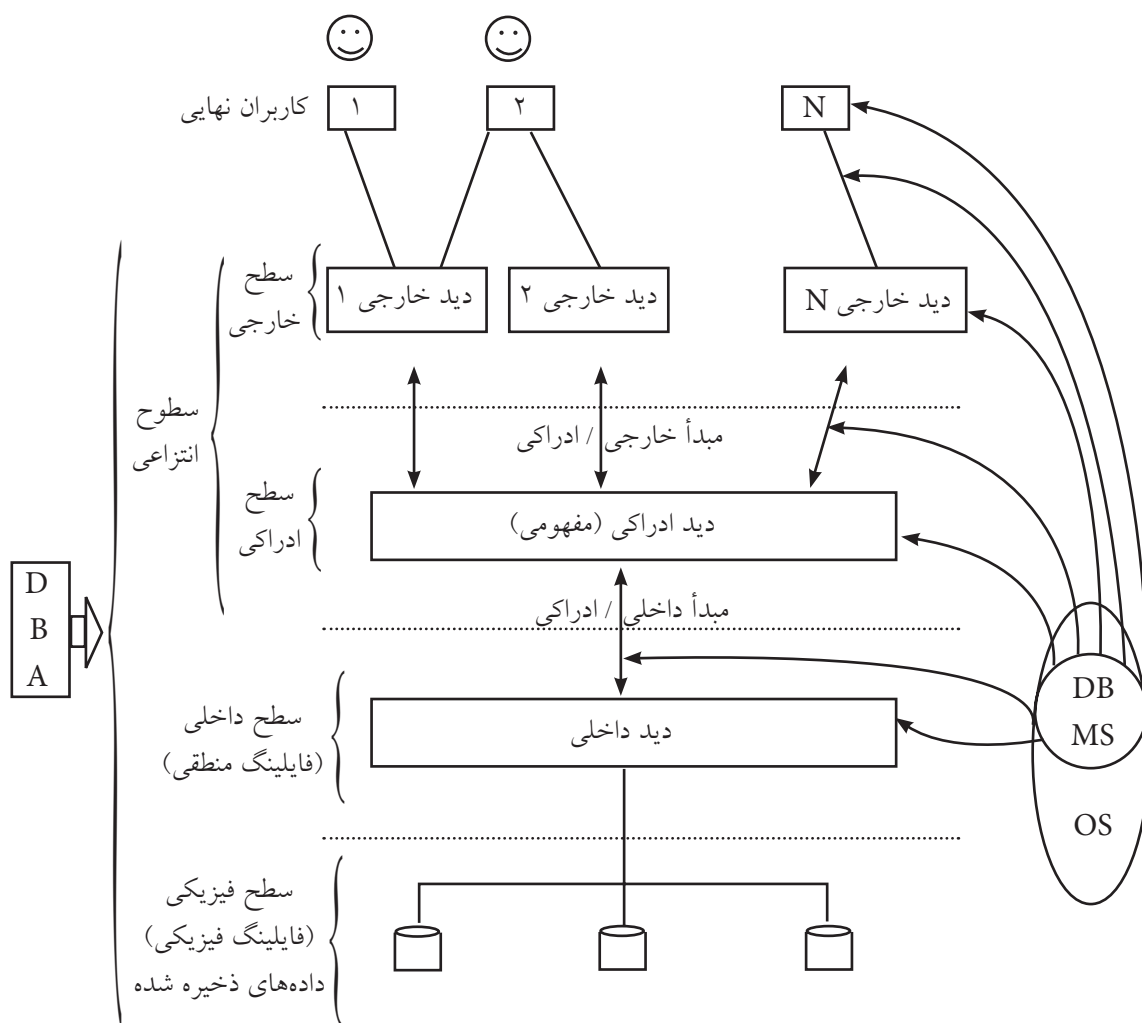
کاربر، نیازمند آن است که به برخی اطلاعات دسترسی داشته باشد. کاربران می‌توانند از برنامه‌نویسان یا مراجعه‌کنندگان موردی باشند (۱۱). دید خارجی، دید کاربر

می‌شود. سه سطح ارائه شده در این محیط اساساً سه سطح «تعریف داده‌ها» هستند. دو سطح از این سه سطح، یعنی سطوح خارجی و ادراکی، در محیط انتزاعی و سطح سوم، یعنی سطح داخلی، در محیط فایلینگ منطقی قرار دارد. داده‌های ذخیره شده در محیط فیزیکی طبعاً در فایل‌های فیزیکی جای دارند، بنابراین در ساده‌ترین تعریف می‌توان گفت که پایگاه اطلاعاتی مجموعه‌ای از فایل‌هاست که اطلاعات به‌نحو خاصی برای کاربردهای آتی در آنها ذخیره شده است (۸). در ادامه مبحث، نمای کامل‌تر معماری پیشنهادی ANSI/SPARC نشان داده شده، سپس به شرح هر یک از سطوح پرداخته می‌شود.

در این معماری علاوه بر سه سطح، اجزای دیگری هم دیده می‌شود که در واقع جزء سیستم پایگاه اطلاعات هستند که پس

11. External view  
12. Conceptual view

13. Internal view  
14. Mapping



تصویر ۳. معماری پایگاه اطلاعاتی

می‌شود. به وصف یا تعریف دید خارجی، «شمای خارجی» گفته می‌شود و نوعی برنامه است که کاربر سطح خارجی می‌نویسد و حاوی دستورات «تعریف داده‌ها» و گاه کنترل داده‌ها در همان سطح است. شمای خارجی به سیستم داده می‌شود و در فهرست آن نگهداری می‌شود.

به تعریف مجموعه دیدهای خارجی کاربر، «سطح خارجی» گفته می‌شود و یک

خاص نسبت به داده‌های ذخیره شده در پایگاه اطلاعاتی است. این دید، نشان‌دهنده «محدوده‌ای» از پایگاه اطلاعاتی است که به نیازهای اطلاعاتی کاربر خاص پاسخ می‌دهد، بنابراین، جزئی است نه جامع. از آنجاکه این دید در سطح انتزاعی مطرح است مبتنی بر یک ساختار داده‌ای مشخص می‌باشد و معمولاً ساختار داده‌ای را دربرخواهد داشت که دید ادراکی براساس آن طراحی و تعریف



کاربر می‌تواند تعدادی «دید» داشته باشد و چند کاربر می‌توانند در یک دید مشترک باشند. باید این مطلب را نیز مدنظر داشت که مفهوم دید، اساساً نوعی پنجره است که از طریق آن کاربر می‌تواند «محدوده پایگاه» خود را ببیند و خارج از این محدوده هیچ چیز دیگری نمی‌بیند. در ضمن، دید خارجی هر کاربر نشان‌دهنده «پایگاه اطلاعاتی» همان کاربر است. پس، از لحاظ منطقی کاربر پس از تعریف پایگاه خود باید بتواند در آن عملیاتی مانند بازیابی، درج، حذف، و به هنگام‌سازی را انجام دهد (۳: ۱۳۰-۱۳۴).

### دید (شمای) اداری (مفهومی)

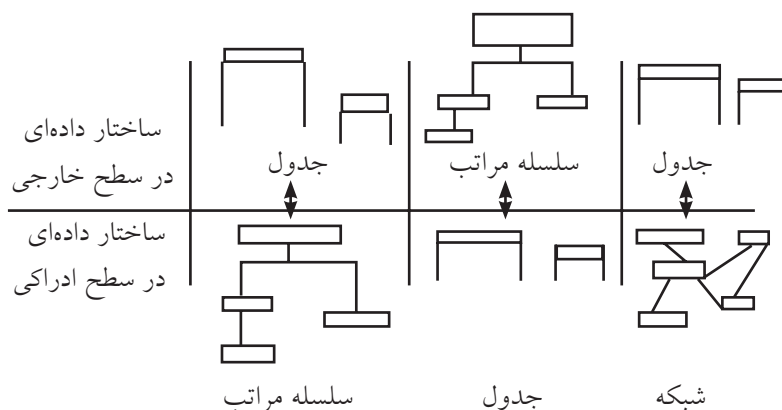
دید اداری، دید طراح پایگاه اطلاعاتی نسبت به داده‌های ذخیره شده در پایگاه است. این دید، سراسری، جامع، و دربرگیرنده تمام نیازهای کاربران در محیط عملیاتی (در خرد جهان واقعی) است. در واقع، نمایش خلاصه‌ای از محتوای اطلاعات داخلی پایگاه اطلاعاتی است (۱۱). این دید که در یک محیط انتزاعی مطرح است، بر ساختار داده‌ای

مشخصی مبتنی است و با استفاده از عناصر ساختاری اساسی همان ساختار داده‌ای طراحی می‌شود. لازم است که دید اداری پس از طراحی توصیف شود که به این عمل «شمای اداری» گفته می‌شود. «شمای اداری» نوعی «برنامه» است که دستورات «تعریف» داده‌ها و «کنترل» داده‌ها را دربرمی‌گیرد و به دستورات عملیات در داده نمی‌پردازد. سطح اداری در واقع همین شمای اداری است (۳: ۱۲۹).

حداقل از لحاظ نظری می‌توان گفت که ساختار داده‌ای در دو سطح انتزاعی، یعنی سطح خارجی و اداری، می‌تواند یکسان نباشد. در این صورت یک واحد نرم‌افزاری خاص برای تبدیل یک ساختار به ساختار دیگر لازم است. در این حالت اصطلاحاً می‌گوییم سیستم «دو ساختاره» است.

### دید (شمای) داخلی

دید سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات (و نیز دید طراح پایگاه اطلاعات) است و در سطحی پایین‌تر از سطح اداری، نسبت به



تصویر ۴. نمونه‌ای از ناهماهنگی داده‌ای در دو سطح خارجی و اداری

کل داده‌های قابل ذخیره در پایگاه اطلاعاتی قرار دارد. این دید در سطح فایلینگ منطقی پایگاه اطلاعاتی مطرح است. دید داخلی، در واقع نمایش سطح پایین از کل اطلاعات موجود در پایگاه است و شامل رویدادهای متعدد از انواع رکوردهای داخلی است. دید داخلی با سطح فیزیکی متفاوت است، بدین لحاظ که رکوردهای فیزیکی و ملاحظات سخت‌افزاری با آن سروکار ندارند. دید داخلی توسط یک شمای داخلی توصیف می‌گردد که همه انواع مختلف رکوردهای ذخیره‌شده را تعریف می‌کند و نیز مشخص می‌کند که چه نمایه‌هایی وجود دارد، فیلدها چگونه ذخیره شده‌اند، و دارای چه ترتیب فیزیکی هستند. شمای داخلی توسط سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی و تا حدی با دخالت طراح پایگاه تولید می‌شود. البته امروزه میزان دخالت طراح و برنامه‌نویس پایگاه اطلاعاتی در تعیین جنبه‌های داخلی نسبت به سیستم‌های قدیمی‌تر روزبه‌روز کمتر می‌شود (۳: ۱۳۴ - ۱۳۵).

### مبدل‌ها

علاوه بر سه سطح یاد شده، هر معماری پایگاه اطلاعاتی دارای چند مبدل می‌باشد.

- مبدل خارجی / ادراکی، ارتباط میان یک دیدگاه خارجی خاص و دیدگاه ادراکی مربوط به آن را بیان می‌کند. به‌منظور این‌که شمای خارجی ثابت بماند و عدم وابستگی دریافت داده‌های منطقی حفظ شود در صورت تغییر در تعریف ادراکی (مفهومی)، مبدل خارجی / ادراکی باید مطابق با آن تغییر کند.
- مبدل داخلی / ادراکی، ارتباط میان دیدگاه

ادراکی (مفهومی) و دیدگاه داخلی را بیان و تعریف می‌کند. به‌منظور این‌که شمای ادراکی (مفهومی) ثابت بماند و عدم وابستگی دریافت داده‌های فیزیکی حفظ شود، در صورت تغییر در تعریف ساختار ذخیره‌سازی، مبدل داخلی / ادراکی باید مطابق با آن تغییر کند (۱۲).

در این بخش به برخی دلایل مربوط به طرح معماری سه سطحی اشاره می‌شود:

- هر کاربری باید قادر به دستیابی به اطلاعات مشابهی باشد، اما با دید خاص خود نسبت به اطلاعات؛
- کاربران نباید مستقیماً با جزئیات ذخیره پایگاه اطلاعاتی فیزیکی در ارتباط باشند؛
- معمار پایگاه اطلاعاتی باید بتواند تغییراتی را در ساختار ذخیره پایگاه اطلاعاتی ایجاد کند، بدون این‌که تأثیری در دیدگاه‌های کاربران حاصل شود؛
- ساختار داخلی پایگاه نباید نسبت به تغییرات جنبه‌های فیزیکی ذخیره‌سازی تأثیرپذیر باشد؛
- معمار پایگاه اطلاعاتی باید بتواند در ساختار ادراکی پایگاه اطلاعاتی تغییراتی ایجاد کند، بدون این‌که کاربران را تحت تأثیر قرار دهد (۱۰).

### سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی

یک پایگاه اطلاعاتی را در صورتی پایگاه اطلاعاتی تلقی می‌کنیم که تحت کنترل یک سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی قرار داشته باشد. سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی به‌عنوان یک محصول پیچیده نرم‌افزاری عملکردهای جامعی را برای تعریف پایگاه اطلاعاتی و ذخیره‌سازی، بهنگام‌سازی،

و بازیابی محتوای اطلاعاتی آن در اختیار می‌گذارد و با آنچه که در سیستم‌های متداول سنتی مطرح بود متفاوت است. البته سیستم‌هایی نیز وجود دارند که مبتنی بر سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی نبوده و از انواع پیچیده‌تری از فایل‌های یکنواخت استفاده می‌کنند. اما در هر حال این سیستم‌ها به‌ندرت امکانات کاملی مانند یک سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی دارند و فاقد ویژگی‌های انحصاری سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی نیز می‌باشند (۶: ۴).

در واقع سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی نرم‌افزاری است بین محیط فیزیکی ذخیره‌سازی و بازیابی اطلاعات و محیط منطقی برنامه‌سازی. این نرم‌افزار به کاربر برنامه‌ساز امکان می‌دهد تا:

- پایگاه داده‌های خود را تعریف کند؛
- در پایگاه خود عملیات انجام دهد؛
- روی پایگاه داده‌های خود تا حدی کنترل داشته باشد (۳: ۱۵۱).
- به‌طور دقیق وظایف سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی عبارت است از:
  - تعریف داده‌ها
  - دستکاری و پردازش داده‌ها
  - بهینه‌سازی
  - جامعیت و امنیت داده
  - ترمیم و سازگاری داده‌ها
  - فرهنگ داده‌ها
  - کارآیی

سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات، داده‌ها را تعریف کرده و باید قابلیت تعریف آنها را داشته باشد. باید قادر باشد درخواست‌های بازیابی، بهنگام‌سازی، حذف داده‌ها، و افزودن داده‌ها

را به پایگاه انجام دهد. هدف از بهینه‌سازی، تعیین روشی کارآمد برای پیاده‌سازی این درخواست‌هاست. مدیریت نرم‌افزاری باید بر درخواست کاربران نظارت داشته و از هرگونه تلاشی برای برهم زدن جامعیت و امنیت جلوگیری کند. سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات باید امکان ایجاد فرهنگ داده‌ها را داشته باشد. این فرهنگ یک بانک سیستمی است و نه کاربرپسند. به این فرهنگ «مخزن داده‌ها» یا «دایرةالمعارف داده‌ها» نیز گفته می‌شود. کارآیی یعنی سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی باید تمام عملکردهای سیستم را با کارآیی اجرا کند. فراهم کردن رابط کاربر نیز برعهده این نرم‌افزار است (۱۰).

### مزایای سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی

بعضی از امتیازات سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی حاکی از وجود امکانات و ویژگی‌هایی است که آن را از محصولات دیگر متمایز می‌کند. سایر امتیازات لزوماً محدود و منحصر به محیط سیستم مدیریت پایگاه اطلاعات نبوده و در مراکز رایانه‌ای فاقد این محیط هم البته با زحمت و مشکلاتی بیشتر قابل دستیابی است.

در کل، سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی باید مزایایی را در مقایسه با یک سیستم سنتی فراهم آورد.

- استقلال داده‌ای و برنامه‌ای، اولین مزیت پایگاه اطلاعاتی است. هم پایگاه اطلاعاتی و هم برنامه کاربردی می‌توانند به‌تنهایی و بدون وابستگی به یکدیگر تغییر داده شوند. بنابراین از صرفه‌جویی زمانی و مالی حاصل می‌توان برای حفظ و انسجام پایگاه اطلاعاتی بهره

گرفت.

• اشتراک داده‌ای و کاهش افزونگی داده‌ها، بهترین شرایط برای یک پایگاه اطلاعاتی این است که کاربران به‌طور مشترک از داده‌ها بهره‌مند شوند و هر کاربری احساس کند که در پایگاه اطلاعاتی خودش است. بنابراین چنین شرایطی، امکان نیاز به ذخیره داده‌ها در فایل‌ها و مکان‌های مختلف را از بین می‌برد و باعث حداقل افزونگی می‌گردد (۱۰).

• یکپارچگی، از جمله مواردی که در سیستم باعث یکپارچگی می‌شوند عبارتند از: ۱. کنترل افزونگی داده: بدین‌وسیله برای پاسخ‌گویی به کاربردهای مختلف سیستم، تعداد کمتری از اقلام اطلاعاتی در فایل‌های مختلف نگهداری می‌شود که این کار علاوه بر صرفه‌جویی فضای ذخیره‌سازی باعث کاهش خطاهای بهنگام‌سازی و از بین رفتن ناهماهنگی‌ها می‌شود.

۲. برقراری روابط بین رکوردها به‌طور خودکار: برای برقراری روابط لازم، مانند نیاز به یک رکورد مشتری قبل از اضافه شدن یک رکورد سفارش، و برعکس نگهداری یک رکورد مشتری تا خاتمه کلیه سفارش‌های او در سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی خودکار انجام می‌شود.

• کنترل مرکزی پایگاه اطلاعاتی: مدیر پایگاه اطلاعاتی می‌تواند این اطمینان را کسب کند که شرایط استاندارد در ارائه اطلاعات به‌کار گرفته شده‌اند.

• امنیت: امنیت به مفهوم داشتن کنترل بر پایگاه اطلاعاتی است. مدیر پایگاه می‌تواند مطمئن شود که دستیابی به پایگاه از طریق

مسیرهای صحیح صورت می‌گیرد و می‌تواند حقوق هریک از کاربران را در دستیابی به اطلاعات تعریف و پایگاه‌های فرعی را نیز مشخص کند. سیستم امنیتی همچنین باید از تحریف داده‌های موجود به‌صورت تصادفی و عمدی جلوگیری کند (۶: ۳۷-۳۸).

• عملکرد و کارایی: در مقایسه با حجم پایگاه. میزان دستیابی‌ها، عملکرد خوب و کارایی بالا از جمله اساسی‌ترین نیازها برای هر پایگاه به‌شمار می‌روند. دانستن احتیاجات کلی سازمان در مقایسه با نیازهای فردی کاربران این امکان را به مدیر پایگاه می‌دهد تا سیستم را طوری شکل دهد که خدمات لازم را به بهترین وجه فراهم آورد (۱۰).

• کنترل به‌هنگام‌سازی‌ها و پرس‌وجوهای هم‌زمان: این ویژگی از جمله پیچیده‌ترین مباحث مدیریت پایگاه اطلاعاتی است. به‌ویژه در مواقعی که بیش از یک کاربر در یک زمان می‌تواند به اطلاعات دسترسی داشته باشد و یا این که آن را به‌هنگام‌سازی نماید، بسیار اهمیت دارد (۶: ۳۹).

### مدیر پایگاه اطلاعاتی

مدیر پایگاه اطلاعاتی فردی متخصص در پایگاه اطلاعاتی است و در محدوده وظایفی که عهده‌دار است دارای مسئولیت علمی و فنی و نیز اداری است. این مدیر همراه یک گروه تخصصی کار می‌کند که به آن گروه مدیریت پایگاه اطلاعاتی می‌گویند (۳: ۱۸۹). هریک از اعضای این گروه مسئولیت خاصی دارد و در حیطه اختیارات و وظایفش می‌تواند سرپرست یک گروه اجرایی باشد. مسئولیت‌های مدیر پایگاه اطلاعاتی به

شرح زیر است:

۱. تصمیم‌گیری در مورد محتوای پایگاه اطلاعاتی، به‌عنوان مثال شناسایی موضوعات مورد نیاز کاربران و اطلاعاتی که باید درباره آن موضوعات ذخیره شود. این کار به‌وسیله نوشتن شمای مفهومی با استفاده از زبان (دستورها) تعریف داده‌ها<sup>۱۵</sup> تعریف می‌شود؛
۲. تصمیم‌گیری در مورد ساختار ذخیره و راهبردهای دستیابی، این که داده‌ها چگونه باید ارائه شود. شمای ادراکی (مفهومی) داخلی باید با استفاده از زبان تعریف داده‌ها مشخص شود؛
۳. داشتن ارتباط مستمر با کاربران، اطمینان از این که داده‌های مورد تقاضای آنها موجود است و نوشتن شمای خارجی مورد نیاز و مبدل خارجی / ادراکی (مفهومی)؛
۴. تعیین راهبرد برای تهیه پشتیبان و بازسازی؛
۵. کنترل عملکردها و پاسخ‌گویی به تغییرات صورت گرفته در مورد تقاضاها (۱۲).

### نتیجه‌گیری

هر نظام ذخیره و بازیابی اطلاعات، از جمله پایگاه اطلاعاتی به‌عنوان مجموعه‌ای منظم متشکل از اجزایی است. این اجزا با وابستگی خاصی که در بین آنها برقرار است کارکرد واحدی را که مورد انتظار است، رقم می‌زنند. نحوه پیوند اجزای این نظام‌ها دارای شرایط خاصی است، به‌گونه‌ای که حذف یکی و یا در نظر نگرفتن یک سطح موجب اختلال در سیستم و یا از بین رفتن کارکرد کلی آن

می‌شود. بنابراین، اگر بخواهیم به ارزش هر جزء از سیستم پی ببریم باید با معماری و ساختار آن آشنا شویم.

بدیهی است که در ساختار پایگاه‌های اطلاعاتی می‌توان از معماری‌های متفاوتی بهره گرفت که هر یک دارای مراتب و درجات ویژه‌ای هستند، ولی آنچه امروزه به‌صورت استاندارد پذیرفته شده است، معماری ارائه شده توسط ANSI/SPARC است که ویژگی‌های خاصی را مدنظر قرار داده است. این معماری با رویکرد خاصی که دارد در طراحی پایگاه‌های اطلاعاتی از سطوح سه‌گانه (خارجی، ادراکی، و داخلی) بهره می‌گیرد که به همین دلیل به معماری سه سطحی معروف است. ساختار این معماری به‌گونه‌ای است که در طراحی هر یک از سطوح وظیفه خاصی مدنظر است. به‌عنوان مثال، سطح خارجی دید کاربر خاص نسبت به داده‌های ذخیره شده در پایگاه اطلاعاتی است، بنابراین جزئی است. سطح دوم یعنی دید ادراکی، دید طراح پایگاه اطلاعاتی است، بنابراین جامع و فراگیر بوده و دربرگیرنده تمام نیازهای کاربران در محیط عملیاتی می‌باشد. در نهایت دید داخلی به‌عنوان آخرین سطح، دید سیستم مدیریت پایگاه اطلاعاتی نسبت به نحوه ذخیره داده‌ها در پایگاه اطلاعاتی است. در واقع معماری سه سطحی به کاربر اجازه دستیابی به اطلاعات مشابه را می‌دهد، اما با دید خاص خود. همچنین این امکان را فراهم می‌آورد که کاربران با تغییرات فیزیکی پایگاه اطلاعاتی در ارتباط نباشند و معمار پایگاه اطلاعاتی بتواند تغییراتی را در ساختار ذخیره ایجاد کند، بدون

این که تأثیری در دیدگاه کاربران حاصل شود. بدون شک کسب دانش لازم در زمینه معماری پایگاه اطلاعاتی می‌تواند مفید واقع شود و از طرف دیگر ما را با کارکردهای داخلی پایگاه اطلاعاتی بیشتر آشنا سازد. علاوه بر معماری صحیح، پایگاه اطلاعاتی نیازمند داشتن سیستم مدیریت است، بنابراین شناخت این سیستم، وظایف و کارکردها و مزایایی که دارد به پایگاه اطلاعاتی عمق بیشتری می‌بخشد. در نهایت مدیر پایگاه اطلاعاتی تمامی مسئولیت‌های علمی و فنی و هماهنگی داخلی و بیرونی پایگاه اطلاعاتی را برعهده دارد و به‌عنوان یک عامل انسانی نقش تعیین‌کننده‌ای در انسجام اجزای پایگاه دارد. در انتها باید یادآور شد که تمامی موارد مطرح سیستمی و انسانی در معماری پایگاه اطلاعاتی مکمل هم هستند و شرط ادامه حیات یک پایگاه، ارتباط مستقیمی با هماهنگی بین اجزا دارد.

## منابع

۱. اسحاق‌زاده، بی‌بی‌سیده؛ قانع، محمدرضا. «پایگاه‌های اطلاعاتی». *دایرةالمعارف کتابداری و اطلاع‌رسانی*. ج ۱. ص ۵۶۰-۵۶۴.
۲. جعفرنژاد، آتش. *آشنایی با بانک‌های اطلاعاتی*. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها (سمت)، ۱۳۷۹.
۳. روحانی رانکوهی، محمدتقی. *مفاهیم بنیادی پایگاه داده‌ها*. تهران: جلوه، ۱۳۸۰.
۴. همو. *مقدمه‌ای بر پایگاه داده‌ها (بانک اطلاعاتی)*. تهران: جلوه، ۱۳۷۲.
۵. شورای عالی انفورماتیک کشور. *ویژه‌نامه پایگاه داده‌ها: خبرنامه انفورماتیک*. تهران: سازمان برنامه و

بودجه، مرکز مدارک اقتصادی-اجتماعی و انتشارات، ۱۳۷۴.

۶. گیداش، الکساندر؛ کورت، هنری اف؛ سیلبرشاتس، ابراهام. *مدیریت بانک‌های اطلاعاتی*. ترجمه ابراهیم معدنچیان. تهران: سروش ۱۳۷۷.

7. Anderson-Freed, Susan. "Database schema". 2006. [on-line]. Available: <http://www.iwu.edu/~sander/CS314/Lectures/Schema1.html>

8. Horrocks, Ian ... [et al.]. "Database architecture models and design". 2006. [on-line]. Available: [www.cs.man.ac.uk/~horrocks/Teaching/](http://www.cs.man.ac.uk/~horrocks/Teaching/)

9. Kwan, Steve. "MINISIS database architecture". 2006. [on-line]. Available: <http://www.minisisinc.com/docs/architecture.pdf>

10. Mailer, D. "Database architecture". 2006. [on-line]. Available: <http://hamilton.bell.ac.uk/db1/lecture3>.

11. Nippier University, Edinburgh. "Database approach". 2006. [on-line]. Available: <http://db.grussell.org/slides/intro.pdf>

12. Russell, Gordon. "Database architecture". [on-line]. Available: <http://db.grussell.org/slides/intro.pdf>

13. University Information Services (UIS). "Database architecture". 2006. [on-line]. Available: <http://uis.georgetown.edu/departments/eets/dw/GLOSSARY0816.html>

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۶/۱۴