فصل اول :

معرفی پایگاه داده ها

۱-۱- تعریف پایگاه داده ها:

مفهوم پایگاه داده ها از نظر مؤلفین مختلف در بیان با تفاوتهایی همراه ولی از نظر تکنیکی به گونه ای مشابه تعریف شده است. یکی از تعاریف مناسب آن به فرم زیر می باشد:

بانک اطلاعاتی، مجموعه ای است از داده های ذخیره شده و پایا (در مورد انواع موجودیتهای یک محیط عملیاتی و ارتباطات بین آنها) بصورت مجتمع و مبتنی بر یک ساختار، تعریف شده بطور صوری با حداقل افزونگی، تحت مدیریت یک سیستم کنترل متمرکز، مورد استفاده یک یا چند کاربر، بطور اشتراکی و همزمان.

با توجه به این تعریف می توان دریافت که از دیدگاه تخصصی هر مجموعه ای از فایلها ی ذخیره شده لزوما پایگاه داده محسوب نمیگردد.در ادامه برخی اصطلاحات موجود در تعریف پایگاه داده توضیح داده شده اند:

- **مجتمع Integrity و مبتنی بر یک ساختار**

به معنی آن است که کل داده های عملیاتی محیط مورد نظر کاربران مختلف، در قالب یک ساختار مشخص بصورت یکجا ذخیره شده باشند. به عبارتی پراکندگی در ذخیره سازی داده های محیط وجود نداشته باشد.

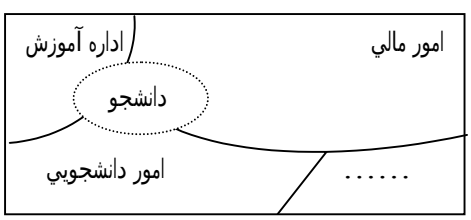
- **تعریف شده بصورت صوری:**

به معنی آن است که داده ها به کمک احکام خاصی، در کادر تعریف فایلهای مورد نیاز، تشریح و تعریف شوند و این کار زبان خاصی را لازم دارد.

مثالی برای درک بهتر مفهوم پایگاه داده

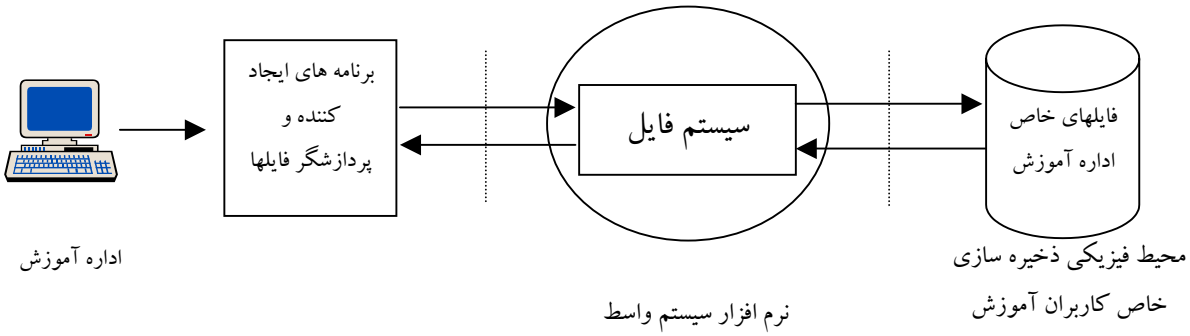
- محیط عملیاتی دانشگاه را در نظر بگیرید که دارای بخش های عملیاتی مختلف می باشد. فرض می شود که سه بخش امور آموزش، امور دانشجویی و امور مالی دانشگاه بخشهایی هستند که می خواهیم برای آنها یک سیستم ذخیره و بازیابی کامپیوتری ایجاد نماییم و نیز فرض می کنیم که تنها نوع موجودیت مورد نظر، موجودیت دانشجو باشد و بخشهای فوق می خواهند اطلاعاتی را در مورد این نوع موجودیت داشته باشند. واضح است که در هر یک از بخشهای فوق انواع دیگری از موجودیتها وجود دارند که در این مثال مورد بحث قرار نمی گیرند.

دو روش و مشی کلی در طراحی این سیستم وجود دارد:



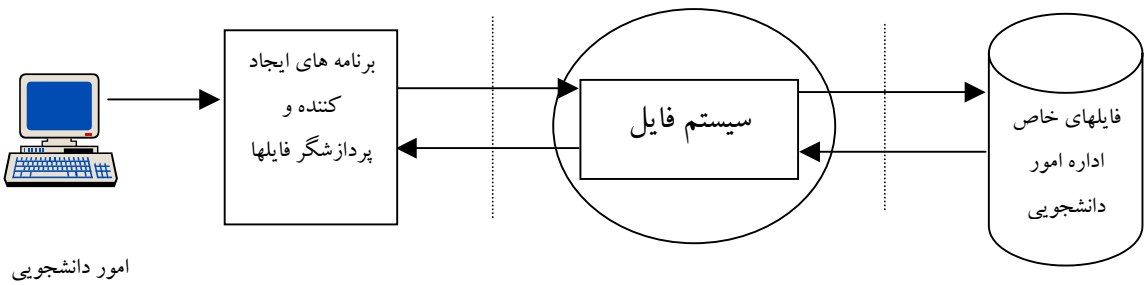
الف – مشی غیر بانکی (سیستم فایل پردازی) File Processing

در این روش هر یک از زیر محیط های عملیاتی مستقلاً مطالعه می شود و برای هر زیر مجموعه یک سیستم خاص همان زیر محیط طراحی و تولید می شود، بگونه ای که فقط پاسخگوی همان زیر محیط است.با توجه به مثال مطرح شده هر قسمت از دانشگاه سیستم کاربردی خاص و جداگانه خود را خواهد داشت .



- قالب رکورد از دید آموزش : (دانشکده، سال ورود، تاریخ تولد، نام خانوادگی، نام، شماره دانشجو)

امور دانشجویی نیز فایلهای خاص خود را دارد:



- قالب رکورد از دید امور دانشجویی:

(سال ورود، تاریخ تولد، نام خانوادگی، نام، شماره دانشجو)

مشخصه های این روش عبارتند از:

۱ – در روش فایل پردازی داده ها از هم مجزا می باشند.

۲ – محیط ذخیره سازی نامجتمع است (تعدادی سیستم جداگانه و محیط ذخیره سازی جداگانه)

۳ – برنامه های کاربردی وابسته به قالب فایل می باشند.

٤ – عدم سازگاری در داده ها و فایلها دیده می شود.

٥ – اشتراکی نبودن داده ها : داده های زیر محیط ۱ مورد استفاده کاربران زیر محیط ۲ نمی توانند قرار گیرند.

٦ – اطلاعات تکراری و افزونگی در داده ها وجود دارد.

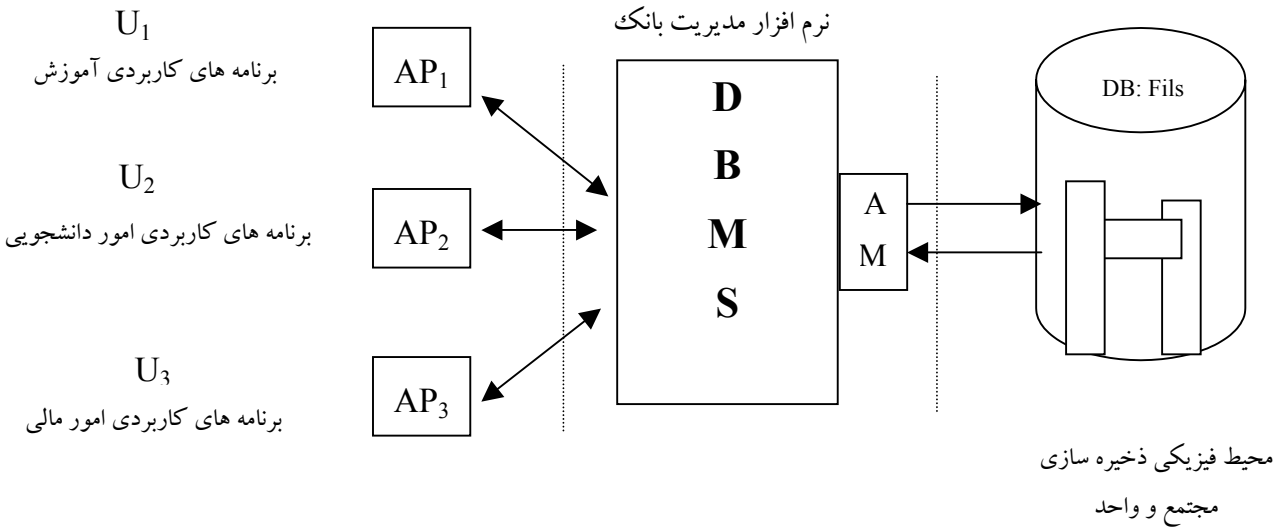
۷ – عدم امکان استانداردهای واحد محیط عملیاتی بدلیل وجود سیستم های متعدد و پراکنده که احیاناً توسط تیم های مختلف طراحی و پیاده سازی شده است امکان اعمال یکسری از عملیات منسجم روی آن سیستم وجود ندارد.

۸- مصرف غیر بهینه امکانات سخت افزاری و نرم افزاری و حجم زیاد برنامه سازی و استفاده غیر بهینه از مهارت و وقت تیمهای برنامه سازی .

ب – مشی بانکی (پایگاهی) Database Approach

در این روش یک تیم واحد طراحی و پیاده سازی به سرپرستی متخصصی به نام DBA مجموعه نیازهای اطلاعاتی کل محیط عملیاتی مورد نظر مدیریت کل سازمان را بررسی می کند و با توجه به نیازهای اطلاعاتی تمام کاربران محیط و ضمن استفاده از یک نرم افزار خاص به نام DBMS محیط واحد و مجتمع ذخیره سازی اطلاعات ایجاد می شود.با توجه به مثال مطرح شده، رکورد نوع دانشجو فقط یکبار در فایل ذخیره می شود وکاربران مختلف هر یک طبق نیاز اطلاعاتی خود از آن بطور مشترک استفاده می نمایند. در رکورد نوع دانشجو، تمام صفات خاصه مورد نیاز کاربران مختلف وجود دارند و صفات خاصه مشترک، تنها یکبار در رکورد منظور می شوند.

در این روش هر کاربری، دید خاص خود را نسبت به داده های ذخیره شده در بانک دارد. دید کاربران مختلف از یکدیگر متفاوت و حتی گاه با هم متضاد است.



مشخصه های این روش :

۱ – داده های مجتمع: کل داده ها بصورت یک بانک مجتمع دیده می شوند و از طریق DBMS با آنها ارتباط برقرار می شود.

۲ – عدم وابستگی برنامه های کاربردی به داده ها و فایلها: زیرا DBMS خود به مسائل فایلینگ می پرازد و کاربران در محیط انتزاعی هستند.

۳ – تعدد شیوه های دستیابی به داده ها

٤ – عدم وجود ناسازگاری در داده ها

۵ – اشتراکی بودن داده ها

٦ – امکان ترمیم داده ها

٧ – کاهش افزونگی

٨ – کاهش زمان تولید سیستم ها

٩ – امکان اعمال ضوابط دقیق ایمنی

١-٢- عناصر اصلی تشکیل دهنده محیط پایگاه داده ها:

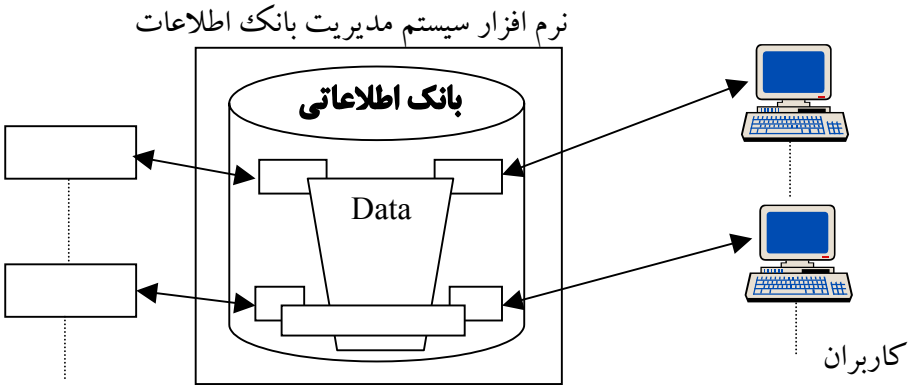
محیط بانک اطلاعاتی ، نظیر هر محیط دیگر ذخیره و بازیابی، از عناصر زیر تشکیل می شود:

١ – سخت افزار

٢ – نرم افزار

٣ – کاربر

٤ – داده



١-٢-١ – سخت افزار :

سخت افزار محیط بانکی را می توان بصورت زیر تقسیم بندی نمود:

الف– سخت افزار ذخیره سازی داده ها

منظور همان رسانه های ذخیره سازی است که معمولاً برای ذخیره سازی داده ها از دیسکهای سریع با ظرفیت بالا استفاده می شود.

ب– سخت افزار پردازشی

منظور همان کامپیوتر یا ماشین است. ماشینهای خاص برای محیطهای بانک اطلاعاتی نیز طراحی و تولید شده اند که به نام DBM ماشینهای بانک اطلاعاتی نیز خوانده می شوند. این ماشینها از نظر معماری، حافظه اصلی،... و سایر اجزاء از ویژگیها و جنبه هایی برخوردارند که شرح آن در این جزوه نمی گنجد.

ج– سخت افزار ارتباطی

منظور مجموعه امکانات سخت افزاری است که برای برقراری ارتباط بین کامپیوتر و دستگاههای جانبی و نیز بین دو کامپیوتر یا بیشتر بکار گرفته می شوند، اعم از اینکه ارتباط نزدیک باشد و یا ارتباط دور. سخت افزار ارتباطی خاص محیط های بانکی نیست و در هر محیط غیر بانکی نیز ممکن است مورد نیاز باشند.

۱-۲-۲ – نرم افزار:

نرم افزار محیط بانکی را می توان به دو دسته تقسیم نمود:

۱-۲-۲-۱– نرم افزار کاربردی:

نرم افزاری است که کاربر باید برای تماس با سیستم بانک اطلاعاتی آماده کند.

۱-۲-۲-۲– نرم افزار سیستمی:

بین بانک اطلاعاتی فیزیکی که داده ها بصورت فیزیکی در آن ذخیره می شوند و کاربران سیستم، لایه ای از نرم افزار موسوم به مدیر بانک اطلاعاتی قرار دارد. سیستم مدیریت بانک اطلاعاتی نرم افزاری است که به کاربران امکان می دهد که پایگاه از دید خود را تعریف کنند و به پایگاه خود دستیابی داشته باشند، با پایگاه خود کار کنند و روی آن کنترل داشته باشند.

۱-۲-۳- کاربران:

از نظر وظایفی که انجام می دهند به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

الف: کاربران با نقش مدیریتی (DBA)

ب: کاربران با نقش استفاده کننده که به دو دسته: کاربران تولید کننده سیستم (برنامه نویسان کاربردی) و استفاده کنندگان نهایی سیستم می تواند تقسیم گردد. برنامه نویسان کاربردی مسئول نوشتن برنامه های کاربردی بانک اطلاعاتی به زبان سطح بالا یا زبانهای نسل چهارم (4GL) هستند.

۱-۲-٤ – داده:

منظور داده هایی است که در مورد انواع موجودیتهای محیط عملیاتی و ارتباط بین آنها می باشند که اصطلاحاً به آنها داده های عملیاتی و یا داده های پایا گفته می شود . داده های ذخیره شدنی در پایگاه داده ها ابتدا باید در بالاترین سطح انتزاع مدلسازی معنایی شوند .مفاهیم داده ها در هر محیط به کمک موجودیت ها و ارتباطات نمایش داده میشوند .

- **انتخاب موجودیتها :**

نوع موجودیت :

عبارتست از مفهوم کلی شیء پدیده و بطور کلی هر آنچه از محیط عملیاتی که می خواهیم در موردش اطلاع داشته باشیم . مثال : دانشکده ، درس ،دانشجو ، گروه آموزشی .

در هر محیط عملیاتی انواع مختلف موجودیتها وجود دارند. طراح پایگاه پس از مطالعه دقیق محیط عملیاتی، مجموعه موجودیتهای محیط را تعیین می کند و این اولین قدم در طراحی پایگاه داده ها است.

توجه: تشخیص درست موجودیت ها و شناسایی روابط بین آنها قبل از هر چیز بستگی به این دارد که در مورد چه پدیده هایی چه اطلاعاتی را می خواهیم داشته باشیم. موجودیتهایی انتخاب می شوند که نیازهای اطلاعاتی همه کاربران محیط ناظر به آنها باشد.

❑ **صفات خاصه:**

هـر موجـودیت مجمـوعه ای از صـفات خاصـه اسـت که این مجموعه صفات خاصه را نیز باید طراح تعیین کند. هر صفت از نظر کاربران یک نام ،یک نوع و یک معنای مشخص دارد .

بعنوان مثال: موجودیت کارمند می تواند دارای صفات خاصه شماره کارمندی، نام و حقوق باشد.

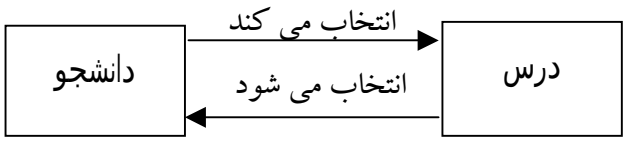
❑ **ارتباط:**

هـر نـوع ارتـباط یک **معنای**مشخص دارد و با یک نام بیان می شودو نیز می توان گفت که هر نوع ارتباط ،عملی است که بین موجودیتها وجود دارد.

انواع موجودیت های محیط عملیاتی با یکدیگر ارتباط دارند که معمولاً با یک عبارت فعلی همراه است. این ارتباطات که هر یک سمانتیک خاص را دارد باید شناسایی شده و در پایگاه ذخیره شوند.

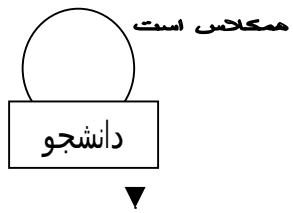
مثال: – دانشجو درس را انتخاب می کند

– درس توسط دانشجو انتخاب می شود



– بین دو موجودیت می تواند بیش از یک ارتباط متفاوت با معنای (سمانتیک) متفاوت وجود داشته باشد.

❑ ارتـباط ممکـن اسـت بـین یک نوع موجودیت و خودش باشد. مثال: قطعه X در ساخت قطعه Y بکارمی رود. به این نوع ارتباط ،ارتباط بازگشتی (Recursive Relationship) نیز گفته می شود.



ماهیت ارتباط:

تناظـر بـین عناصر مجموعه نمونه های یک نوع موجودیت، با عناصر مجموعه نمونه های نوع موجودیت دیگر را ماهیت ارتباط گویند.

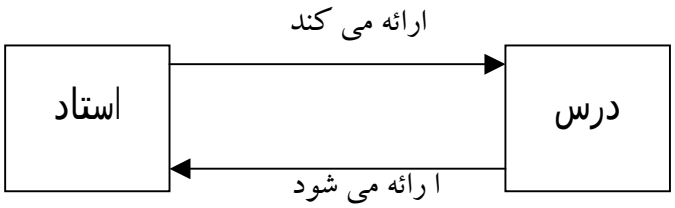
ماهیت ارتباط بین انواع موجودیت ها عبارتند از:

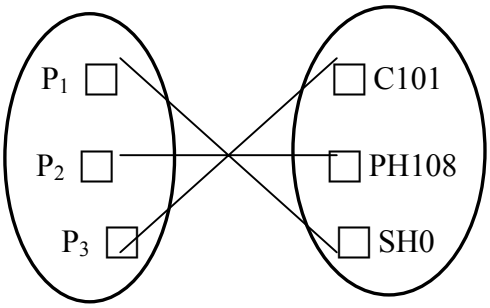
ارتباط	۱ : ۱	تناظر یک به یک
ارتباط	۱ : n	تناظر یک به چند
ارتباط	n : n	تناظر چند به چند

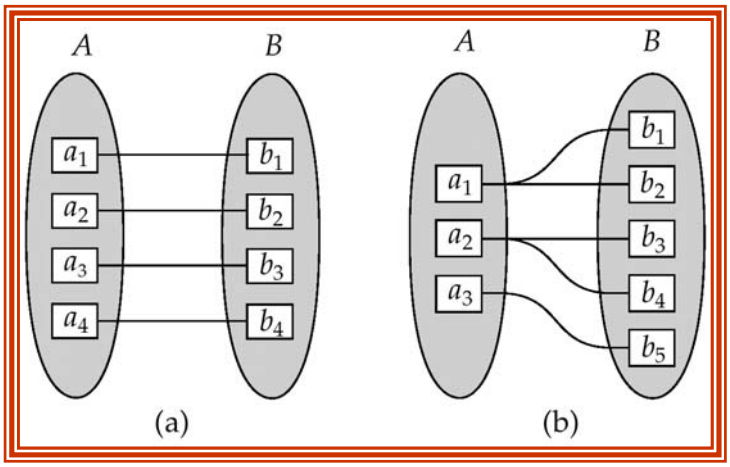
– ماهیت ارتباط بر مبنای قواعدمعنایی(سمانتیک)حاکم بر محیط عملیاتی تعیین می شود.

مثال: رابطه بین موجودیت های استاد و درس را در نظر بگیریم.

الف : یک استاد حداکثر یک درس را ارائه می کند و هر درس دقیقاً توسط یک استاد ارائه می شود.







ب: (ارتباط یک به چند) (درس – استاد)

یک درس ممکن است توسط بیش از یک استاد ارائه شود ولی یک استاد حداکثر یک درس را ارائه می کند .

ج:(ارتباط چند به چند) :

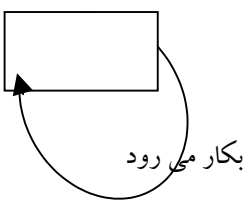
یک استاد ممکن است بیش از یک درس را ارائه کند و یک درس ممکن است توسط بیش از یک استاد ارائه شود.

درجه ارتباط:

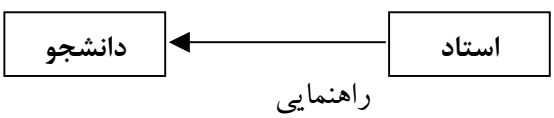
تعداد موجودیتهایی که در آن ارتباط مشارکت دارند درجه ارتباط نامیده می شود.

مثال:

ارتباط درجه ۱ یا رابطه بازگشتی:



ارتباط درجه ۲:



تمرین :

۱- سیستم بانکی چه مزایایی بر سیستم غیر بانکی دارد؟

۲- به نظر شما معایب بانک اطلاعاتی چیست؟

۳- تحت چه شرایطی و نه لزوما باید از تکنولوژی پایگاهی صرف نظر کرد؟

٤- تعریف پایگاه داده را در شش منبع معتبر خارجی بررسی نمایید.

فصل دوم :

مـــدل E/R

۲-۱- مقدمه :

یـک مـدل داده ای مجمـوعه ای از ابـزارهای مفهومـی بـرای توصـیف داده ها ، ارتباط بین داده ها،معانی داده ها و محـدودیت هـای آنهاسـت. بعبارتـی یـک روش تفکـر دربـاره داده ها که به پیاده سازی ربطی ندارد.در یک نگاه کلی میتوان انواع مدلهای داده ای را بصورت زیر نام برد :

- مدلهای مبتنی بر اشیاء Object based Logical Models

داده هـا بصورت مجموعه ای از موجودیت ها که نمایش اشیاء در دنیای واقعی میباشند دیده می شوند.از جمله این مدلها مدل داده ای E/Rو مدل شیءگرایی را می توان نام برد.

- مدلهای مبتنی بر رکورد Record based Logical Models

داده ها در قالب رکوردهای ثابت و یا با طول متغییر دیده میشوند.

از انواع دیگر مدلهای داده ای می توان به مدل های داده ای شبه ساختیافته ، مدلهای شبکه ای و مدلهای سلسله مراتبی اشاره نمود.

ازجملـه مـدلهای منطقـی مبتنـی بـر اشـیا می توان **مدل E/R** را نام برد. در سال ۱۹۷٦ یک دانشجوی دکترای کامپیوتر دانشگاه MIT به نام چن (chen) مدلی برای طراحی بانک اطلاعاتی پیشنهاد کرد که مورد توجه عام واقع شد. وی مدل خـود را E / R نامـید. ایـن مـدل در طول زمان پیشرفت کرد و ساختارهای جدیدی به آن افزوده شد. در مدل E / R هر پایگاه داده دارای دو بخش پدیده یا موجودیت و ارتباط می باشد. Chen نه تنها مدل E / R را معرفی نمود بلکه نمودار موجـودیت رابطه را نیز مطرح ساخت. نمودار E / R روشی برای نمایش ساختاری منطقی یک بانک اطلاعاتی به روش تصـویری است. این نمودارها ابزارهایی راحت و مناسب را برای درک ارتباطات مابین موجودیها فراهم می کنند. (یک تصویر گویا تر از هزار کلمه است.)

در واقـع، شهرت و محبوبیت مدل E / R به عنوان روشی برای طراحی بانک اطلاعاتی احتمالاً به روش رسم نمودارهای E / R مربوط می شد تا به جنبه های دیگر آن.

۲ – ۲ – نمایش نموداری E / R

مـدل E/R بکمـک نمـوداری تحـت نـام خـود قابـل نمایش است که در این نمودار مفاهیم مربوطه با اشکال مشخصی ترسیم میگردند.در ادامه هر یک از این اشکال نشان داده شده اند.

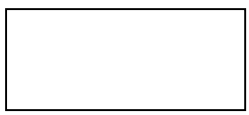
۲-۲-۱- موجودیت:

موجودیت، چیزی است که بصورت متمایز قابل شناسایی باشد. آقای چن موجودیتها را به دو دسته منظم (قوی) و ضعیف دسته بندی کرد.

۱ - موجودیت منظم(قوی): موجودیتی است که وجودش وابسته به موجودیت دیگری نیست. مثل موجودیت دانشجو و موجودیت درس که هریک به تنهایی در محیط عملیاتی دانشکده مطرح میباشند.

۲ - موجودیت ضعیف: موجودیتی است که وجودش وابسته به موجودیت دیگر است. بطور مثال موجودیت اعضاء خانواده کارمند وابسته به موجودیت کارمند می باشد. و یا موجودیت آثار منتشره استاد، موجودیت ضعیف موجودیت استاد است.

در نمودار E / R موجودیتهای قوی بصورت یک مستطیل نشان داده می شوند که محتوای آن در بر گیرنده نام نوع موجودیت مورد نظر است. در موجودیتهای ضعیف مرز مستطیل بصورت دو خطی است.



موجودیت قوی

موجودیت ضعیف

۲-۲-۲-: صفات خاصه Attributes

در نمودار E/R صفات خاصه بصورت بیضی نشان داده می شوند که محتوای آن اسم صفت خاصه مورد نظر را در بر می گیرد و به وسیله خطوط تو پر به موجودیت یا رابطه مربوط متصل می شوند.

در یک تقسیم بندی صفات خاصه را می توان به شرح زیر تقسیم بندی نمود:

الف - صفت خاصه کلید(شناسه موجودیت):

یک یا چند صفت خاصه که در یک موجودیت منحصر به فرد است.

مثال: نوع موجودیت: دانشجو : صفت خاصه کلید: شماره دانشجو

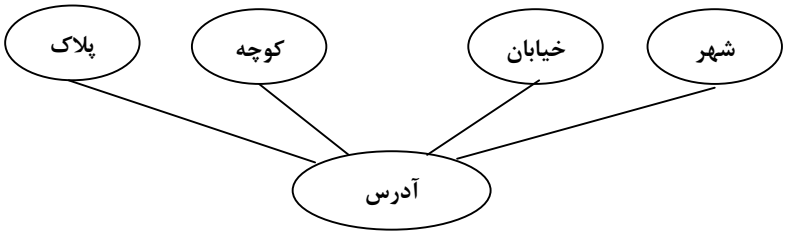
نوع موجودیت: گروه درسی : صفت خاصه کلید: شماره درس، شماره گروه و ترم

برای مشخص کردن کلید در یک موجودیت زیر صفت یا صفات خاصه کلید خط کشیده می شود.

ب - صفت خاصه ساده / مرکب:

- صفت خاصه ساده صفتی است که به اجزاء کوچکتر تجزیه پذیر نباشد.
- صفت خاصه مرکب صفتی است که به اجزاء کوچکتر تجزیه پذیر باشد.

بعنوان مثال: صفت خاصه آدرس می تواند به قسمتهایی نظیر شهر، کوچه، خیابان ... تقسیم شود.



نکته: در مدل بانک اطلاعاتی رابطه ای صفت خاصه مرکب جایی ندارد.

ج- صفت خاصه تک مقداری / چند مقداری Single Valued / Multi Valued

صفاتی که فقط یک مقدار را در هر لحظه از زمان به خود اختصاص دهند به صفات تک مقداری معروفند. به عنوان مثال شماره دانشجویی ،تاریخ تولد تک مقداری هستند.اگر برای یک صفت خاصه چندین مقدار بتواند قرار گیرد صفت خاصه چند مقداری نامیده می شود.

بطور مثال: صفت خاصه مدرک و یا تلفن برای استاد چند مقداری محسوب می شود. زیرا یک استاد می تواند دارای چند مدرک و یا تلفن مختلف باشد. در نمودار E / R برای صفت خاصه چند مقداری از بیضی دو خطی استفاده می شود.

د- صفت خاصه مشتق (استنتاجی) [دارای مقدار محاسبه شدنی]

صفتی است که در موجودیت وجود خارجی ندارد ولی در صورت لزوم می توان آن را بدست آورد.

مثال: موجودیت : استاد، صفت خاصه : تاریخ تولد، صفت خاصه مشتق: سن

در نمودار ER صفت خاصه مشتق با یک بیضی با مرز نقطه چین مشخص می شود.

نکته : تصمیم گیری در مورد صفت مشتق در یک موجودیت بعهده طراح است.

ه- صفت خاصه هیچمقدار پذیر :

هیچمقدار یعنی یک مقدار ناشناخته و یا مقدار غیر قابل اعمال .اگر مقدار یک صفت در یک یا بیش از یک نمونه از یک نوع موجودیت برابر هیچمقدار باشد آن صفت خاصه هیچمقدار پذیر است.

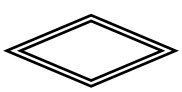
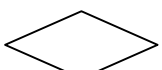
- مثال : شماره تلفن یک نمونه استاد ممکن است در دست نباشد.
- نام استاد در یک برنامه درسی ترم ممکن است هنوز اعلام نشده باشد.

توجه : در نمودار E/R این خاصیت نشان داده نمی شود.

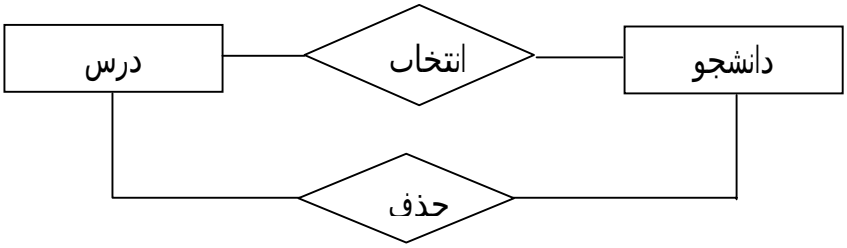
۲-۲-۳-: ارتباط:

هر ارتباط بصورت یک لوزی نشان داده می شود که محتوای آن در بر گیرنده نام نوع رابطه مورد نظر است.

در نمودار ER ارتباط با موجودیت ضعیف بصورت لوزی دو خطی نشان داده می شود.

ارتباط با موجودیت ضعیف  ارتباط 

عنصرهای هر رابطه (شامل صفات خاصه و موجودیت ها) بوسیله خطوط پر به رابطه مربوطه وصل می شوند. هر خط ارتباطی بین موجودیت و رابطه دارای برچسب ۱ یا n می باشد که ماهیت ارتباط را مشخص می کند.

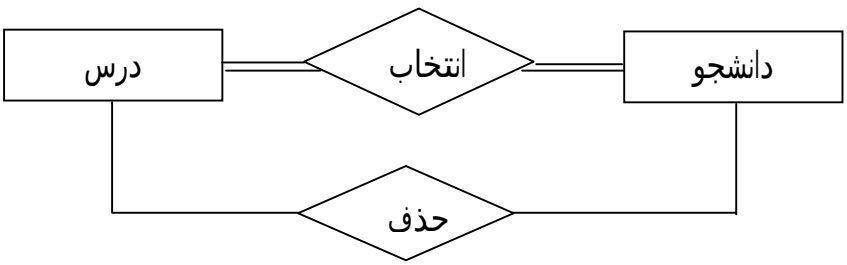


۲-۲-۳-۱- وضع مشارکت در ارتباط

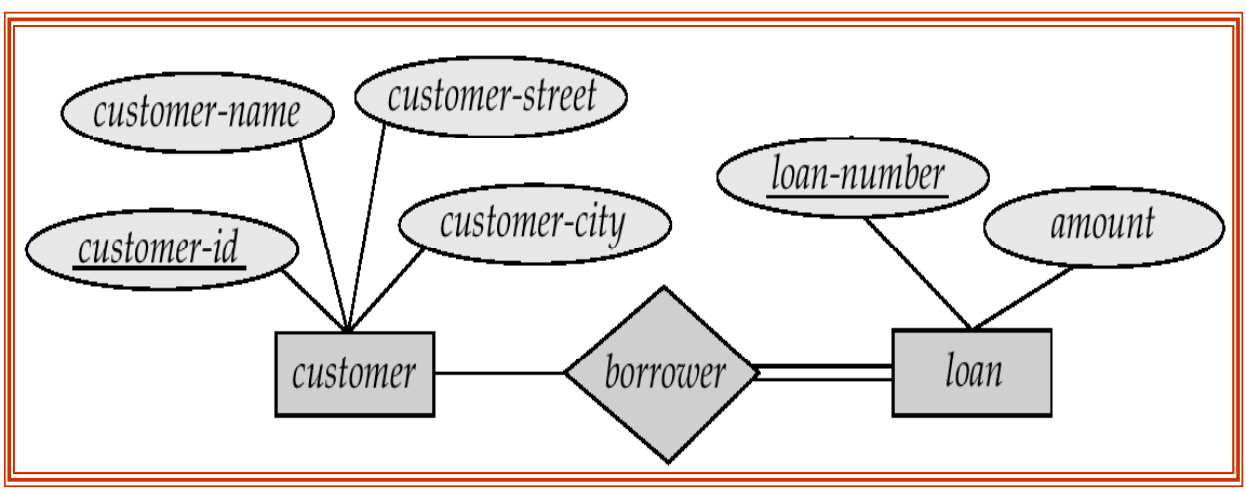
انـواع موجودیتهایـی کـه بـین آنهـا ارتـباط برقـرار اسـت شـرکت کنندگان آن ارتباط نام دارند. مشارکت یک نوع موجودیت در یک نوع ارتباط ممکن است الزامی (کامل) یا غیرالزامی (ناکامل) باشد.

مشـارکت یـک نـوع موجـودیت در یـک نوع ارتباط را الزامی گویند اگر تمام نمونه های آن نوع موجودیت در آن باید در ارتباط شرکت کنند.در غیر اینصورت مشارکت غیر الزامی (اختیاری) است.

مـثال : مشارکت دانشجو در ارتباط انتخاب الزامی است ولی مشارکت دانشجو در ارتباط حذف درس الزامی نیست زیرا لزوما همه دانشجویان درس را حذف نمیکنند. در نمودار E/R مشارکت الزامی با دوخط نشان داده میشود.



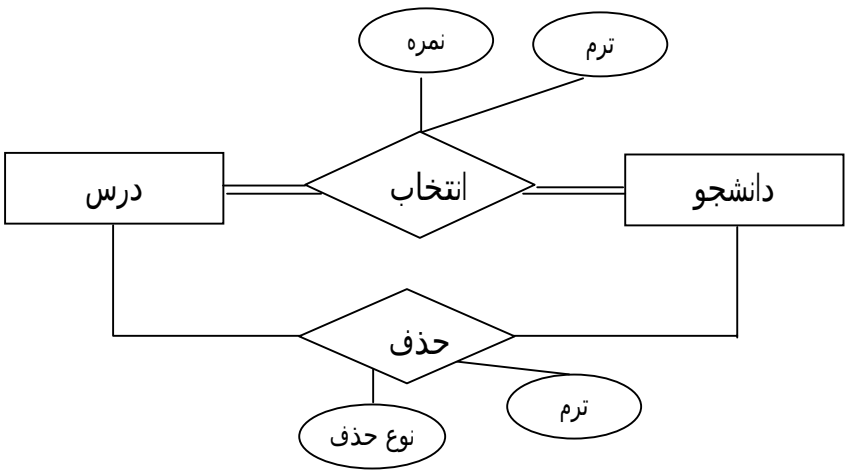
- Total participation: هر موجودیت حداقل در یک رابطه از مجموعه ارتباط مشارکت دارد.
- مثال : مشارکت وام در ارتباط وام گرفتن کامل است. هر وام باید حداقل یک مشتری متناظر با ارتباط وام گیرنده دارد.
- Partial participation : برخی موجودیت ها ممکن است در هیچ ارتباطی از مجموعه ارتباطات مشارکت نداشته باشند.
- مثلا : همه مشتریان ممکن است وام نگیرند.یعنی مشارکت مشتری ناکامل است.



۲-۲-۳-۲- نوع ارتباط به مثابه نوع موجودیت (ارتباط موجودیتی)

در یک دید کلی می توان گفت نوع ارتباط خود نوعی موجودیت است . زیرا پدیده ای است که در دنیای واقعی وجود دارد . با توجه به این تعریف می توان گفت چون نوع ارتباط خود نوعی موجودیت است لذا می تواند صفت یا صفات خاصه ای داشته باشد.اما معمولا فاقد صفت شناسه است.ارتباط یک نوع موجودیت ضعیف با موجودیت قوی معمولا صفت خاصه ندارد.

در مثال دانشجو و درس و رابطه انتخاب می توان صفت خاصه های ترم و نمره و در رابطه حذف صفات ترم و نوع حذف را در نظر گرفت.



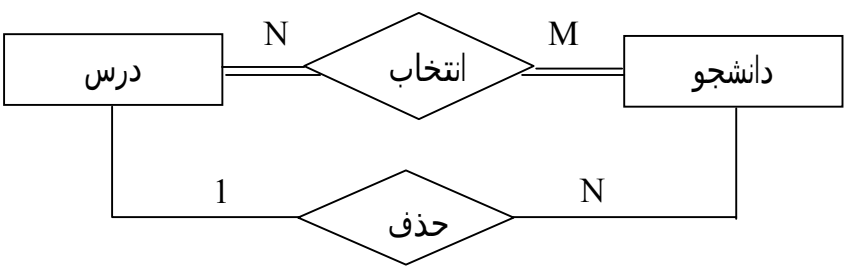
۲-۲-۳-۳- ماهیت نوع ارتباط

چگونگی تناظر بین دو مجموعه نمونه های موجودیت را ماهیت ارتباط گویند.می دانیم سه نوع تناظر وجود دارد :

تناظر یک بیک ، تناظر یک به چند و تناظر چند به چند. این سه گونه تناظر را چنین نشان میدهیم :

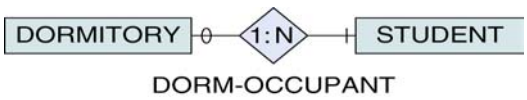
1 : 1 ، 1 : N ، N : M.

مثال :ماهیت ارتباط در رابطه حذف تک درس معمولا 1:Nاست (یعنی یک دانشجو یک درس را حذف میکنددولی یک درس ممکن است توسط چند دانشجو حذف شود).



برای نمایش ماهیت ارتباط در نمودار E/R روش دیگری نیز وجود دارد . در این روش به هر مشارکت یک نوع موجودیت در یک ارتباط ، یک زوج عدد صحیح به صورت (min,max) انتساب داده می شود.به این معنی که در

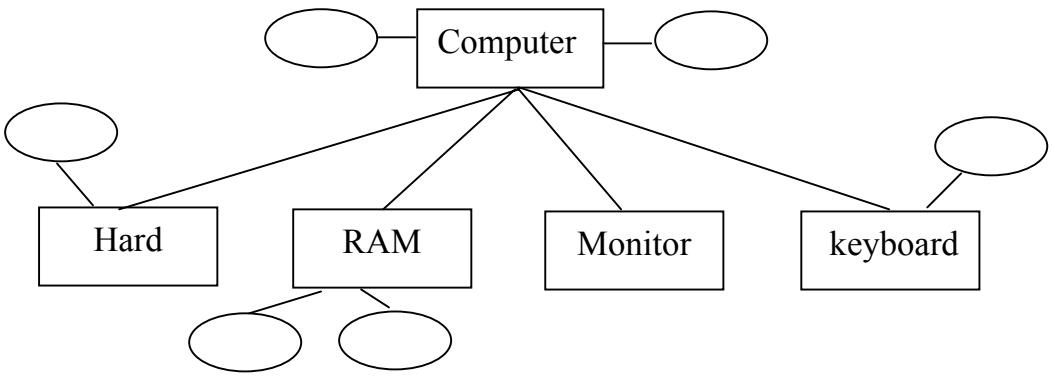
هـر لحظـه ، هـر نمـونه موجودیت e از نوع E باید حداقل در min و حداکثر در max نمونه از ارتباط R شرکت داشته باشد. اگر min=0 مشارکت غیر الزامی(اختیاری) و در غیر اینصورت مشارکت الزامی است .



- **موارد اظافه شده به نمودار E/R**

۲-۲-٤- تجزیه و ترکیب :

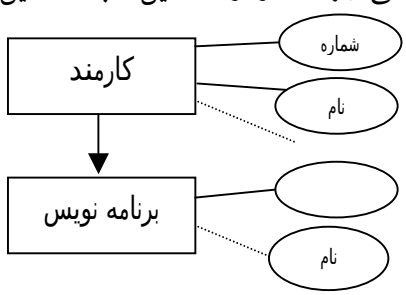
تجـزیه یـا جداسـازی یعنـی یـک شـیء کلی را به اجزاء تشکیل دهنده آن تقسیم کنیم . شیء کل ، صفات ،ساختار و رفـتار خـود را دارد و هـر یـک از اجـزاء نیـز صـفات ،ساختار و رفتار خاص خودرا دارند. به این نوع ارتباط در E/ R ارتباط " جزئی است از .." و یا PART -OF – A S I گفته می شود .



۲-۲-۵- زیر نوع ها و ابرنوع های موجودیت Subtype and Supertype

یک موجودیت می تواند بطور همزمان از انواع مختلفی باشد. مثلاً اگر بعضی کارمندان، برنامه نویس باشند و تمام برنامه نویسان کارمند، آنگاه می توان گفت نوع موجودیت برنامه نویس یک زیر نوع از نوع موجودیت کارمند است.

اگـر نـوع موجـودیت y ، یـک زیر نوع از نوع موجودیت x باشد آنگاه خطی جهت دار از مستطیل x به مستطیل y رسم می شود. (هر y یک x است) این ارتباط برای پرهیز از تکرار صفات خاصه بین موجودیتها در یک نمودار بکار می رود

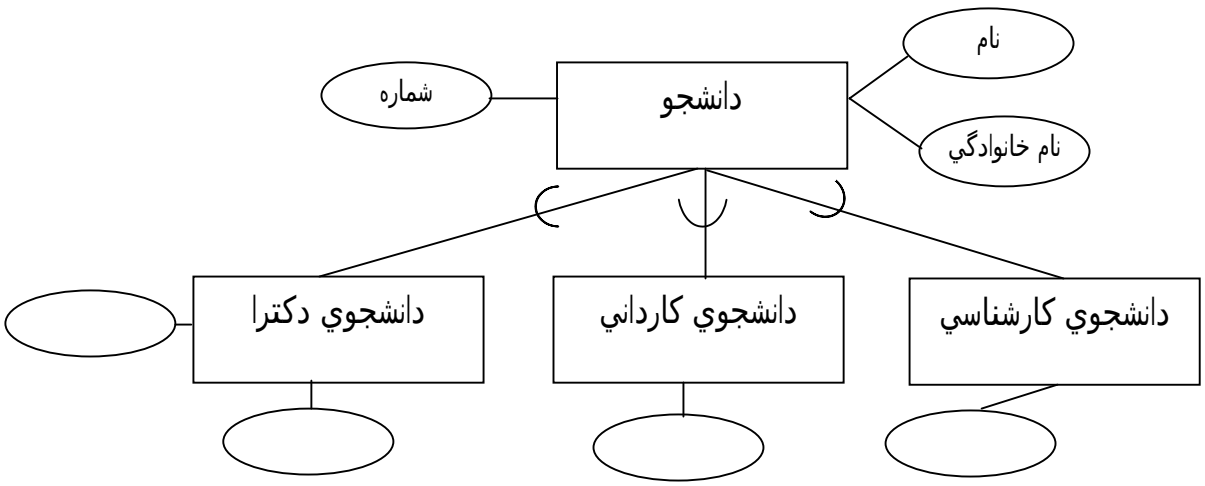


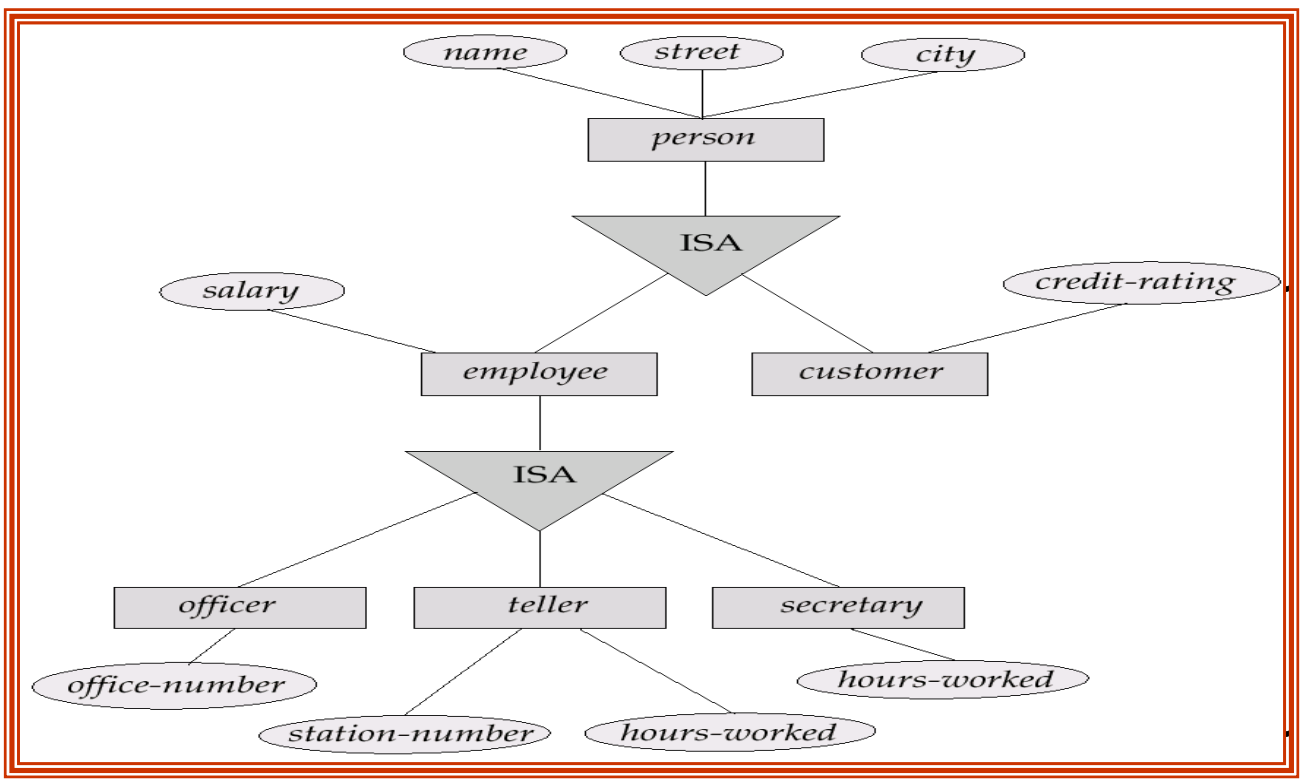
۲-۲-۵- ۱- تخصیص (SPECIALIZATION):

مشـخص کـردن گـونه های خاص یک شیء را تخصیص گویند. بطور مثال اگر شیء موجود زنده را درنظر بگیریم سـه گـونه خاص آن عبارتند از : انسان ، حیوان و نبات . در نمودار E/R یک موجودیت میتواند زیرنوع هایی داشته

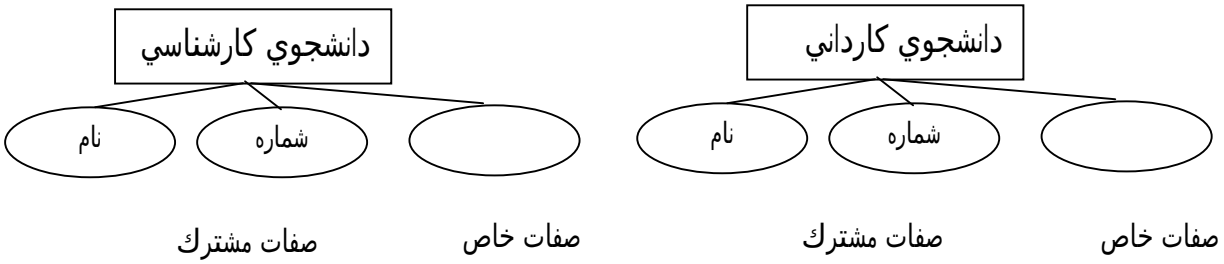
باشد . گوییم بین هر زیر نوع موجودیت و ابر نوع آن ارتباط **" گونه ای است از..."** یا **هست یک ...** **I S A** -وجود دارد .

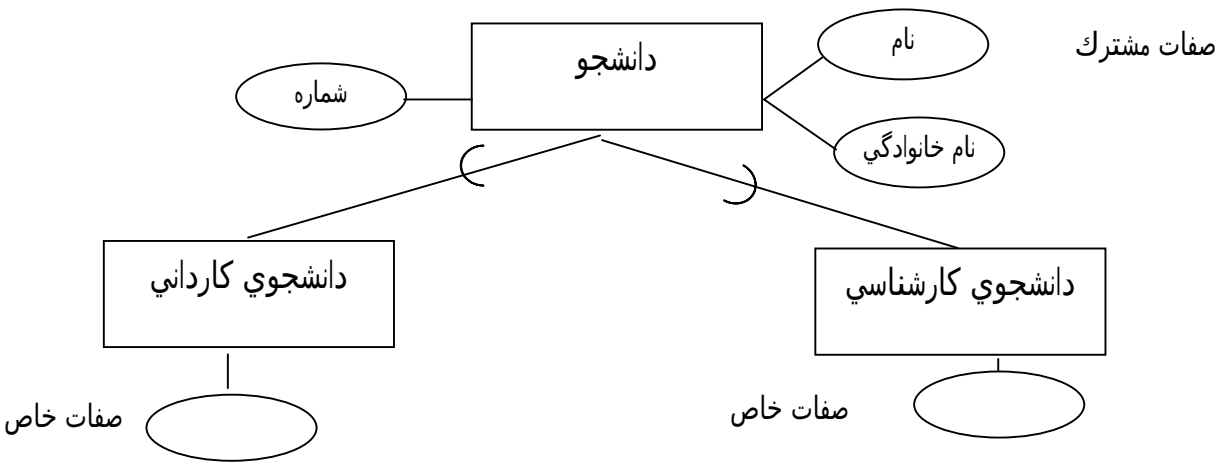
تخصیص : یک فرایند از بالا به پایین است. در تخصیص یک موجودیت به گونه های مختلف گروه بندی می شود. این گروهها به عنوان موجودیت سطح پایین تر آن موجودیت منظور می گردند. در نمودار E/R تخصیص با یک مثلث حاوی ISA نشان داده می شود. یک موجودیت سطح پایین تمام خصوصیات مجموعه موجودیت سطح بالاتر را به ارث می برد.





تعمیم عکس عمل تخصیص است به این معنا که با داشتن زیر نوع های خاص ، صفات مشترک بین آنها را در یک مجموعه صفات برای یک ابرنوع موجودیت در نظر می گیریم. تعمیم یک فرایند از پایین به بالاست که تعدادی مجموعه موجودیتی که خصوصیات مشترک دارند را باهم ترکیب می کند.





توجه :-تخصیص و تعمیم معکوس یکدیگرند که هر دو در نمودار بایک شکل نشان داده می شوند.

- **قیود تعریف شده در ارتباط سلسله مراتبی تعمیم/تخصیص**

برای مدل سازی دقیق تر یک سازمان ، طراح پایگاه داده ممکن است محدودیت ها /قیدها یی را در یک تعمیم ویژه در نظر بگیرد . یکی ازاین قید ها تعیین این است که یک موجودیت می تواندعضوی از یک مجموعه موجودیت سطح پایین در نظر گرفته شود. عضویت می تواندبر اساس شرایط و یا توسط کاربر تعیین گردد.

★ بر حسب شرط خاص تعریف شده:

دراین حالت عضویت بر اساس یک شرط صریح یا گزاره ای بیان می شود.

★condition-defined

✓E.g. all customers over 65 years are members of *senior-citizen* entity set; *senior-citizen* ISA *person*.

★ تعریف شده توسط کاربر:

کاربر پایگاه داده موجودیت را به یک مجموعه موجودیت مورد نظر تخصیص می دهد.

نوع دیگر محدودیت از نظر اینکه یک موجودیت سطح به یک یا بیشتر از موجودیت سطح پایین تعلق دارد تعریف می گردد.این نوع محدودیت به دو شکل مجزا (Disjoint) و همپوشانی (Overlapping)وجود دارد.

★ Disjoint

به معنای این است که یک موجودیت می تواند فقط به یک مجموعه موجودیت سطح پایین تعلق داشته باشد. در نمودار E/R با نوشتن عبارت disjoint در کنار مثلث ISA این قید تعریف میشود.

★Overlapping

به معنای این است که یک موجودیت می تواند فقط به یک یا بیشتر ازمجموعه موجودیت سطح پایین تعلق داشته باشد.

قید دیگری که در تعمیم مطرح شده ، قید کامل بودن است که بیانگر این است که یک موجودیت سطح بالاتر باید متعلق به حداقل یکی از مجموعه موجودیت های سطح پایین تر باشد یا خیر . بر این اساس دو نوع قید کامل و جزئی را داریم :

★ total : یک موجودیت باید متعلق به یکی از مجموعه موجودیت های سطح پایینتر باشد.

★ partial: یک موجودیت می تواند متعلق به یکی از مجموعه موجودیت های سطح پایینتر نباشد.

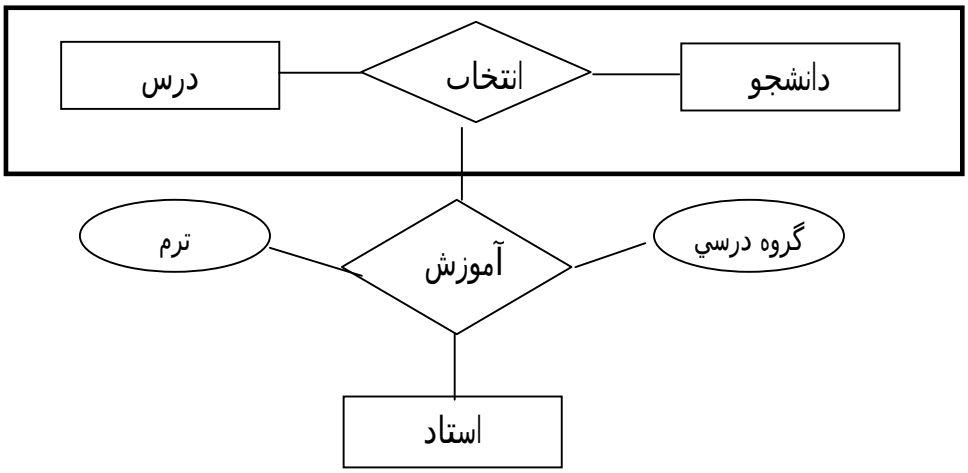
حالت پیش فرض مساله ، حالت جزئی است . برای بیان قید کامل بودن باید از دو خط استفاده گردد(همانند مشارکت الزامی/کامل در نمودار E/R)

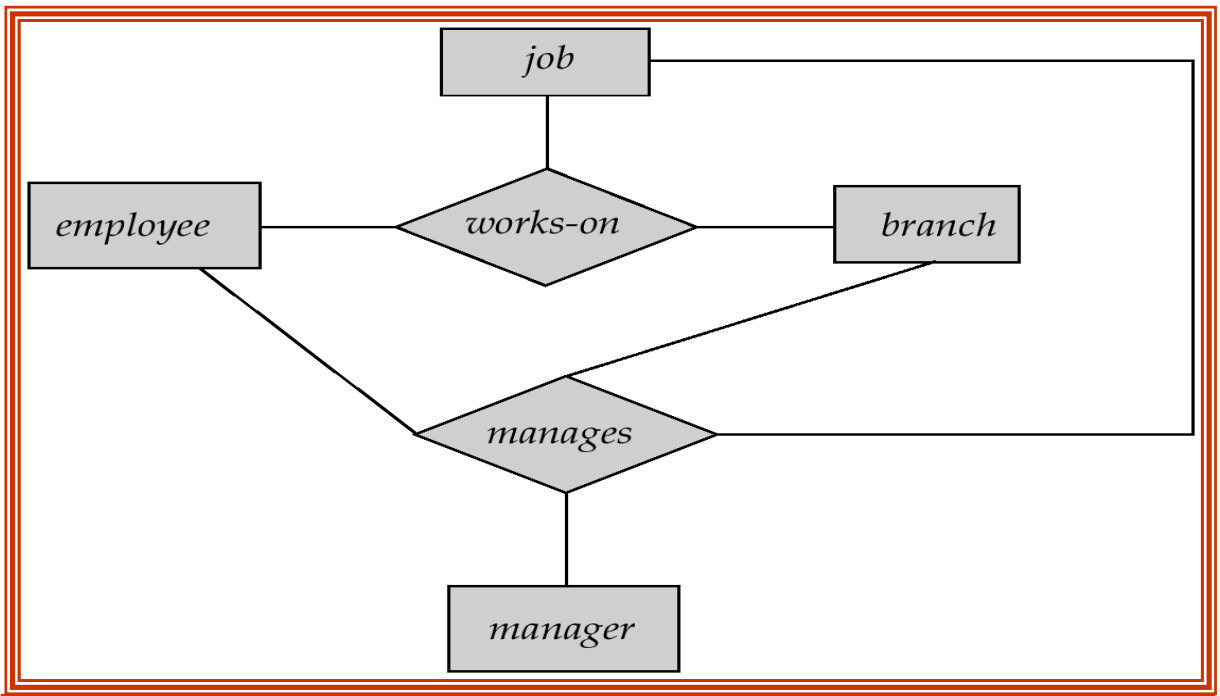
تمرین : ۵ مثال مختلف از تعمیم ذکر کنید و در هر کدام قیود مختلف را بررسی نمایید.

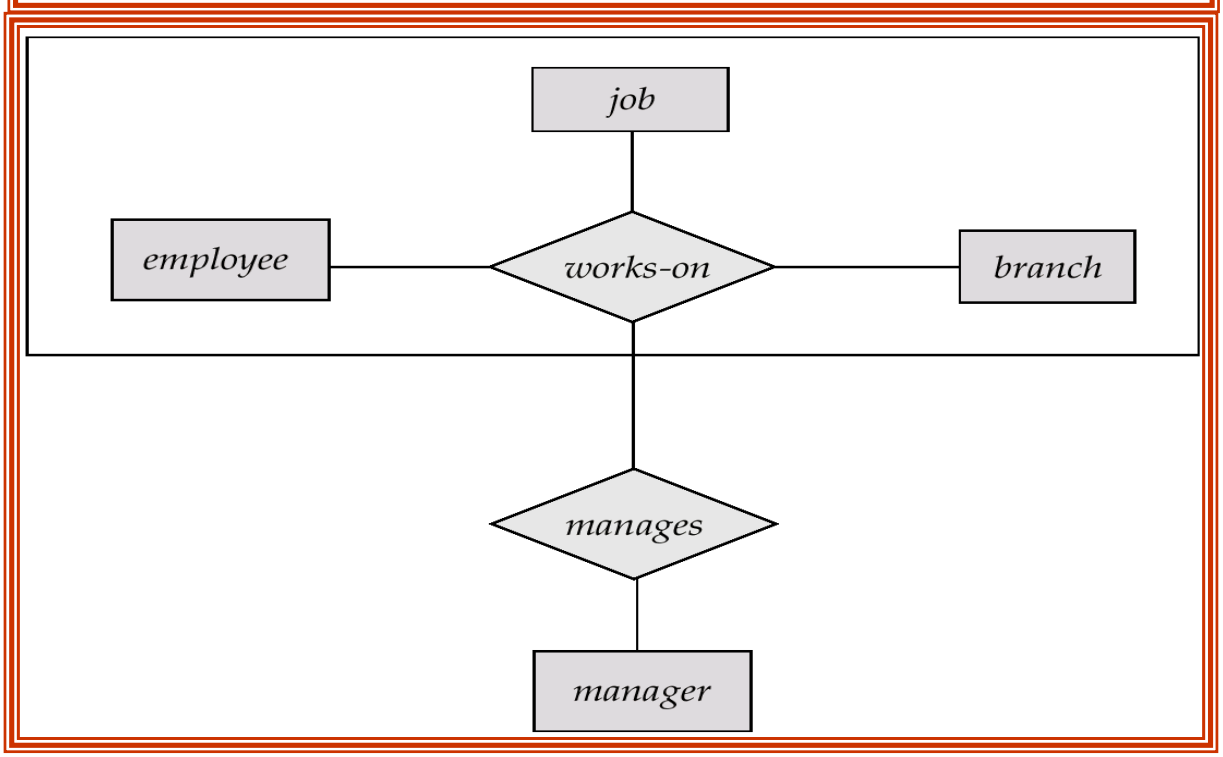
۲-۲-٦- تجمع Aggregation

تجمع یعنی ساختن یک نوع موجودیت جدید و واحد بر اساس دو یا بیش از دو نوع موجودیت ،که خود باهم ارتباط دارند.در واقع مجموعه ای از موجودیتها و ارتباطات را با هم مجتمع کرده و به عنوان یک نوع موجودیت واحد در نظر میگیرند. و این نوع موجودیت خود می تواند با نوع موجودیت دیگری ارتباط داشته باشد .در واقع زمانی از تجمع استفاده میشود که بخواهیم ارتباطی را بین ارتباط ها بیان کنیم و یا بخواهیم ارتباطات افزونه را کم کنیم.

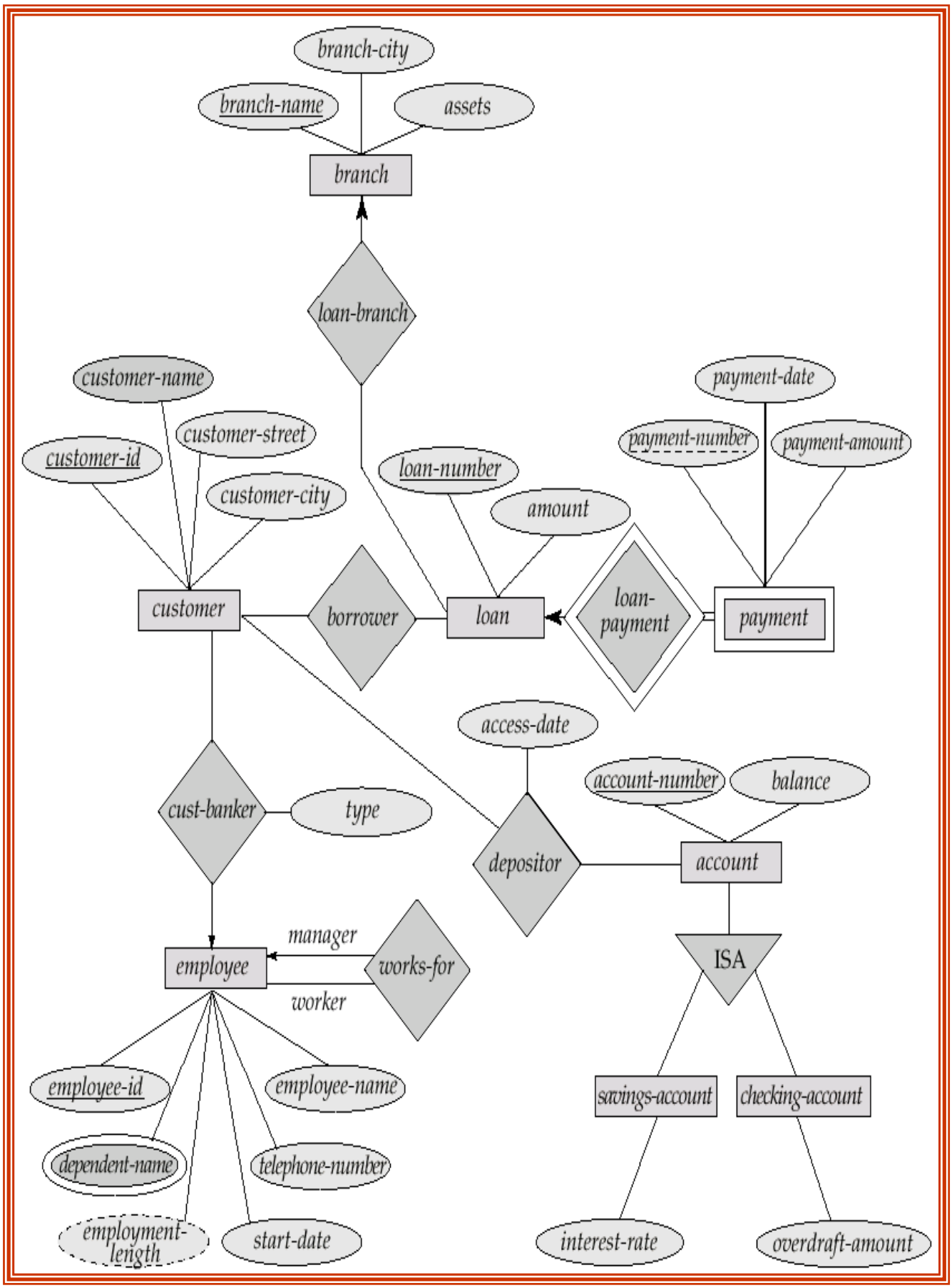
مثال : ارتباط بین نوع موجودیتهای دانشجو ، درس و استاد را می توان همانند شکل زیر مدلسازی نمود.


درس
انتخاب
دانشجو
ترم
آموزش
گروه درسي
استاد


job
employee
works-on
branch
manages
manager


job
employee
works-on
branch
manages
manager

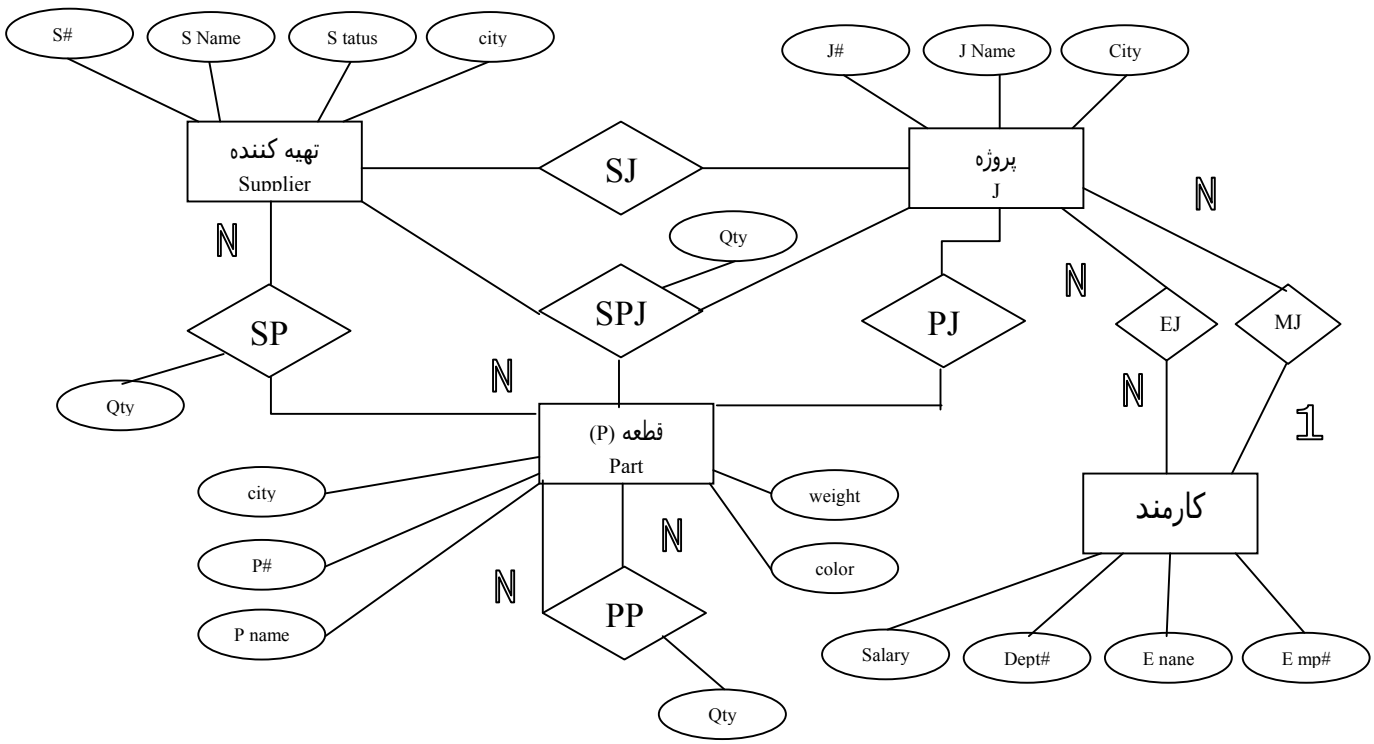
مثال : نمودار E/R یک سیستم بانکی :



مثالی دیگر :

محـیط عملیاتـی: سـازمان یـا شـرکتی را در نظـر مـی گیـریم که پروژه هایی را در دست اجرا دارد.در پروژه ها از قطعاتـی در کار ساخت استفاده می شود و تهیه کنندگانی این قطعات را تأمین می کنند. قطعات در پروژه ها استفاده می شـوند. هر تهیه کننده در یک شهر دفتر دارد. هر قطعه می تواند در ساخت قطعه دیگر نیز بکار رود. کارمند مدیر پروژه است و یا در پروژه کار می کند.

یک نمودار ساده E/R می تواند به فرم زیر باشد:



- ارتـباط ممکـن اسـت مابین بیش از دو موجودیت باشد(SPJ) . اطلاعاتی که از این ارتباط بین سه موجودیت به دست می آید همیشه لزوماً همان اطلاعاتی نیست که از ارتباط دو به دوی موجودیت ها بدست می آید.

مثال:

۱ – تهیه کننده S_1 قطعه P_1 را تهیه می کند.

۲ – قطعه P_1 در پروژه J_1 بکار رفته است.

۳ – تهیه کننده S_1 برای پروژه J_1 قطعه تهیه کرده است.

٤ – تهیه کننده S_1 قطعه P_1 را برای استفاده در پروژه J_1 تهیه کرده است.

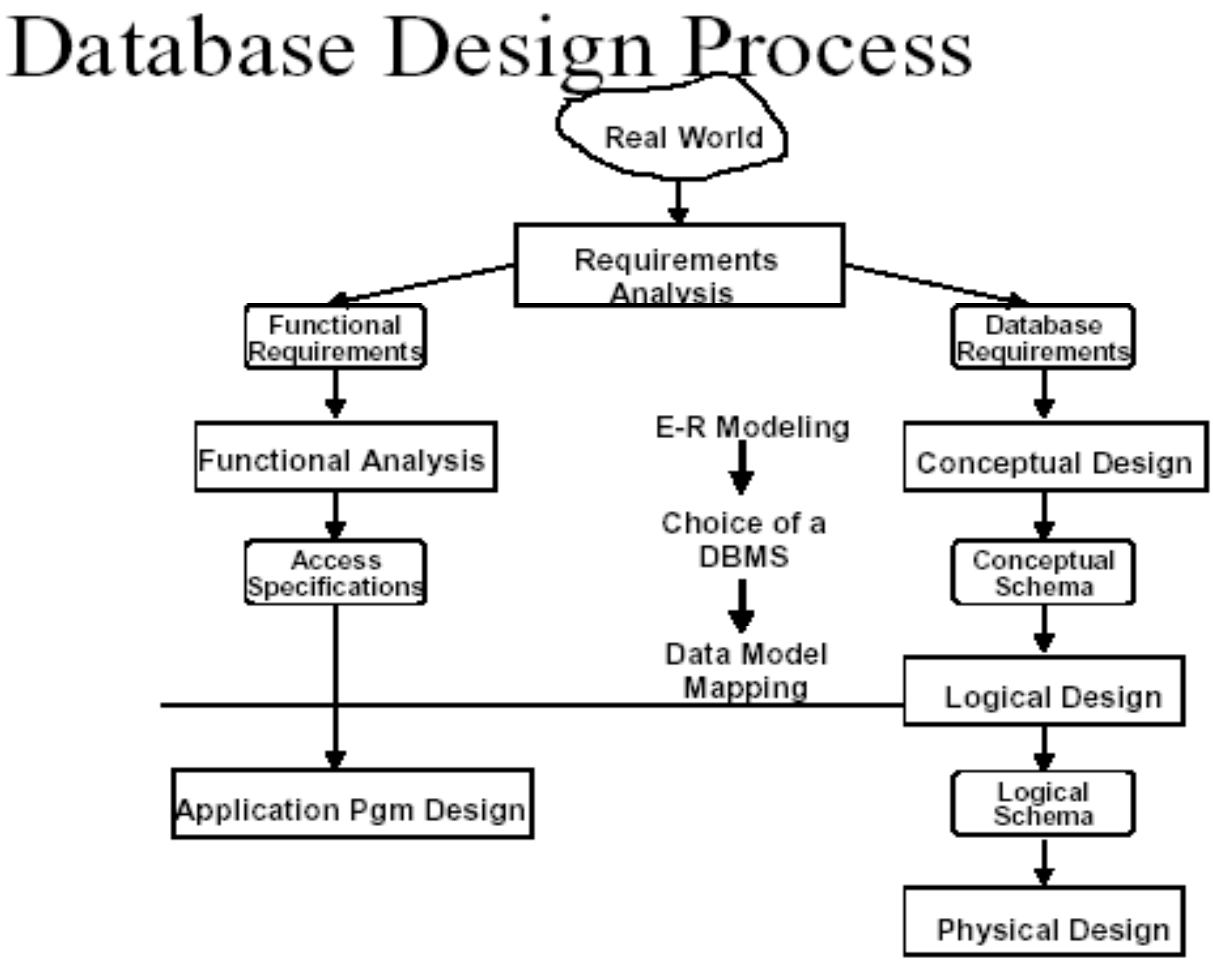
همیشه از اطلاع ۱ و ۲ و ۳ نمی توان اطلاع ٤ را نتیجه گرفت.

۲-۳- اصطلاح دام پیوندی (Connection trap)

اگـر از ارتـباط بین دو به دوی موجودیتها نتیجه گرفته شود که حتماً ارتباط بین سه موجودیت یا بیشتر از آن بدست آید در اینصورت طراح گرفتار دام پیوندی شده است.

۲-٤-طراحی پایگاه داده ها

طراحـی یـک پایگاه داده مستلزمی مراحلی است که در هر مرحله فعالیتهایی انجام میشود . شکل زیر نمودار ساده شده مراحل طراحی پایگاه داده ها را نشان می دهد.



۲-٤-طراحی پایگاه داده ها و ابزارهای Case

بـرای طراحی پایگاه داده ها ابزارهای مختلفی ارائه شده اند . این ابزارها به طراح پایگاه داده کمک میکنند تا درمراحل مختـلف مدلسـازی و طراحـی پایگاه داده ،تصمیم گیری مناسب را انجام دهد.این ابزارها امکان ترسیم نمودار E/R را با اسـتفاده از انـتخاب اشـیاء از یـک جعـبه ابـزاررا بوجـود مـی آورنـد.بطور کلی مزایای استفاده از این ابزارها را می توان بصورت زیر نام برد :

۱- سادگی فرایند ایجاد نمودارها

۲- تولید خودکار جملات SQL برای تعریف جدولها ، محدودیت ها ، اندیس ها و دیگر اشیاء مدل رابطه ای.

۳- امکان مستند سازی هر موجودیت ، صفت خاصه ، رابطه و محدودیت.

٤-

برخی ابزار ها یی که در حال حاضر استفاده می شوند عبارتند از::

۱- ER STUDIO برای مدلسازی E/R بانک اطلاعاتی

۲- DB Atrisan برای مدیریت پایگاه داده ها و امنیت آن

۳- Oracle Developer 2000 & Designer 2000 برای مدلسازی پایگاه داده و توسعه برنامه های کاربردی

٤- Platinum Enterprise Modeling suite : ER Win , BpWin برای مدلسازی داده ها و پردازش ها

٥- RW Metro برای تبدیل از O-O به مدل رابطه ای.

٦- Rational Rose برای مدلسازی UML و تولید برنامه های کاربردی به زبان جاوا و C++.

۷- Visio Enterprise Visual Basic برای مدلسازی داده ها و طراحی م مهندسی مجدد.

۸- X Case برای مدلسازی مفهومی .

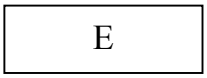
۹- Case Studio برای مدلسازی E/R بانک اطلاعاتی.

تمرین: نمودار E/R هر یک از محیطهای عملیاتی زیر را رسم کنید:

- سیستم اطلاعات یک نمایشگاه بین المللی
- سیستم اطلاعات گیاهان
- سیستم اطلاعات شخصی (P I S)
- سیستم اطلاعات آزمایشگاه طبی
- سیستم اطلاعات تعمیر و نگهداری کامپیوتر ها
- سیستم اطلاعات داروخانه یک بیمارستان
- سیستم اطلاعات فعالیتهای کلوپ فیلم
- سیستم اطلاعات مسابقات علمی
- سیستم اطلاعات یک بانک
- سیستم اطلاعات موسیقی و موسیقی دانان
- سیستم اطلاعات نقاشی و نقاشان
- سیستم اطلاعات یک مرکز تحقیقاتی

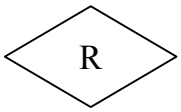
خلاصه شکلهای بکاررفته در نمودار E/R

نوع موجودیت

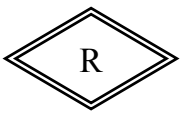


نوع موجودیت ضعیف

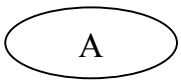
نوع رابطه



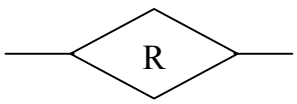
رابطه بین موجودیتها و موجودیت ضعیف



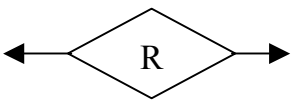
کلید اصلی



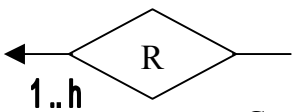
رابطه چند به چند



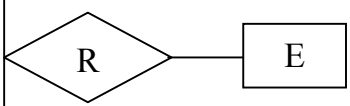
رابطه یک به یک



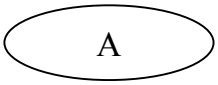
رابطه یک به چند



محدودیتهای Cardinality



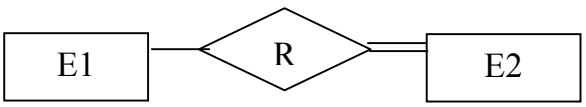
صفت خاصه

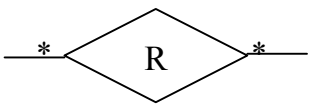


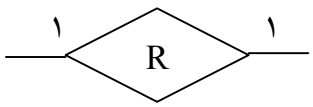
صفت خاصه چند مقداری

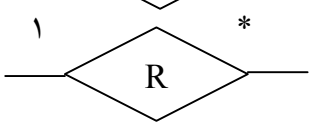
صفت خاصه مشتق

شرکت کامل (الزامی)موجودیت در رابطه



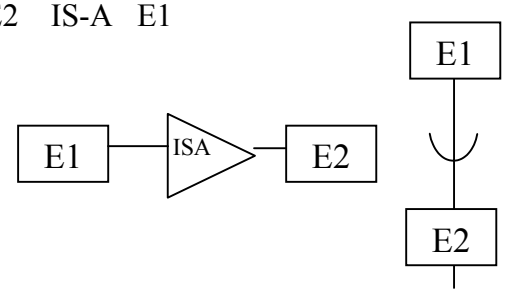


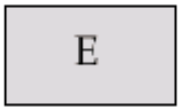




ISA (Specialization or Generalization)

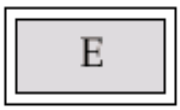
E2 IS-A E1



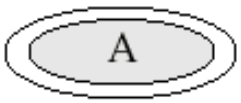


Entity Set

Attribute



Weak Entity Set

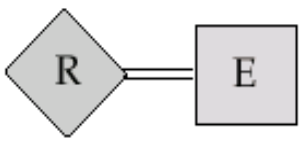


Multivalued Attribute

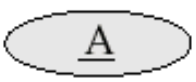
Relationship Set

Derived Attribute

Identifying Relationship Set for Weak Entity Set

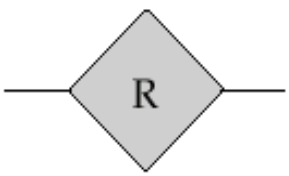


Total Participation of Entity Set in Relationship

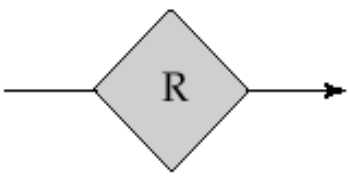


Primary Key

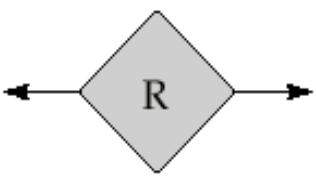
Discriminating Attribute of Weak Entity Set



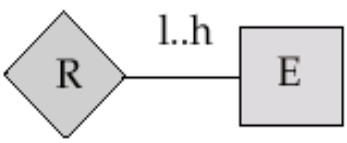
Many to Many Relationship



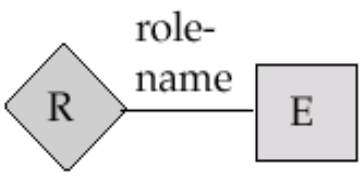
Many to One Relationship



One to One Relationship



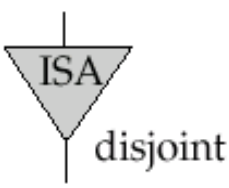
Cardinality Limits



Role Indicator

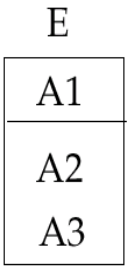
ISA (Specialization or Generalization)

Total Generalization

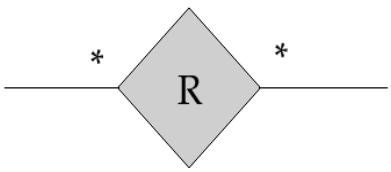


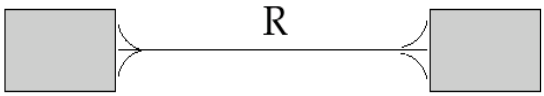
Disjoint Generalization

Entity set E with attributes A1, A2, A3 and primary key A1

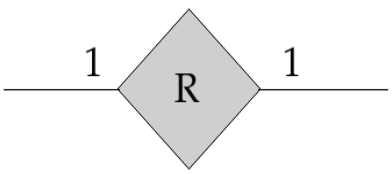


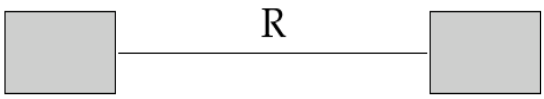
Many to Many Relationship



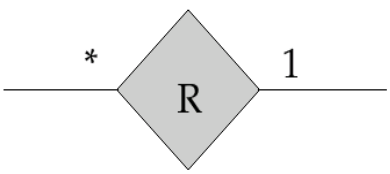


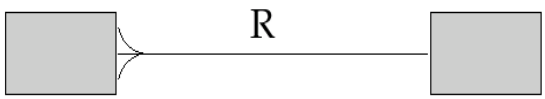
One to One Relationship



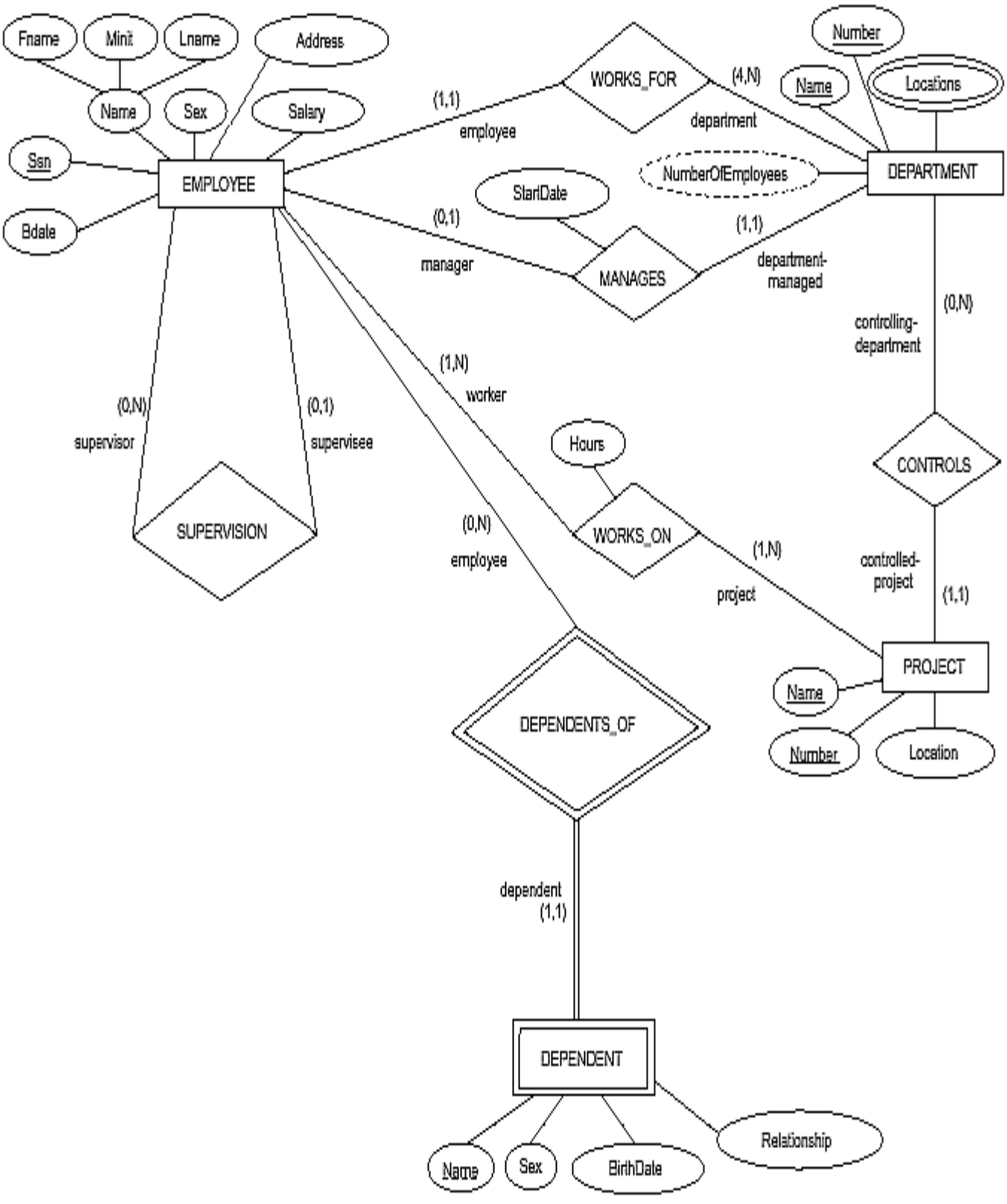


Many to One Relationship



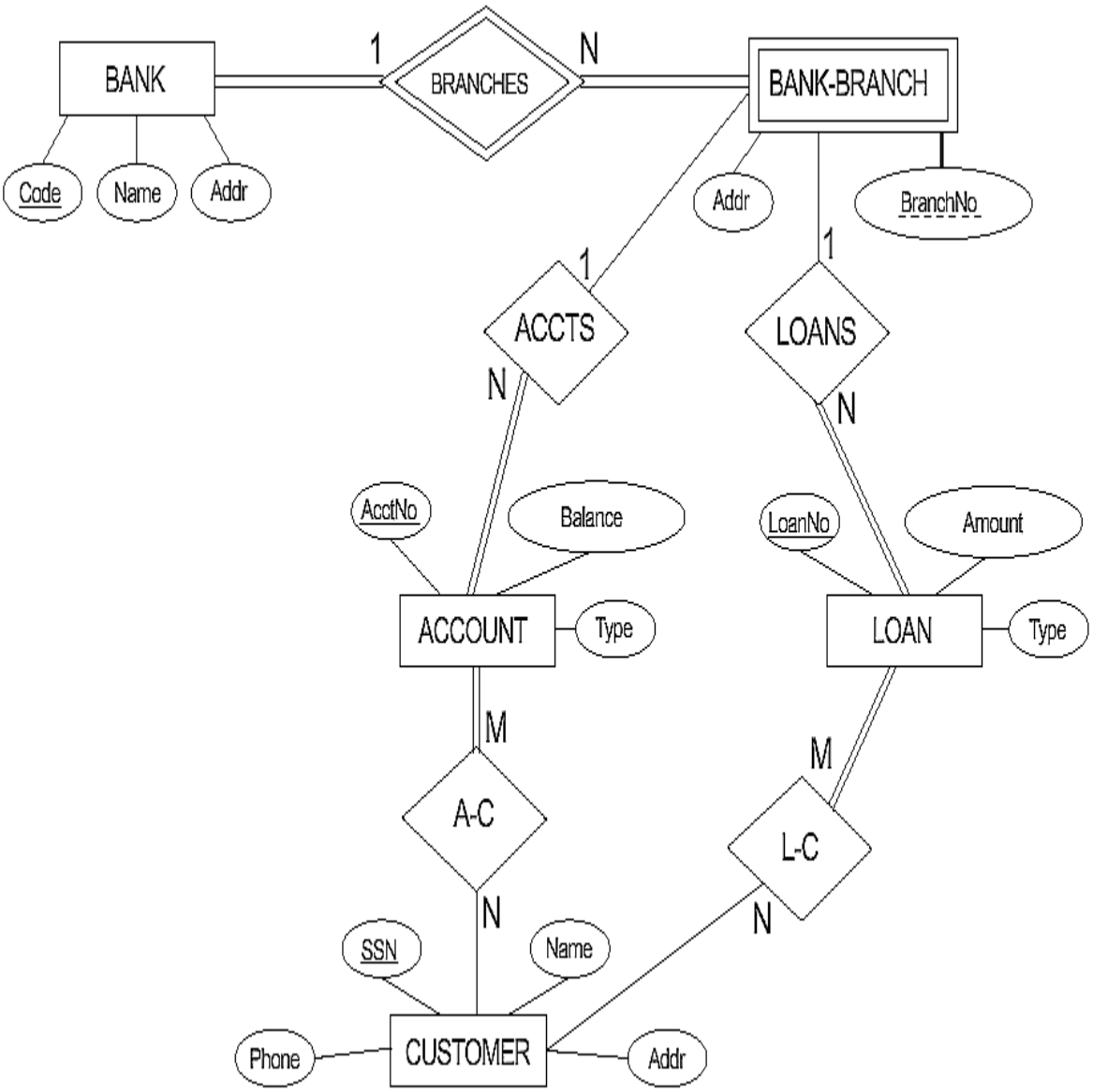


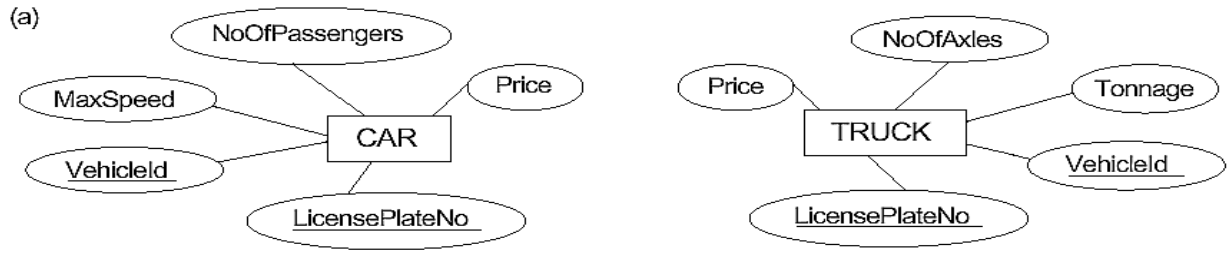
۲-۵- چند مثال از نمودار E/R

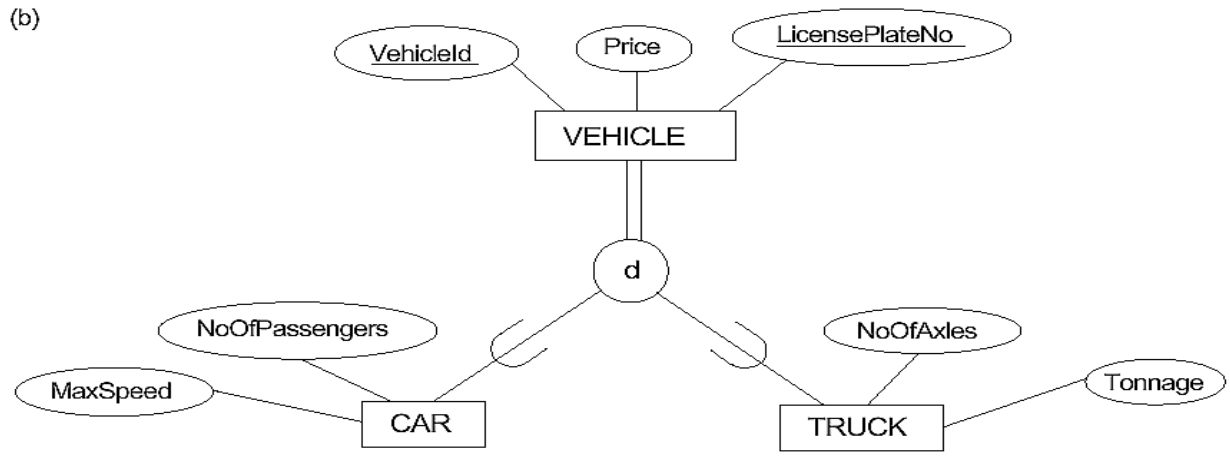


- **مثالی از یک سیستم کارمند - پروژه**

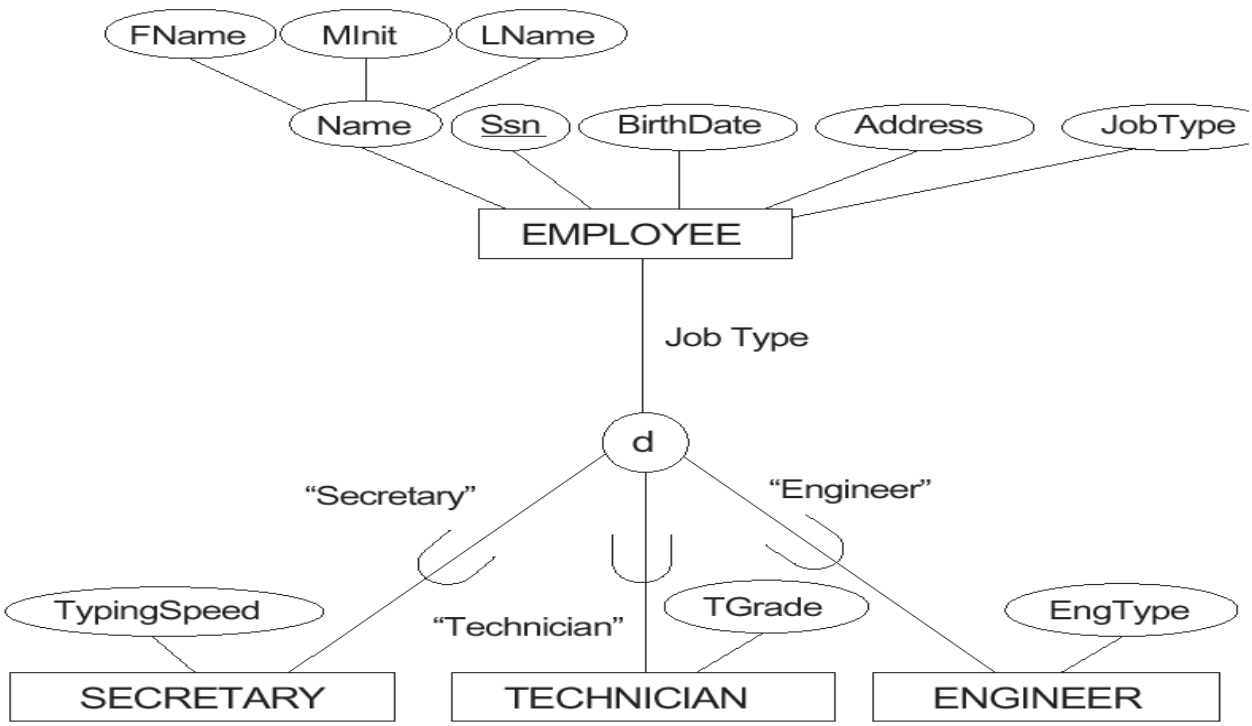
- نمودار E/R یک سیستم بانکی:







❑ ،مثالی از تخصیص و تعمیم:



تمرینات فصل دوم:

۱- در مدل سازی داده ها با روش E/R گاه مشکلاتی بروز می نماید که از جمله آنهاتله ارتباطی را می توان نام برد.دو حالت رایج تر این تله ارتباطی عبارتند از :تله یک چندی و تله شکاف ، با ذکر مثالی این دو حالت را توضیح دهید.

۱۲) یک آژانس مسافرتی قصد دارد با تولید یک DBS داده های مربوط به تمام کارکنان خود و نیز کلیه تورهای داخلی و خارجی خود (اعم از زمینی، هوایی، دریایی و یک روزه) را به همراه مشخصات مسافران و مسوولان هر تور ثبت کند. در پایان هر تور، مسافران برگه نظرخواهی را در مورد کیفیت تور و مسوولان آن پر می کنند. این آژانس برای رزرو بلیط هواپیمای کلیه خطوط هوایی و نیز رزرو اتاق در کلیه هتلهای داخلی و خارجی هم اقدام می کند.

الف) یک ERD برای این سیستم رسم کنید و در صورت نیاز مفروضات خود را با ذکر آنها در مدلسازی دخالت دهید.

۳

۱۳) می خواهیم با تولید وب سایت iranianmoviesdb.com، مشخصات تمامی فیلمها و سینماگران ایرانی را از ابتدا تا کنون ثبت کنیم. مشخصات هر فیلم شامل موارد زیر می باشد:
نام، سال تولید، لیست عوامل (به تفکیک مسوولیت)، ژانر، خلاصه داستان، میانگین ارزیابی بازدید کنندگان سایت از فیلم (۰ تا ۱۰)، مدت زمان، یادداشتهای نوشته شده بر فیلم (توسط بازدیدکنندگان ثبت شده سایت)، جوایز داخلی و خارجی که فیلم دریافت کرده یا نامزد دریافت آنها بوده، فروش، عکسهای سر صحنه و پشت صحنه، پوستر(ها) و تیزر(ها).

در مورد سینماگران هم می خواهیم داده های زیر را داشته باشیم:
نام، تاریخ و محل تولد، خلاصه زندگینامه، گالری عکس، لیست تمام فیلمهایی که در آنها فعالیت داشته (به تفکیک سمت وی در آنها) و جوایز داخلی و خارجی که دریافت کرده و یا نامزد دریافت آنها بوده است.

به علاوه می خواهیم در صورت تمایل هر بازدید کننده، با دادن شناسه به وی اطلاعاتی از او ثبت کنیم و به کاربران ثبت شده امکاناتی از قبیل داشتن لیست فیلمها و سینماگران موردعلاقه، ارزیابی فیلمها (۰ تا ۱۰) و نیز نوشتن یادداشت در مورد فیلمها بدهیم.

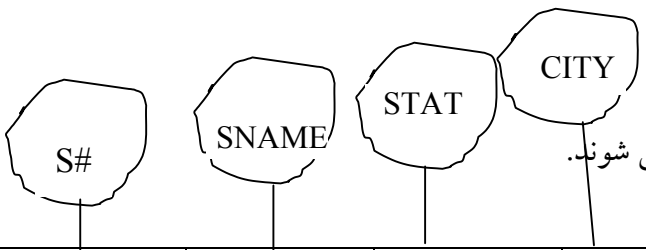
یک ERD برای این سیستم رسم کنید و در صورت نیاز مفروضات خود را با ذکر آنها با ذکر آنها در مدلسازی دخالت دهید.

فصل سوم :

مدل رابطه ای

۳-۱- تعریف رابطه :

رابطه از دو مجموعه تشکیل شده است : یکی موسوم به مجموعه عنوان یا h eading رابطه و دیگری مجموعه بدنـه یـا body . عنوان، مجموعه ای ثابت از صفات خاصه A_1..... A_n است که این صفات خاصه هر یک مقادیرشان را از یـک مـیدان (حـوزه) می گیرند. مجموعه بدنه مجموعه ایست متغیر در زمان از چند تایی مقادیر صفات خاصه بنام تاپـل(tuple). معمـولاً در مـدل رابطـه ای از اصـلاح جـدول بجای رابطه نیزاستفاده می شود. یعنی جدول امکانی است بـرای نمـایش مفهـوم رابطه بخاطر تامین و وضوح کاربردی. معمولا رابطه را بصورت r (R) نمایش میدهند که به R شمای رابطه نیز گفته میشود. R = (A1,A2,A3,…)



۳-۱-۱-تعریف دامنه / میدان :

مجموعه ایست که مقادیریک صفت خاصه از آن برگرفته می شوند.

مثال: موجودیت تهیه کننده را در نظر می گیریم:

S#	SNAME	Status	City
۱۰۰	نام۱	۲۰	تهران
۲۰۰	نام۲	۳۰	قزوین
۳۰۰	نام ۳	۵۰	کرج
۲۵۰	نام٤	۱۵	تبریز

مجموعه عنوان

مجموعه بدنه

ارتباط بین مدل رابطه ای و نمایش جدولی:

مدل رابطه ای(تئوریسین)	ساختار جدولی(طراح)
رابطه	جدول
تاپل	سطر
صفت خاصه	ستون
میدان	مقادیر مجاز یک ستون

وقتـیکه اسم و مجموعه عنوان رابطه مشخص باشد گویند ذات یا جوهر رابطه (I ntension) معلوم است. به بدنه رابطه بسط رابطه (Extension) نیز گویند.

نکته: ذات رابطه ثابت در زمان است اما بسط رابطه در زمان متغیر است.

۳-۱-۲-درجه رابطه:

تعداد صفات خاصه رابطه را درجه آن گویند. اگر درجه رابطه یک باشد رابطه یگانی ، رابطه درجه دو را دوگانی (binary) ، رابطه درجه سه را سه گانی (Ternary) و رابطه با درجه N را Nگانی (N-ray)گویند.

۳-۱-۳-کاردینالیتی رابطه:

به تعداد تاپلهای رابطه در یک لحظه از حیات آن کاردینالیتی رابطه گویند. کاردینالیتی رابطه در طول حیات رابطه متغیر است. بعنوان مثال، رابطه از درجه رابطه ٤ میباشد.

۳-۱-٤- خصوصیات رابطه:

۱_ به کمک یک ساختار ساده بنام جدول قابل نمایش است.

۲_ تاپل تکراری در رابطه وجود ندارد. زیرا بدنه رابطه مجموعه است و در مجموعه عناصر تکراری وجود ندارد.

۳_ تاپلهادر رابطه نظم خاصی ندارند.این خاصیت نیز از مجموعه بودن بدنه رابطه نتیجه می شود.

٤_ صفات خاصه نظم ندارند. این خاصیت نیز از مجموعه بودن عنوان رابطه نتیجه می شود

۵_ عناصر تشکیل دهنده تاپل اتمیک هستند یعنی تجزیه نشدنی می باشند. بعبارتی گوئیم یک فقره داده تجزیه نشدنی است اگر نتوان آن را به مقادیر دیگر تجزیه کرد.بعنوان مثال: مقادیر تاریخ ماهیتی غیر اتمیک دارد زیرا از سه جزء ماه ، سال و روز تشکیل شده است .در این مثال خاص اتمیک و یا غیر اتمیک بودن تاریخ بستگی به دید طراح در طراحی دارد بنابراین این دو مفهوم مطلق نیستند و به معنایی که طراح برای داده ها قائل می شود بستگی دارد.

۳-۲- مفهوم میدان و نقش آن در عملیات روی بانک:

میدان : مجموعه ای از مقادیر است که یک یا بیش از یک صفت خاصه از آن مقدار می گیرند. میدان در عملیات روی بانک مزایایی دارد که عبارتند از:

۳-۲-۱- سبب ساده تر شدن و کوتاهتر شدن شمای پایگاه داده میگردد.(از نظر تعداد احکام) . زیرا لازم نیست که در تمام رابطه ها ، هربار مشخصات صفات را بدهیم.۰

۳-۲-۲_ کنترل مقداری عملیات در پایگاه.

مقادیر یک صفت خاصه در طول حیات رابطه، از مقادیر میدان برگرفته می شوند. بعبارت دیگر باید در میدان وجود داشته باشند. بنابراین به کمک مفهوم میدان می توان عملیات روی بانک را از نظر مقادیر صفات خاصه کنترل کرد.

بطور مثال اگر میدان مقادیر STAUS بصورت Domain STATUS = {10,20,30,40,50} باشد امکان درج اطلاع (تهران و S7, Sn7, 60) در بانک میسر نمی باشد.

۳-۲-۳- امکانی است برای کنترل معنایی پرس و جوها

مثال : شماره قطعاتی را بدهید که وزن آنها برابر تعداد تهیه شده آنها باشد.

صفات وزن و تعداد به اعتبار همنوع بودن قابل مقایسه اند و سیستم می تواند با انجام مقایسه های لازم ، به پرسش کاربر پاسخ دهد. اما این دو صفت به لحاظ مفهومی غیر قابل مقایسه اند، زیرا روی دو میدان ماهیتاً متفاوت تعریف شده اند.

۳-۲-٤_پاسخگویی به بعضی از پرس و جوها را آسان میکند.

اگر امکان تعریف میدان وجود داشته باشد این تعریف وارد کاتالوگ سیستم بعنوان بخشی از شمای ادراکی پایگاه می شود و در شرایطی برخی از کاربران می توانند از آن استفاده کنند.

مثال: درچه رابطه هایی از پایگاه اطلاعاتی از تهیه کنندگان وجود دارد؟

اگر میدان ها تعریف شوند برای پاسخگویی به این پرس و جو فقط مراجعه به کاتالوگ کفایت می کند .

۳-۳- مفهوم کلید در مدل رابطه ای:

در مدل رابطه ای چند مفهوم در خصوص کلید مطرح است که عبارتند از :

- ابر کلید
- کلید کاندید
- کلید اصلی
- کلید بدیل
- کلید خارجی

۳-۳-۱- مفهوم ابر کلید super key

مجموعه ای ازیک یا چند صفات خاصه را که دارای یکتایی مقدار باشند ابرکلید گویند. به بیان دیگر ، هر ترکیبی از صفات خاصه رابطه که در هیچ دو تاپل مقدار یکسان نداشته باشد.

٤_ ۳_۱ کلید(نامزد) کاندید: Candidate Key

ابر کلیدی که خاصیتی کاهش ناپذیری داشته باشد کلید کاندید گویند. بعبارت دیگر هر زیر مجموعه از مجموعه عنوان (Ai, Aj .. Ak) که دو خاصیت زیر داشته باشد کلید کاندید گویند.

۱_ یکتایی مقدار (Uniqueness)

به این معنا که در هر لحظه از حیات رابطه مقدار (A i , Aj ..Ak) یکتا باشد.

۲_ کاهش ناپذیری minimatlity

به این معنی است که از نظر تعداد اجزاء در حداقل باشد در عین حال که یکتایی محفوظ بماند. گوئیم زیر مجموعه ای کاهش ناپذیر است یا حداقل اجزاء دارد اگر یکی از عناصر این زیرمجموعه حذف شود در زیرمجموعه باقیمانده خاصیت یکتایی مقداراز بین برود.

با توجه به تعاریف می بینیم هر ابرکلید لزوما کلید کاندید نیست اما هر کلید کاندید جزء مجموعه های ابر کلید رابطه هست.

مثال: در رابطه S صفت خاصه #S کلید کاندید است و در رابطه SP (S#, P#) کلید کاندید است.

نکته: ۱: رابطه ممکن است بیش از یک کلید کاندید داشته باشد.

نکته ۲_ وجود حداقل یک کلید کاندید در رابطه تضمین است زیرا در بدترین حالت با ترکیب تمام صفات خاصه به یکتایی مقدار می رسیم. به رابطه ای که مجموعه عنوانش کلید کاندید آن باشد اصطلاحاً رابطه تمام کلید (All key) نامیده می شود.

نکته ۳_ نقش کلید کاندید : امکانی است برای ارجاع به تاپل یعنی نوعی مکانیسم آدرس دهی در سطح تاپل است.

۳_ ۳_۲ کلید اصلی: Primary Key

یکی از کلیدهای کاندید است که طراح با توجه به ملاحضات محیط عملیاتی، خود انتخاب می کند. دو ضابطه در تعیین کلید اصلی از بین کلیدهای کاندید باید در نظر گرفته شوند.

۱_ نقش و اهمیت کلید اصلی نسبت به سایر کلید های کاندید در پاسخگویی به نیاز های کاربران

۲_ کوتاهتر بودن طول کلید کاندید از نظر طول رشته بایتی حاصله از ترکیب صفات خاصه.

کلید اصلی شناسه تاپل است و بایستی به نوعی به سیستم معرفی شود که معمولا در سیستمهای رابطه ای با عبارت Primary Key (Attribute) تعریف میشود.

۳_ ۳_ ۳ - کلید نامزد(بدیل) Alternate Key

هر کلید کاندید غیر از کلید اصلی کلید بدیل نامیده می شود.اگر همه کلید های کاندید رابطه و نیز خود کلید اصلی به سیستم معرفی شوند ، دیگر نیازی به تصریح کلید دیگر با عبارت Alternate Key نیست.

۳_ ۳_ ٤ : کلید خارجی Foreign Key

هر صفت خاصه ای از رابطه Rj (ساده یا مرکب) مانند Ai که در رابطه ای دیگر مثلاً Ri کلید اصلی باشد کلید خارجی Rj نامیده می شود.

مثال : صفت خاصه #S در جدول SP کلید خارجی است و صفت خاصه #P در رابطه SP نیز کلید خارجی است.

نکته: لزومی ندارد که کلید خارجی یک رابطه جزء تشکیل دهنده کلید اصلی همان رابطه باشد هر چند در مثال بالا چنین است.

مثال: Department (Dept # , Dname , manager - Emp #, budget)

Employe (Emp # , Ename, Dept # , Salary)

در رابطه department صفت خاصه # dept کلید اصلی است لذا در رابطه Employe کلید خارجی است و نیز صفت خاصه # Emp در جدول Employe کلید اصلی است پس صفت خاصه # Manager - Emp در رابطه department کلید خارجی است و جزئی از کلید اصلی این رابطه هم نیست.

نکته : لزومی ندارد Rj از Ri متمایز باشد:

E mploye (Emp # , Ename, Manager -Emp # , Salay)

رابطه: کارمند مدیر است .

سوال : نقش کلید خارجی چیست؟

کلید خارجی امکانی است برای ایجاد ارتباط بین تاپلها. بعنوان مثال وجود کلید های خارجی P #, S# در رابطه Sp نمایشگر ارتباطی است که بین تاپلهای رابطه S و تاپلهای رابطه P وجود دارد.

نکته: آیا تنها عامل برقراری ارتباط کلید خارجی است؟

پاسخ منفی است هر صفت خاصه مشترک در عنوان دو رابطه امکانی است برای ایجاد و پیاده سازی نوعی ارتباط.

مثال: P (P#, ... city) , S (S#, ...,city)

وجود City در رابطه امکان ارتباط بین دو موجودیت را بوجود می آورد. در صورتیکه C ity نه کلید خارجی S و نه کلید خارجی P است.

نکته: کلید خارجی رابطه را نیز باید به سیستم معرفی نمود . برای این منظور از دستور زیر استفاده میشود :

FOREIGN KEY (Attribute) REFERENCE Relation name

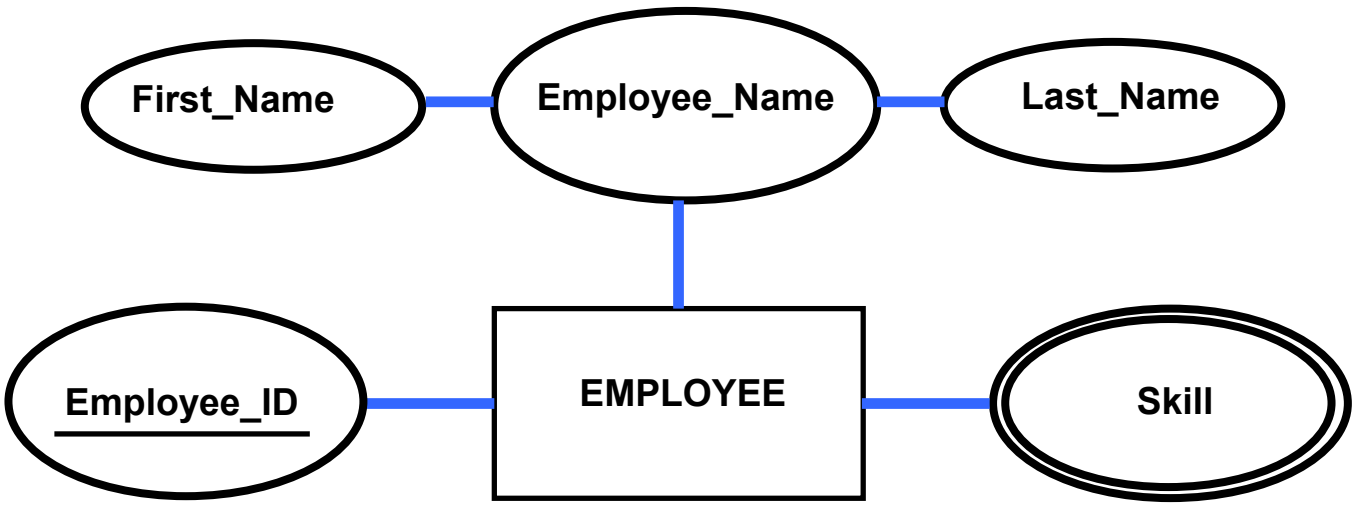
۳-٤- تبدیل مدل E/R به مدل رابطه ای

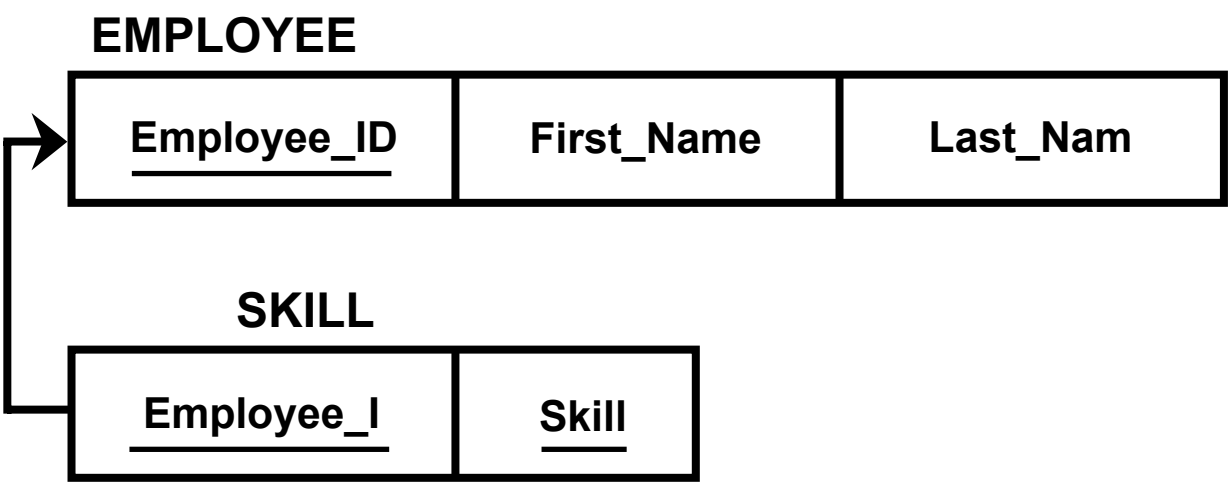
یک پایگاه داده طراحی شده بر اساس مدل موجودیت/ارتباط می تواند توسط مجموعه ای از جدول ها نمایش داده شود.برای تبدیل مدل موجودیت/ارتباط به مدل رابطه ای از یکسری قوانین استفاده می شود که در ادامه آورده شده اند:

قاعده ۱: هر موجودیت **قوی** توسط یک جدول با همان صفات مورد نظر نمایش داده می شود.

- صفات مرکب در مدل رابطه ای وجود نداشته بلکه فقط صفات جزء آن صفات مرکب بطور مجزا در جدول قرار می گیرند.
- صفت چند مقداری M از موجودیت E با یک جدول مجزای EM نشان داده می شود. این جدول دارای ستونهای متناظر با کلید اصلی Eو صفت M خواهد بود.

مثال : موجودیت Employee با صفت چند مقداری Skill

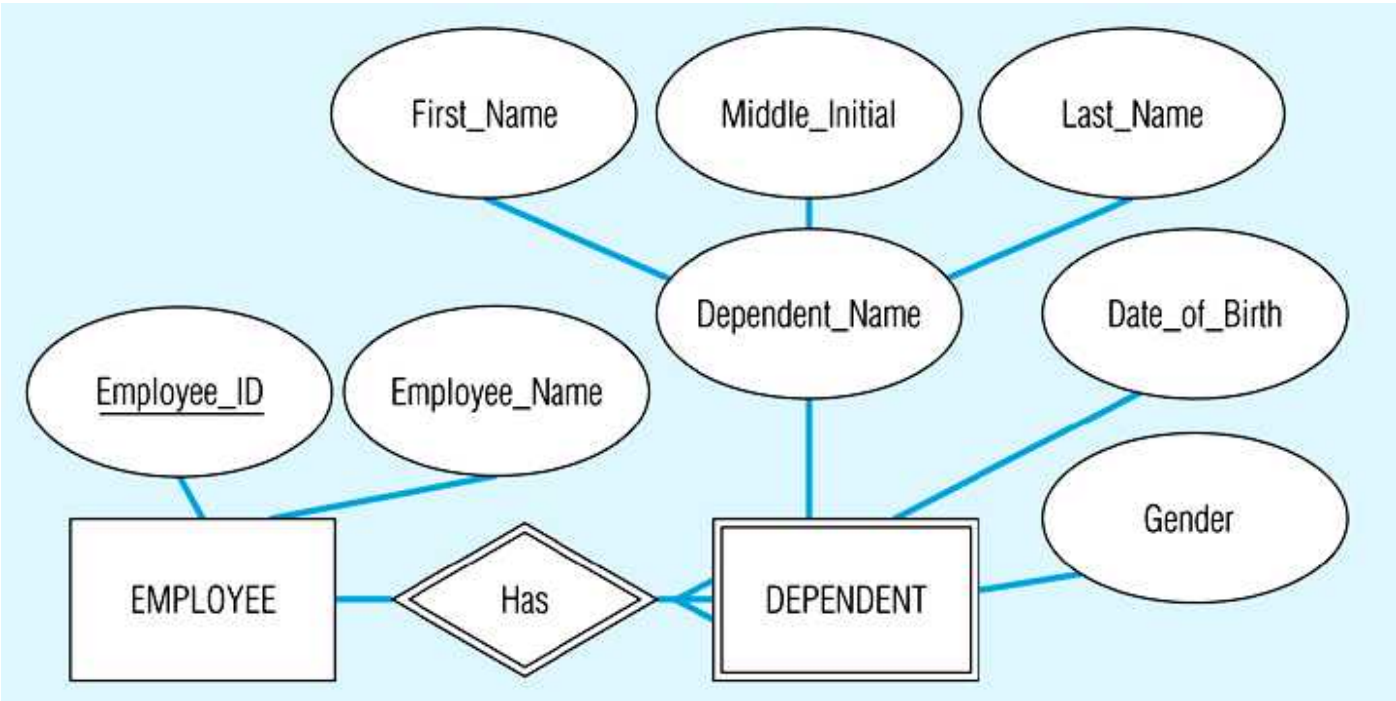


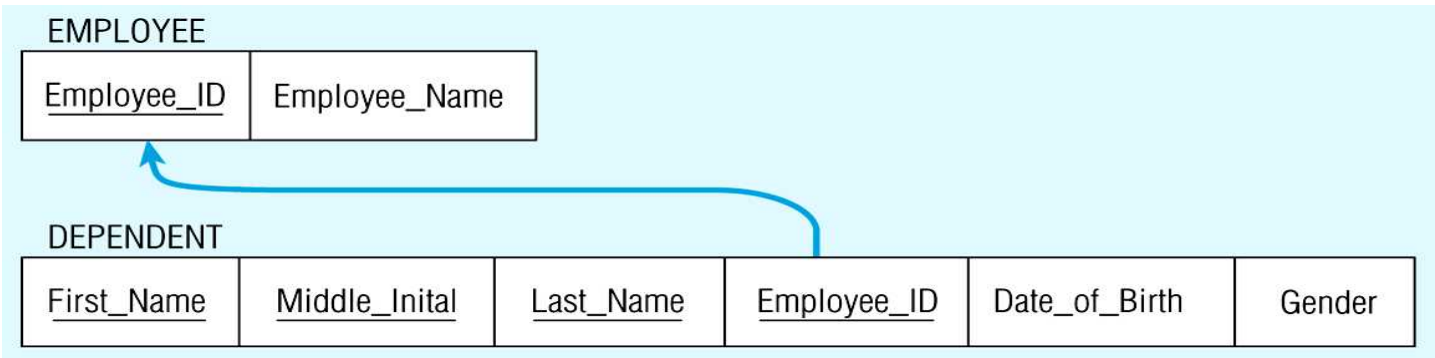


قاعـده ۲: هـر موجـودیت **ضـعیف** توسـط یک جدول با همان صفات مورد نظر به همراه کلید اصلی موجودیت قوی (کلید خارجی این جدول) نمایش داده می شود.

- کلید اصلی جدول جدید ،ترکیبی است از شناسه موجودیت ضعیف و کلید اصلی موجودیت قوی مورد نظر .

مثال : موجودیت ضعیف DEPENDENT

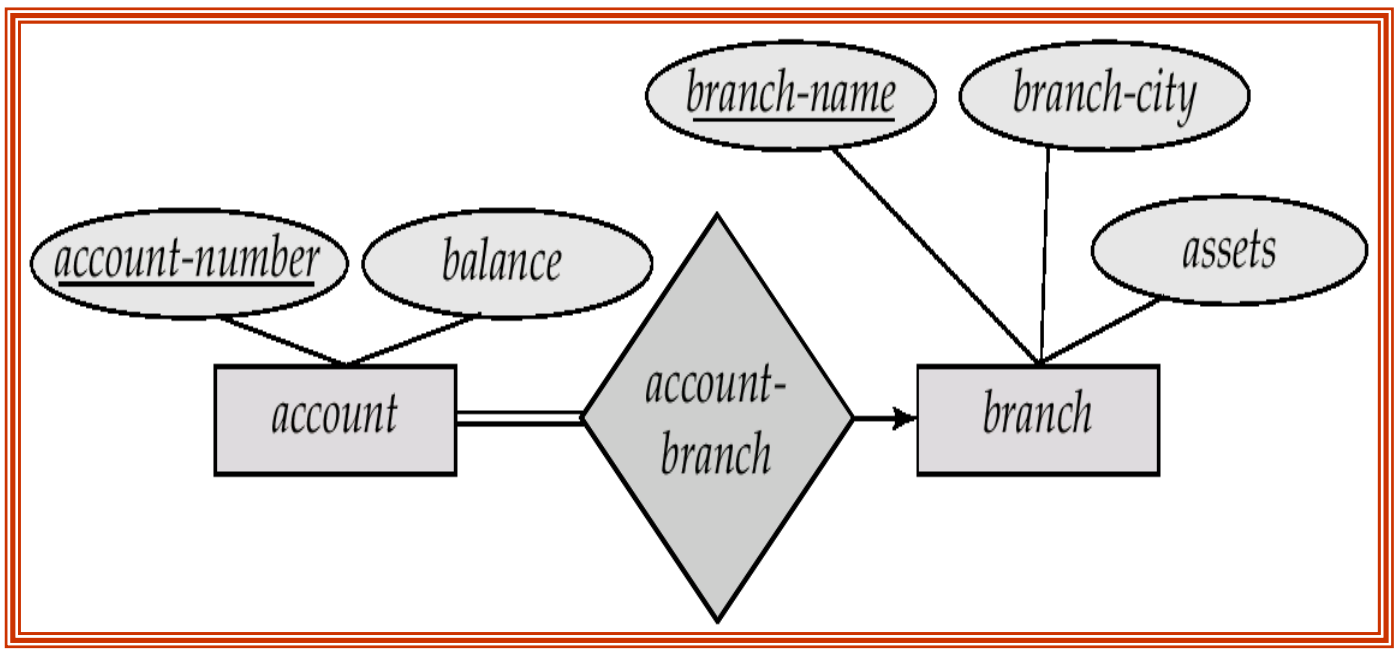




قاعده ۳ : ارتباطات درجه ۲ .

- هر ارتباط درجه دو چند به چند با یک جدول نمایش داده می شود که ستونهایش از کلیدهای اصلی دو موجودیت مشارکت یافته در ارتباط به همراه صفات دیگر مجموعه ارتباط تشکیل می گردند.
- ارتباطات چند به یک یا یک به چند در طرف چند با استفاده از صفت اضافه شده که همان کلید اصلی طرف یک می باشد نمایش داده می شوند.(جدول مجزا نخواهد بود)به عبارت دیگر کلید اصلی طرف یک به عنوان کلید خارجی طرف چند منظور می گردد.

مثال : در شکل زیر ،بجای ایجاد یک جدول برای ارتباط account-branch صفت branchname به جدول account اضافه می شود.



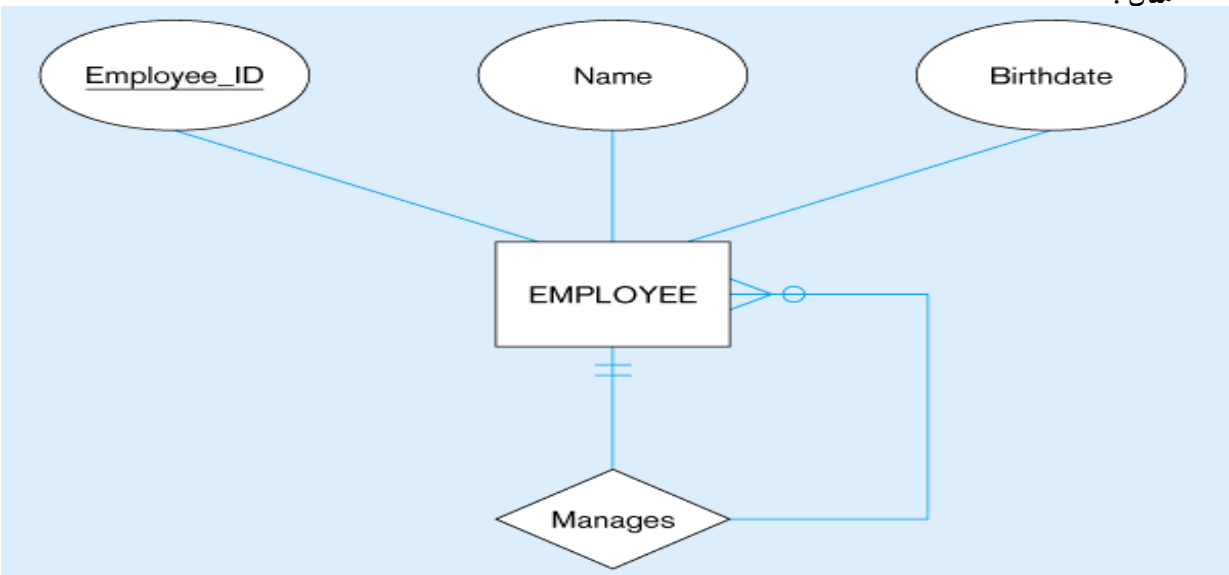
- در ارتباطات یک به یک ، هر طرفی می تواند به عنوان چند انتخاب شود.بدین معنی که کلید اصلی طرف مهمتر به عنوان کلید خارجی طرف کم اهمیت تر اضافه می شود.

قاعده ٤ : ارتباطات درجه یک(بازگشتی).

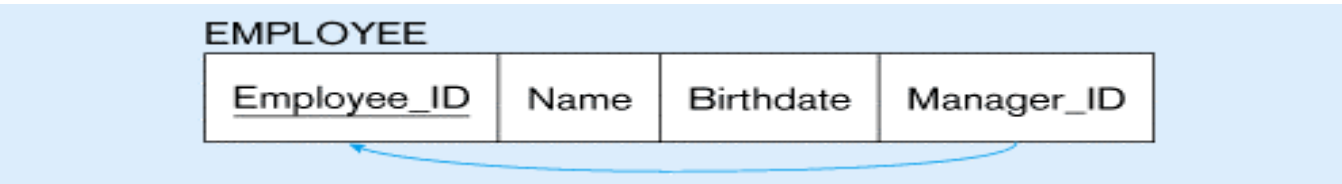
- هر ارتباط درجه یک چند به چند با یک جدول نمایش داده می شود که کلید اصلی اش دو فیلد برگرفته از کلید اصلی موجودیت است که با تغییر نام یکی از آنها ازکلید اصلی موجودیت مرتبط تشکیل می شود.

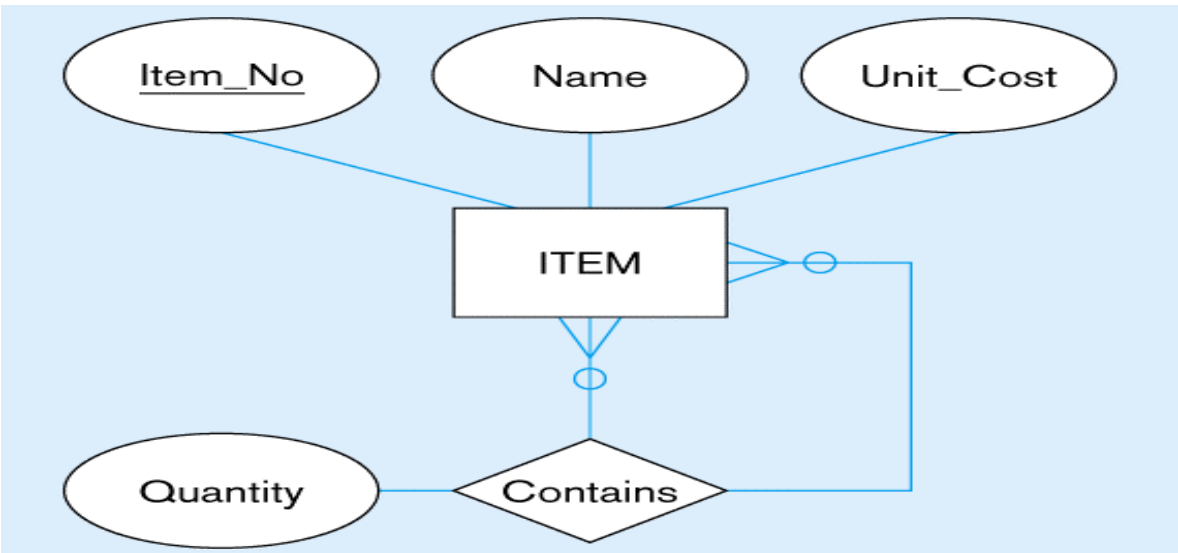
- در ارتباط بازگشتی یک به چند ، کلید خارجی بازگشتی در همان جدول مربوط به موجودیت (با تغییر نام کلید اصلی) داریم.

- مثال :

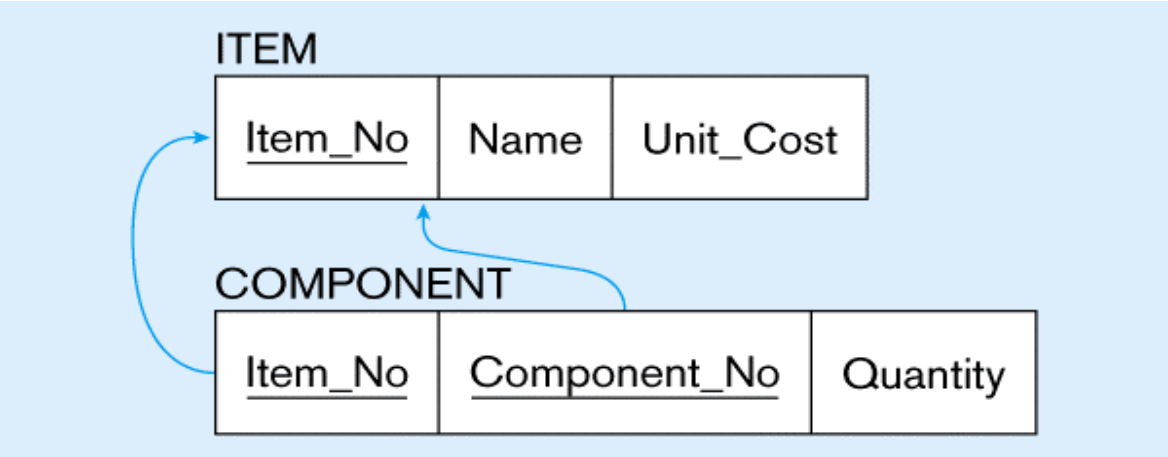


جدول **EMPLOYEE** با کلید خارجی، بازگشتی



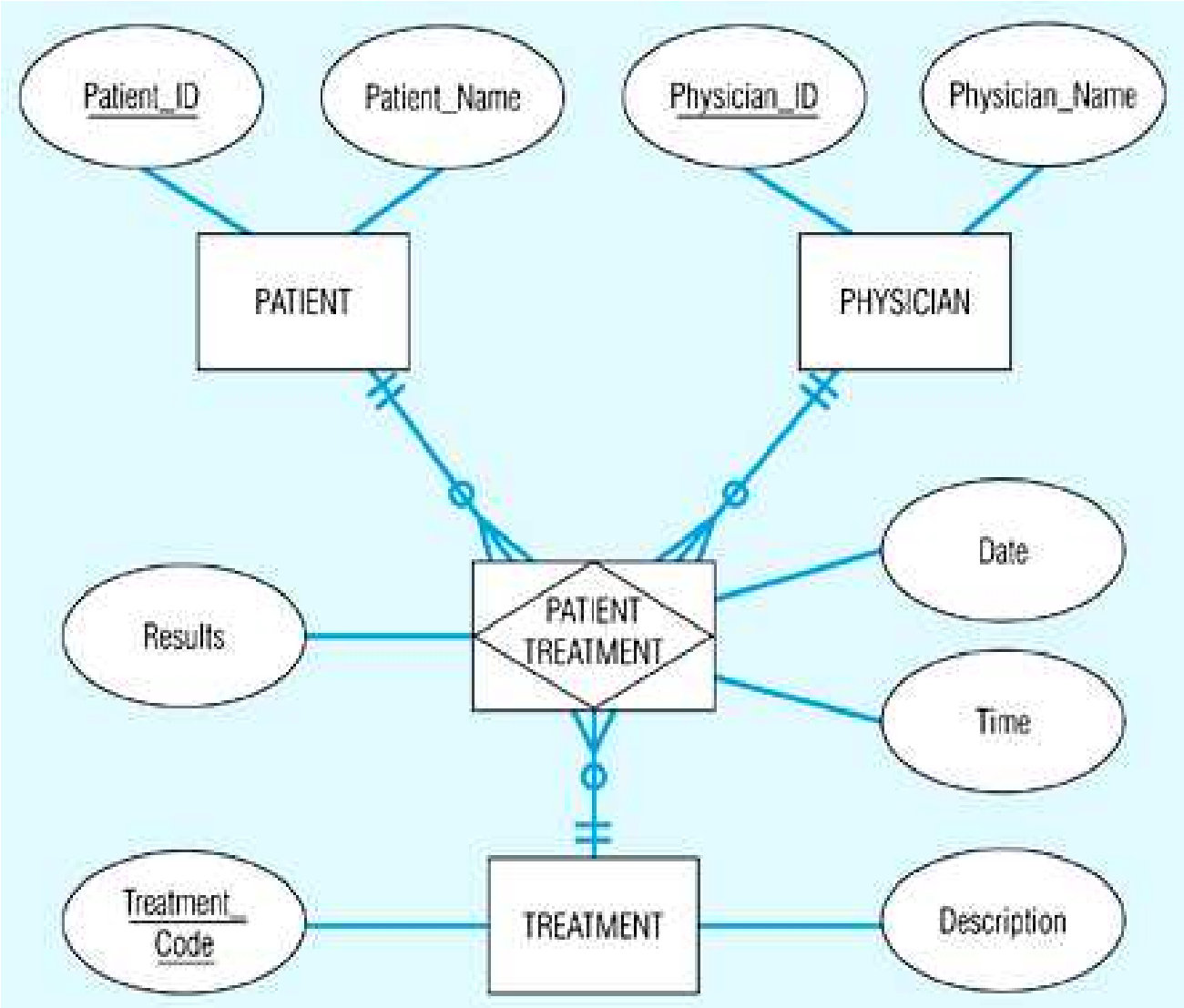


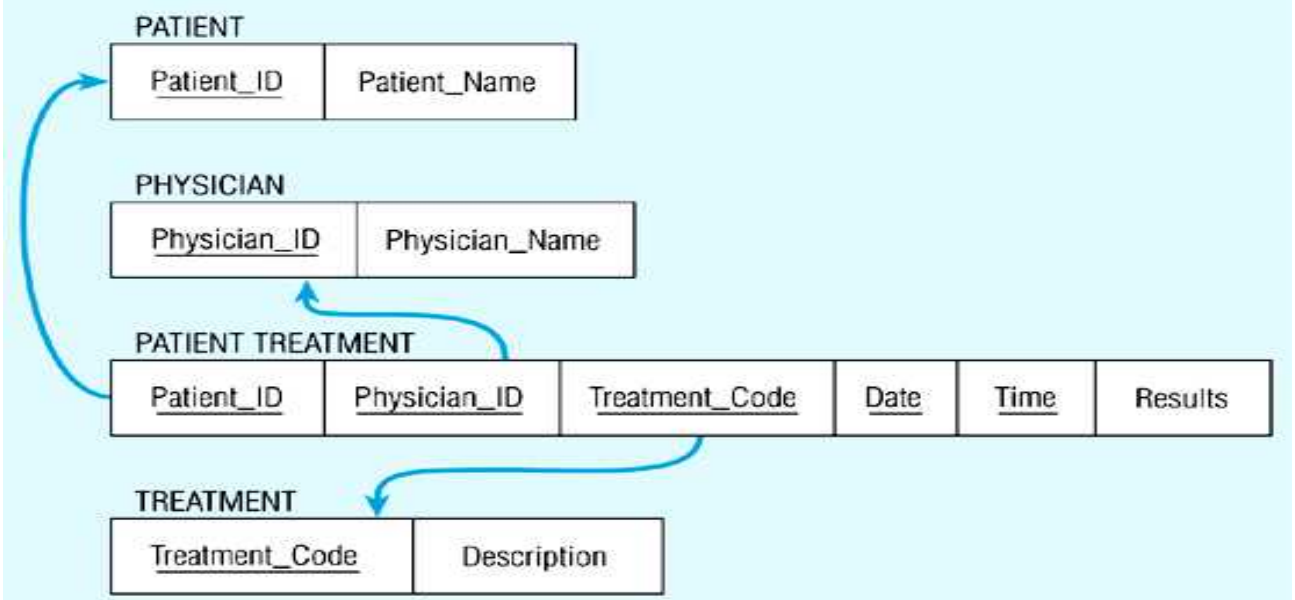
ب) دوجدول بدست آمده



قاعده ۵ : ارتباطات درجه ۳ و بیشتر .

- هر ارتباط nتایی با یک جدول نمایش داده می شود که کلید اصلی اش n فیلد برگرفته از کلید اصلی موجودیتهای مشارکت یافته در ارتباط n تایی می باشد.





قاعده ٦ : ارتباطات تعمیم/تخصیص .

- روش اول: بازای هر موجودیت سطح بالا و پایین یک جدول جداگانه در نظر گرفته شده که در جدول سطح پایین کلید اصلی موجودیت سطح بالاتر به عنوان کلید خارجی قرار می گیرد.

table table attributes
person (name, street, city)

customer (name, credit-rating)
employee(name, salary)

نکته : اشکال این روش ؟ جمع آوری اطلاعات مستلزم مراجعه به دو جدول است .

- روش دوم : بازای هر موجودیت صفات کلید اصلی و غیره موجودیت سطح بالاتر در موجودیت سطح پایینتر قرار می گیرد. در صورتی تعمیم کامل باشد نیازی به وجود جدول سطح بالاتر نخواهد بود.

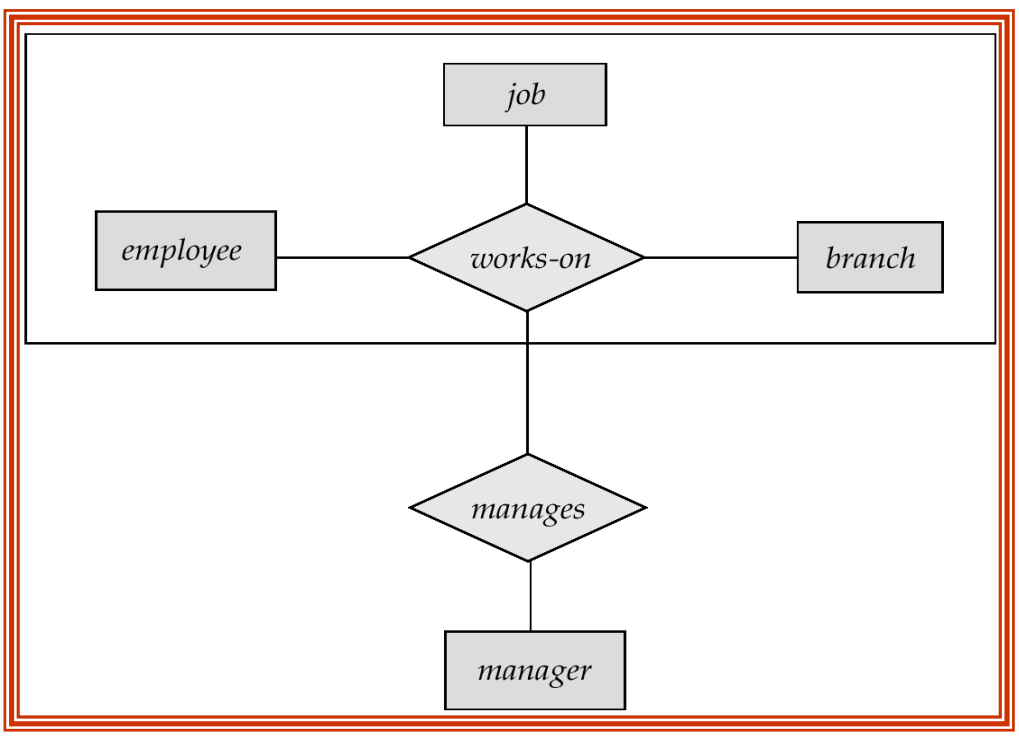
table table attributes
person (name, street, city)
customer (name, street, city, credit-rating)
employee (name, street, city, salary)

نکته : اشکال این روش ؟ افزونگی

قاعده ۷: تجمع : برای نمایش تجمع ، یک جدول شامل کلید اصلی ارتباط تجمع شده ، کلید اصلی مجموعه موجودیت مشارکت یافته ،صفات مورد نظر ایجاد می شود.

مثال : رابطه تجمع manages بین ارتباطات Works-on , manager بصورت یک جدول زیر است :

manages(*employee-id, branch-name, title, manager-name*)

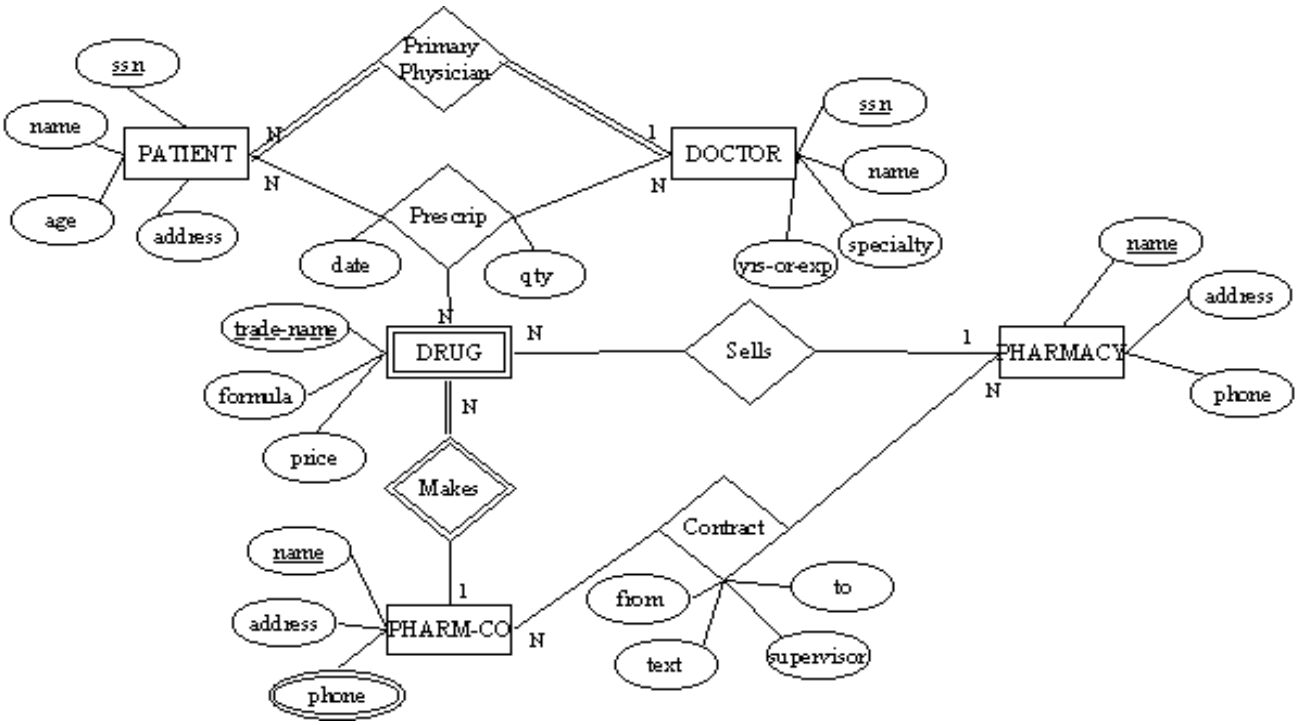


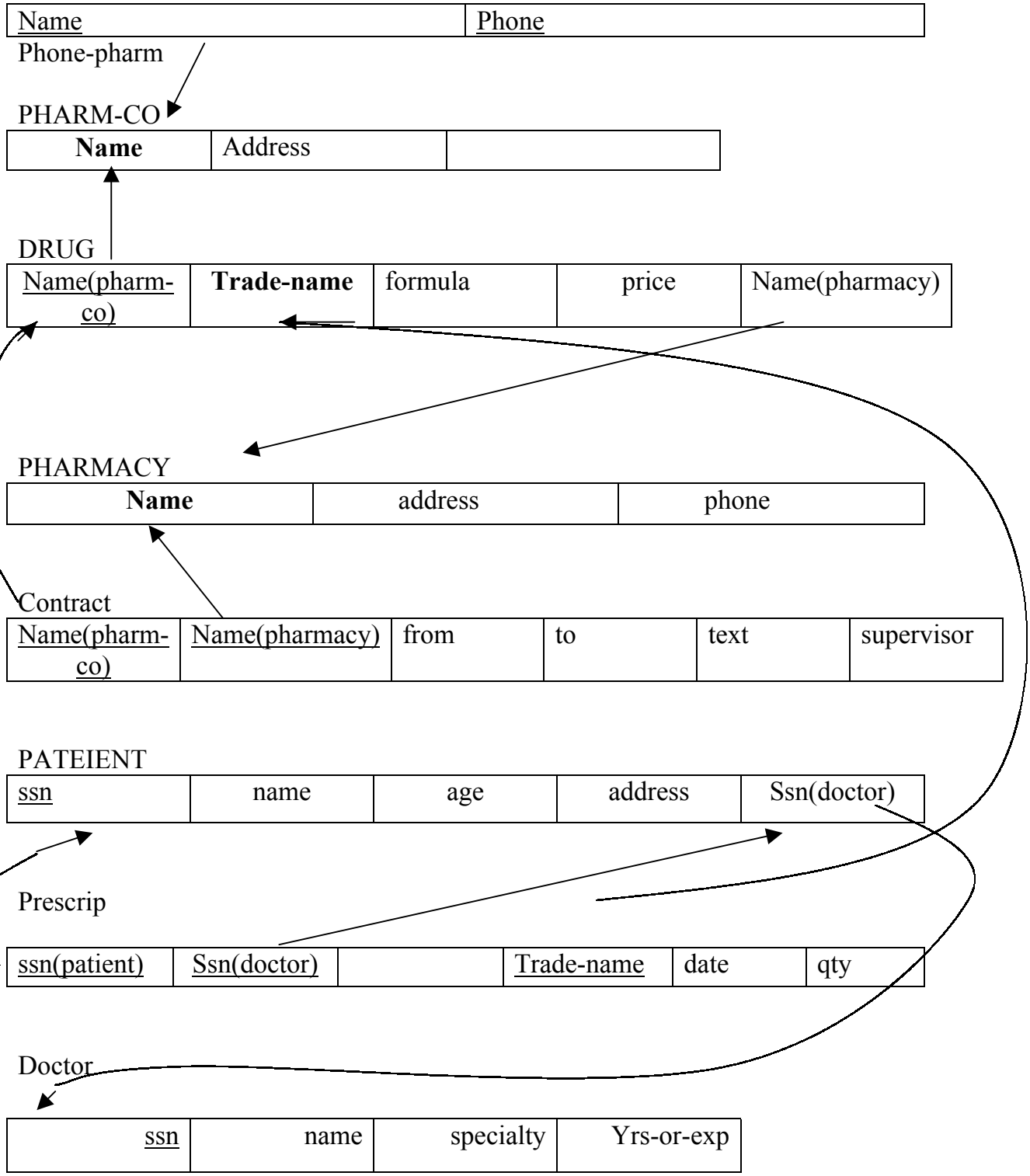
مثال: ۴- نمودار E/R زی‌ر را در نظر بگی‌ری‌د سپس جداول پای‌گاه داده را بر اساس نمودار استخراج نمای‌ی‌د. (کلی‌د های خارجی و اصلی مشخص گردند).

PATIENT : بی‌مار DOCTOR : پزشک DRUG : دارو PHARMACY

داروخانه PHARM-CO : شرکت دارو سازی

Error!




Name
Phone
Phone-pharm
PHARM-CO
Name
Address
DRUG
Name(pharm-co)
Trade-name
formula
price
Name(pharmacy)
PHARMACY
Name
address
phone
Contract
Name(pharm-co)
Name(pharmacy)
from
to
text
supervisor
PATEIENT
ssn
name
age
address
Ssn(doctor)
Prescrip
ssn(patient)
Ssn(doctor)
Trade-name
date
qty
Doctor
ssn
name
specialty
Yrs-or-exp

۳-۵- قوانین جامعیت در سیستم های رابطه ای:

جامعیت پایگاه داده یعنی : صحت ، دقت و سازگاری داده های ذخیره شده در پایگاه در تمام لحظات . هر سیستم مدیریت پایگاه داده ها باید بتواند جامعیت پایگاه داده ها را کنترل و تضمین نماید.برای کنترل و تضمین جامعیت ، نیاز به مجموعه ای از قواعد و محدودیتهاست که در یک محیط عملیاتی خاص روی داده های همان محیط باید اعمال شوند وبنام قوانین جامعیتی خوانده می شوند. این قواعد بطور کلی به دو دسته تقسیم می شوند.

الف ـ قواعد خاص یک محیط (کاربری)

قواعدی هستند که توسط یک کاربر مجاز تعریف می شوند . این قواعد در مورد یک پایگاه داده خاص مطرح شده و عمومیت ندارند. گاه به این قواعد ،قواعد محیطی وابسته به داده و یا محدودیتهای جامعیت معنایی نیز می گویند.

بطور مثال ،در بانک اطلاعات تهیه کنندگان و قطعات می توان قاعده ای را بصورت زیر تعریف کرد:

مقدار Qty همیشه بین صفر و ۱۰۰۰۰ باشد. وجود چنین قاعده ای در بانک ایجاب می کند که سیستم از انجام هرگونه عملی که سبب می شود مقدار Q ty خارج از طیف مقادیر بشود ، جلوگیری کند.

در سیستمهای موجود برای معرفی این قواعد از مکانیسم اظهار (Assertion) استفاده میشود. اظهار مجموعه ای از شرط و یا شرایطی است که همیشه باید درروی عملیات پایگاه رعایت شوند. دستور تعریف اظهار بصورت زیر می باشد

CREATE ASSERTION <assertion name > CHECK < Predicate>:

ب ـ قواعد جامعیت عام

قواعد عام قواعدی هستند که بستگی به سیستم و بانک خاص ندارند بلکه در مدل رابطه ای مطرح بوده و قابل اعمال در هر سیستم رابطه ای هستند. به این قواعد متا قاعده نیز گفته میشود.

در مدل رابطه ای دو قاعده جامعیت وجود دارد: یکی ناظر به کلید اصلی و دیگری ناظر به کلید خارجی این قواعد عبارتند از :

۱ـ قاعده جامعیت موجودیتی Entity Integrity Rule

۲ـ قاعده جامعیت ارجاعی Referential Integrity Rule

۳ـ۵ـ۱ـ قاعده جامعیت موجودیتی: C1

هیچ جز تشکیل دهنده کلید اصلی نباید دارای " مقدار هیچ "(NuLL) باشد.

NullValue مفهومی در بانک اطلاعاتی است که در واقع مقداری است که برای نمایش مقدار ناشناخته یا مقدار غیر قابل اعمال بکار می رود و با فضای خالی و صفر فرق دارد.

: NullValue

۱ـ مقدار ناشناخته: مثل کارمندی که کد اداره اش مشخص نیست و یا خانه ای در کوچه ای ساخته شد و هنوز پلاک شهرداری ندارد.

۲ـ مقدار غیر قابل اعمال (برای یک صفت فاصله) مثل مشخصات همسر کارمندی که مجرد است.

- **دلیل قاعده جامعیت موجودیتی:**

چون کلید اصلی شناسه تاپل است و از سوی دیگر شناسه یکی نمونه مشخص و متمایز از یک نوع موجودیت است چگونه می تواند عامل تمایز خودش ناشناخته باشد.

این قاعده از طریق معرفی کلید اصلی در تعریف رابطه بر سیستم اعمال می شود.

۳-۵-۲- قاعده جامعیت ارجاعی : C2

اگر صفت خاصه A_I از رابطه R_2 ، کلید خارجی در این رابطه باشد (که معنایش این است در رابطه دیگر کلید اصلی است)

صفت خاصه A_i:

۱ـ می تواند هیچ مقدار داشته باشد در غیر اینصورت

۲ـ حتما باید مقدار داشته باشد که در رابطه ای که در آنجا کلید اصلی است وجود داشته باشد.

به رابطه R_2 رابطه ارجاع دهنده یا رجوع کننده Referencing و به رابطه دیگر رابطه مرجع یا مقصد گویند.

مثال: sp.s# کلید خارجی در Sp است. مقادیر #S در Sp باید چنان باشند که حتماً باید در s وجود داشته باشند.

نکته: در این مثال خاص #S در Sp نمی تواند مقدار Null داشته باشد زیرا خود جزئی از کلید اصلی است.

- **دلیل توجیه کننده قاعده جامعیت ارجاعی:**

نمی توان به نمونه موجودیتی ارجاع داد که در جهان واقعی وجود ندارد.

این قاعده از طریق حکم کلید خارجی و تعریف رابطه به سیستم اعلام می شود.

۳ـ۵ـ۳ـ تبعات قواعد جامعیت:

قواعد جامعیت باید در تمام مدت حیات رابطه های یک محیط عملیاتی برقرار بوده، رعایت شوند از آنجائیکه این دو قاعده ناظر بروضعیت بانک هستند. هر وضعیتی از بانک که در آن این قواعد رعایت نشده باشند ناصحیح تلقی می گردد.

فرض کنید دستور
```
Delete From S
Where S# = 'S2'
```
در خواست شده باشد.

و سیستم بخواهد تاپل S_2 را از S حذف کند در اینصورت قاعده دوم خدشه دارمی شود مگر اینکه سیستم روش خاصی در حل این مشکل داشته باشد.

ارجاع Sp به S مشکل خواهد داشت زیرا S_2 وجود ندارد.

SP رجوع کننده

S#	P#	Qty
S_1	P_1	100
S_2	P_1	70
S_1	P_3	200
S_4	P_2	60

Sمرجع

S#
S_1
S_2
S_3
S_4

برای حفظ قاعده جامعیت ارجاعی چهار روش مشهور است:

الف ـ روش Restricted (محدود شده)ویا حذف تعویقی

در ایـن روش اگـر درخواسـت حـذف تاپلـی از رابطه مرجع شود تا زمانیکه تاپلهایی در رابطه رجوع کننده وجود دارند که به این تاپل ارجاع می دهند عمل حذف انجام نمی شود.

ب ـ روش آبشاری یا تسلسلی Cascaded

در این روش باحذف یک تاپل از رابطه مرجع تمام تاپلهای رجوع کننده به آن تاپل نیز حذف می شوند.

بطور مثال اگر درخواست
```
Delete From S
Where S = 'S2'
```
بیاید پس از اجرای آن حکم بایستی حکم زیر نیز اجرا شود :

```
Delete From Sp
 Where S# = 'S2'
```

ایـن حکـم ممکـن است بطور اتوماتیک توسط D BMS تولید شود و ممکن است لازم باشد طراح آن را بنویسد لازم به ذکر است اگر دستور دوم را داشته باشیم عکس آن صادق نیست یعنی نیاز به حذف در S نمی باشد.

ج ـ روش هیچ مقدار گذاری Nullified

در این روش اگر درخواست شود تاپلی از رابطه مرجع حذف شود، این حذف انجام می شود اما در پی آن مقدار کلید خارجی در رابطه ارجاع دهنده NULL گذاشته می شود. (بشرط اینکه کلید خارجی جز کلید اصلی نباشد)

مثال:

```
Delete From S
      Where S# = 'S2'
          ⇩
Update SP
  Set S# = Null
    Where S# = 'S2'
```

توجه : در مثال بالا نمی توان روش هیچ مقدارگذاری را انجام داد زیرا # S در SP جز کلید اصلی است.

نکته : به مجموعه جداول و تعاریف کلید اصلی و کلیدهای دیگر و محدودیتها نیز شمای رابطه گفته می شود.

د ـ روش مقدارگذاری با مقدار پیش فرض SET TO DEFAULT

در ایـن روش ، بـا حـذف تاپل مرجع ، کلید خارجی در تاپل های رجوع کننده به آن با مقدار پیش فرض مقدارگذاری میشود.

۳ـ۵ـ٤ـ راههای اعمال قواعد جامعیت :

بطور کلی میتوان راههای اعمال قواعد جامعیت را بصورت زیر نام برد :

۱- معرفی کلید اصلی

۲- اعلام صفت هیچمقدار ناپذیر

۳- معرفی کلید خارجی

٤- اعلان محدودیتهای مورد نظر در شمای پایگاه داده

٥- نوشتن راه انداز (Trigger)

راه انـداز مکانیسـمی اسـت بـرای راه اندازی اجرای یک عمل در پی انجام یک عمل دیگر . به بیان دیگر درصورت بـروز یـک رویداد ، عملی باید انجام شود تا سازگاری پایگاه داده تامین گردد.مثلا در پی انجام یک عمل بهنگام سازی در تاپلی از یک رابطه ، تاپل(هایی) از رابطه های دیگر نیز بهنگام در می آیند.

٦- معرفی میدان و مقادیر آن

۷- معرفی وابستگی های تابعی بین صفات خاصه (به فصل هفتم مراجعه شود).

۳ـ٦- مشخصات سیستم های رابطه ای:

درجه یا میزان یا حد رابطه بودن سیستمهای رابطه ای متفاوت است. از نظر C ODD سیستمی در حداقل رابطه ای است. اگر :

۱ـ پایگاه جدولی را برای کاربر تامین کند.

۲ـ سه عمل اساسی از عملیات در رابطه ها را داشته باشد: عمل گزینش یا تحدید ، عمل پرتو و عمل پیوند

اما یک سیستم کاملاً رابطه ای باید خصوصیات زیر را داشته باشد:

۱ـ پایگاه رابطه ای را ایجاد کند: امکانات کامل تعریف انواع رابطه ها را داشته باشد.

۲ـ امکانات کامل DML رابطه ای

۳ـ امکان تعریف مجموعه کاملی از قوانین جامعیت بشرح دیده شده را داشته باشد.

- یک پایگاه داده رابطه ای دارای سه مؤلفه اساسی است :
  - ۱- Objects از نظر ساختاری رابطه اند
  - ۲- Operators عملگرهای رابطه ای
  - ۳- Rules قوانین جامعیت

تمرین :

۱- نحوه تعریف انواع کلید را در یک سیستم رابطه ای بررسی نمایید :

۲- راههای قواعد جامعیت را در یک سیستم رابطه ای بررسی نمایید.

فصل چهارم : مدل رابطه ای -عملیات روی رابطه ها

٤-١- مقدمه :

زبان کار با داده ها دارای مجموعه ایست از عملگرها که در کادر مدل داده ای عمل می کنند . در سیستم بانک رابطه ای عملگرهای عمل کننده روی رابطه عملگرهای جبر رابطه ای و محاسبات رابطه ای می باشند.

٤ـ٢- جبر رابطه ای:

Codd در مقاله خود ٨ عملگر برای کار با رابطه ها تعریف کرده است که این عملگرها به دو دسته تقسیم می شوند:

الف: عملگرهای متعارف در مجموعه ها نظیر: اجتماع ، اشتراک ، تفاضل و ضرب دکارتی

ب: عملگرهای خاص نظیر: محدودیت ، تصویر یا پرتو ، ترکیب یا پیوند و تقسیم

٤-٢- ١- عملگر گزینش یا تحدید (Select)

این عملگر تاپلهایی را از یک رابطه گزینش می کند. بعبارتی زیر مجموعه ای افقی از یک رابطه را بر می دارد. گزینش تاپل یا تاپلهایی از رابطه، معمولاً بر اساس شرط یا شرایطی صورت می پذیرد.

- نماد تحدید : $\sigma_p(r)$
- P شرط گزینش است ، r رابطه (جدول)
- $\sigma_p(r) = \{t \mid t \in r \quad and \quad p(t)\}$

که p فرمولی محاسباتی است شامل and،Or، not یا هر یک از جملات بفرم :

<attribute>op<atrribute>or< constant> که op یکی از $=$،#، $<$،$>$، $\geq$، $\leq$،است.

A	B	C	D
α	α	**1**	**7**
α	β	**5**	**17**
β	β	**12**	**10**

Relation r:

A	B	C	D
α	α	**1**	**7**
β	β	**23**	**10**

$\sigma_{A = B \wedge D > 5}(r)$

٤-٢ـ٢ عملگر پرتو Project

این عملگر زیر مجموعه ای عمودی از یک رابطه را استخراج می کند صفات خاصه (ستونهای) پاسخ اعمال عملگر دارای ترتیبی هستند که در عملگر مشخص می شود.

- نماد عملگر $\pi_{A_1, A_2, \ldots A_K}^{(r)}$ که $A_1, A_2 \ldots$ اسامی صفات خاصه و r نام رابطه است
- نتیجه بعنوان رابطه ای با K ستون تعریف می شود که با حذف ستونهایی که در لیست قرار ندارند بدست آمده است.
- سطرهای تکراری از نتیجه حذف می شوند.
- مثال :

A	B	C
α	10	1
α	20	1
β	30	1
β	40	2

$\Pi_{A,C}(r)$

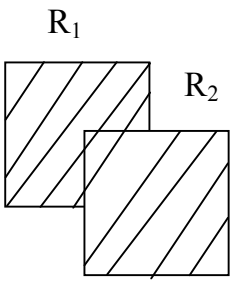
A	C
α	1
α	1
β	1
β	2

=

A	C
α	1
β	1
β	2

٤ـ٢ـ٣ـ عملگر اجتماع union

اجتماع دو رابطه رابطه ایست که تاپلهایش در یک یا هر دو رابطه وجود دارند.



$R = R_1$ union R_2

- نماد عملگر: $r \cup s$
- $r \cup s = \{t \mid t \in r \text{ or } t \in s\}$
- $r \cup s$ موقعی معتبر است که :

۱ـ r,s بایستی تعداد صفات خاصه برابر داشته باشند.

۲ـ حوزه (میدان) صفات خاصه دو مجموعه بایستی سازگار باشند. بعنوان مثال صفت خاصه i ام از هر دو رابطه یکسان باشند.

مثال:

Relation r,s

A	B
α	1
α	2
β	1

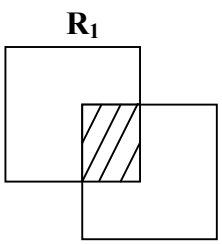
r

A	B
α	2
β	3

s

$r \cup s$:

A	B
α	1
α	2
β	1
β	3



٤-٢-٤ : اشتراک Intersect

اشتراک دو رابطه،رابطه ایست که تاپلهایش در هر دو رابطه وجود داشته باشند

$R = R1 \cap R2$

- نماد $r \cap s$
- $r \cap s = \{t \mid t \in r \text{ and } t \in s\}$
- s و r باید از نظر صفات خاصه برابر و صفات خاصه متناظر از یک میدان بر گرفته شوند

A	B
α	1
α	2
β	1

r1

A	B
α	1
β	3

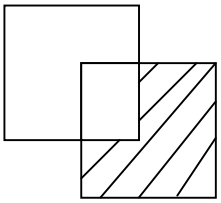
r2

A	B
α	1

r1 ∩ r2

٤-٢-٥ : عملگر تفاضل : set difference

تفاضل دو رابطه ، رابطه ایست که تاپلهایش در رابطه اول موجود باشند و در رابطه دوم وجود نداشته باشند . **R1**



R2

نماد : $\mathbf{r - s}$

- تعریف عملگر : $\mathbf{r - s = \{t \mid t \in r \quad and \quad t \notin s\}}$
- اختلاف دو مجموعه بین دو مجموعه سازگار انجام می شود . s و r باید دارای ستونهای یکسان باشند.
- مثال :

A	B
α	1
α	2
β	1

r

A	B
α	2
β	3

s

A	B
α	1
β	1

r – s

٤-٢-٦ : حاصلضرب کارتزین : Cartesian Product

حاصل رابطه ایست حاوی ترکیب های ممکن تاپلهای دو رابطه که باید در هم ضرب شوند .

- نماد عملگر : $\mathbf{r \times s}$
- تعریف عملگر : $\mathbf{r \times s = \{(t,q) \mid t \in r \quad and \quad q \in s\}}$
- فرض می شود صفات خاصه r(R) و s(S) مجزا باشند $R \cap S = \varnothing$
- اگر صفات خاصه r(R) و s(S) مجزا نباشند تغییر نام بایستی صورت پذیرد .
- مثال :

A	B
α	1
β	2

r

C	D	E
α	10	a
β	10	a
γ	10	b

S

$r \times s$:

A	B	C	D	E
α	1	α	10	a
α	1	β	10	a
α	1	γ	10	b
β	2	α	10	a
β	2	β	10	a
β	2	γ	10	b

٤-٢-٧ : ترکیب (پیوند) join (Natural join)

حاصل رابطه ای است که تاپلهای آن از پیوند (ترکیب) تاپلهایی از دو رابطه بدست می آید بشرط تساوی مقادیر یک یا بیش از یک صفت خاصه .

- نماد عملگر : $\mathbf{r \infty s}$

- فـرض r رابطه روی اسکیمای R و s رابطه ای روی اسکیمای S باشد .نتیجه رابطه ای در اسکیمای $R \cup S$ است که با در نظر گرفتن هر جفت تاپل tr از r و ts از s بدست می آید .
- اگـر tr وts دارای مقادیـر یکسـان در هـر یک از صفات خاصه $R \cap S$ باشند یک تاپل t به نتیجه اضافه میشود بطوریکه : t همان مقادیر tr در r و ts در s رادارد.

مثال : $R = (A,B,C,D)$

$S = (E,B,D)$

اسکیمای نتیجه == (A,B,C,D,E)

- $r \infty s$ بصورت زیر تعریف میشود :

$$\Pi_{r.A,r.B,r.C,r.D,s.E} \left(б_{r.B = s.B \text{ and } r.D = s.D} (r \times s)\right)$$

مثال :

A	B	C	D
α	1	α	a
β	2	γ	a
γ	4	β	b
α	1	γ	a
δ	2	β	b

r

B	D	E
1	a	α
3	a	β
1	a	γ
2	b	δ
3	b	ε

s

A	B	C	D	E
α	1	α	a	α
α	1	α	a	γ
α	1	γ	a	α
α	1	γ	a	γ
δ	2	β	b	δ

r ∞ s

٤-٢-٨ عملگر تقسیم Division

دورابطه یکی از درجه $m + n$ و دیگری از درجه n را برهم تقسیم می کند . حاصل رابطه ایست حاوی مقادیری از صفات خاصه رابطه از درجه $m + n$ که مقادیر صفت خاصه دیگر به تمامی در رابطه درجه n وجود داشته باشند .

- نماد ÷
- این عملگر برای برای پرس و جوهایی که عبارت برای تمام (for all) را دارند مناسب است .
- فرض کنید r و s رابطه هایی روی اسکیماه ای R و S باشند بطوریکه :

$R = (A1,\ldots,Am,B1,\ldots,Bn)$

$S = (B1,\ldots,Bn)$

نتیجه تقسیم r بر s رابطه ایست در اسکیمای $R - S$

$R - S = (A1,\ldots,Am)$

$$\mathbf{r \div s = \{t \mid t \in \prod_{R-S}(r) \wedge \forall u \in s(tu \in r)\}}$$

- مثال :

A	B
α	1
α	2
α	3
β	1
γ	1
δ	1
δ	3
δ	4
β	2

r

B
1
2

s

A
α
β

r ÷ s

A	B	C	D	E
α	A	α	a	1
α	A	γ	a	1
α	A	γ	b	1
β	A	γ	a	1
β	A	γ	b	3
γ	A	γ	a	1
γ	A	γ	b	1
γ	A	β	b	1

r

D	E
a	1
b	1

s

A	B	C
α	a	γ
γ	a	γ

r ÷ s

٤-٣ - عملگرهای اضافه شده و عملیات دیگر جبر رابطه ای

٤-٣-١ : عملگر تغییر نام Rename

این امکان را می دهد که به یک رابطه با بیش از یک اسم رجوع شود .

- $P_{X(E)}$

عبارت E را تحت نام X بر می گرداند.

- اگر یک عبارت جبررابطه ای E ، n ستون داشته باشد $P_{X(A1, \dots ,An)E}$

به معنی آن است که نتیجه عبارت E تحت نام X با صفات خاصه تغییر نام یافته A1, … ,An بر می گرداند.

٤-٣-٢ : عملگر بسط Extend

عملگر است که برای گسترش عنوان یک رابطه بکار می رود . که معمولا صفت خاصه اضافه شده مقادیر آن با ارزیابی یک عبارت محاسباتی مشخص بدست می آید .

Extend P Add (weight * 454) As GMWT

GMWT وزن قطعات بر حسب گرم می باشد که در واقع تبدیل شده پوند به گرم است .

٤-٣-٣ : عملگر های جمعی Aggregate Operator

عملگرهایی که برای شمارش، مجموع، میانگین و می نیمم و ماکزیمم بکار می روند. در واقع مجموعه ای از مقادیر را گرفته و یک مقدار تکی را بعنوان خروجی باز می گردانند.

Min , Max , Avg , Sum , Count

مثال : مجموع قطعات تهیه شده توسط تهیه کننده s1 . $\sigma_{s\# = 's1'}(g_{sum(Qty)}(sp))$

یا $g_{sum(Qty)}(sp)$

٤-٣-٤- عملگر انتساب Assignment

- نماد $\longleftarrow$
- این عملگر یک روش مناسب برای بیان پرس و جوهای پیچیده است .
- انتساب بایستی به یک متغییر رابطه ای موقت نسبت داده شود :

٤-٣-٥- عملگر نیم پیوند Semi Join

این عملگر گونه ای دیگر از پیوند طبیعی است که درآن ، تنها تاپلهای پیوند شدنی از رابطه سمت چپ در رابطه جواب وارد میشوند. این عملگر در پایگاه داده های توزیع شده کاربرد دارد .

$$R1 \propto R2 = \prod_{Attribute(R1)} (R1 \propto R2)$$

٤-٣-٥- عملگر نیم تفاضل Semi Minus

این عملگر بصورت زیر تعریف شده است :

$$R1 \text{ SEMIMINUS } R2 = R1 \text{ MINUS } (R1 \propto R2)$$

٤-٤-مجموعه کامل عملگرها در جبر رابطه ای :

از عملگرهای مطرح شده ، برخی مبنایی هستند به این معنا که مجموعه آنها از نظر عملیاتی کامل است و هر عملگر دیگر را می توان بر حسب عملگرهای این مجموعه بیان کرد . این مجموعه کامل بصورت زیر است :

{Select , Project , Union , Minus, Time }

برخی عملگرهای تعریف شده با این مجموعه عبارتند از :

$$R1 \cap R2 = R1 - (R1 - R2) = R2 - (R2 - R1)$$
$$R1 \cap R2 = (R1 \cup R2) - (R1 - R2) \cup (R2 - R1)$$
$$R1(Y,X) \div R2(X) = R1[Y] - ((R1[Y] \times R2) - R1)[Y]$$

٤-٥- برخی خواص عملگرها :

اگر R,S,T رابطه باشند داریم :

1- $R \propto S = S \propto R$
2- $(R \propto S) \propto T = R \propto (S \propto T)$
3- $\prod A_1..A_p (\prod A_i..A_j)(R) = \prod A_1..A_p (R)$
4- $\sigma_{Ai='a'}(R) \cup \sigma_{Ai='a'}(S) = \sigma_{Ai='a'}(R \cup S)$
5- $\sigma_{Ai='a'}(R) \cap \sigma_{Ai='a'}(S) = \sigma_{Ai='a'}(R \cap S)$
6- $\sigma_{Ai='a'}(R) - \sigma_{Ai='a'}(S) = \sigma_{Ai='a'}(R - S)$

7- $\prod A_1..A_p (R) \cup \prod A_1..A_p (S) = \prod A_1..A_p (R \cup S)$

مثال : بانک اطلاعاتی تهیه کنندگان، قطعات، پروژه را در نظر بگیرید. ساختار آن در زیر ارائه شده است با استفاده از جبر رابطه ای به پرس و جوهای زیر پاسخ دهید .

S (s# , sname , status , city)
P (p# , pname , color , weight , city)
J (j# , jname , city)
SPJ (s# , p# , j# , Qty)

۱- جزئیات کامل تمام پروژه های شهر "تهران" را مشخص کنید .

$\sigma_{city = 'تهران'} (J)$ یا J where city = 'تهران'

۲- اسامی تهیه کنندگان قطعه P2 را بدهید :

$\prod_{Sname} (\sigma_{P\# = 'P2'} (S \infty SPJ))$ یا $\prod_{Sname}$ (S join SPJ where P# = 'P2')

یا temp1 ← S join SPJ

temp2 ← temp1 where P# ='P2'
result ← $\prod_{Sname}$ (temp2)

۳- اسامی تهیه کنندگانی که اقلا یک قطعه آبی را تهیه می کنند :

((P where color = 'آبی') ∞ SPJ) ∞ S)[sname]

$\prod_{Sname} ((\sigma color = 'آبی' P) \infty SPJ) \infty S$

٤- اسامی تهیه کنندگانی را بدهید که تمام قطعات را تهیه می کنند :

$\prod_{Sname} ((\prod_{(S\# , P\#)} (SPJ) \div \prod_{P\#} (P) \infty S)$

۵- اسامی تهیه کنندگانی که قطعه P2 را تهیه نمی کنند :

$(\prod_{S\#} (S) - (\prod_{S\#} (\sigma_{P\# = 'P2'} (SPJ)) \infty S$ [sname]

یا (S[S#] – (SPJ where P# = 'p2') [S#]) ∞ S [sname]

٦- شماره قطعاتی را مشخص کنید که توسط یک تهیه کننده در شهر تهران یا پروژه ای در شهر تهران عرضه می شود :

SPJ ∞ (S Where city = 'تهران')) [P#] ∪ SPJ ∞ (J Where city = 'تهران')) [P#]

$\prod_{P\#}$ (SPJ ∞ (σcity = 'تهران' (S)) ∪ $\prod_{P\#}$ (SPJ ∞ (σcity = 'تهران' J)

مثال ۲ : یک بانک اطلاعاتی در محیط عملیاتی بانک را در نظر بگیرید که دارای جداول زیر می باشد :

شعبه بانک (نام شعبه، شهر شعبه، داراییها)

مشتری (نام مشتری، آدرس)

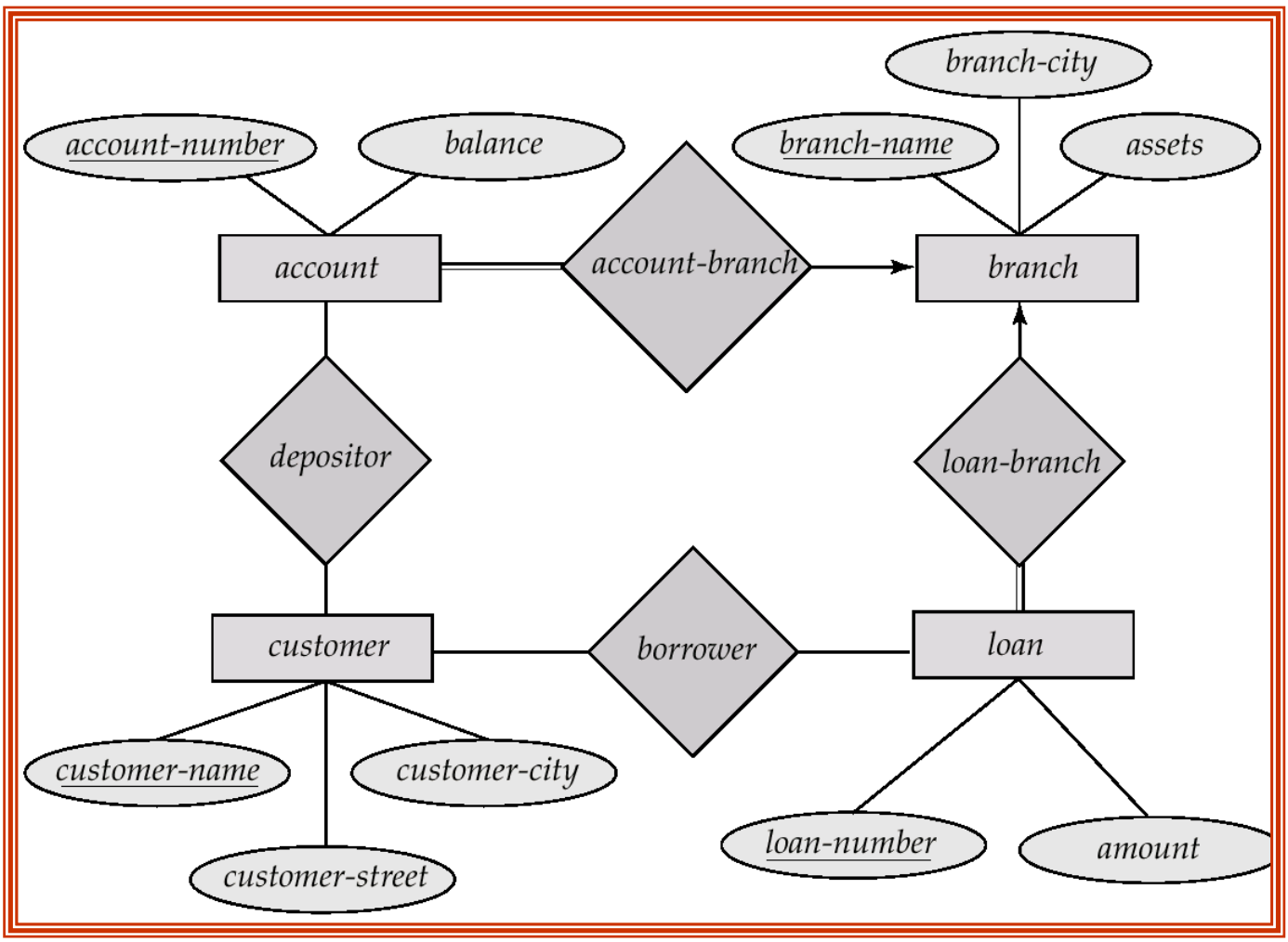
حساب (شماره حساب ، نام شعبه، موجودی)

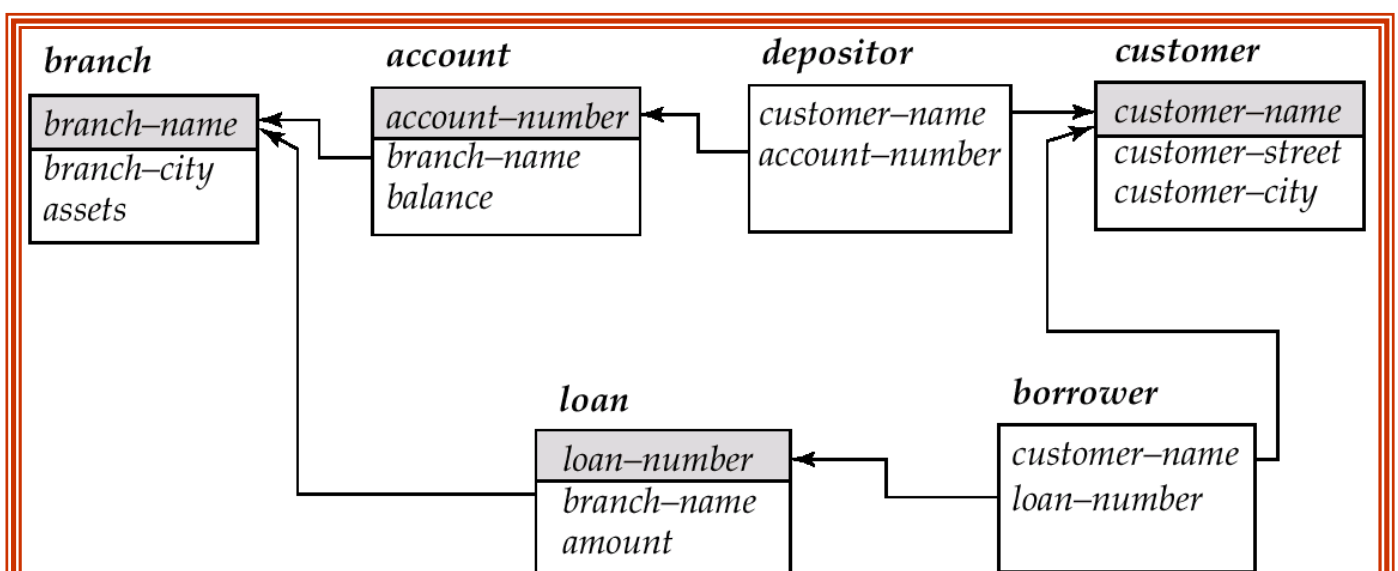
وام (شماره وام، نام شعبه، مقدار وام)

سپرده گذاری (نام مشتری، شماره حساب)

وام گیرنده (نام مشتری، شماره وام)

branch (branch_name , branch_city , assests)
customer (customer_name , customer_street , customer_city)
account (account_number , branch_name , balance)
loan (loan_number , branch_name , amount)
depositor (customer_name , account_number)
borrower (customer_name , loan_number)





queryها :

۱- تمامی وامهای بیش از ۱۰۰۰۰۰ریال را بدهید :

б$_{amount > 100000}$ (loan)

۲- شماره وامهایی را که بیش از ۱۰۰۰۰۰ریال می باشند بدهید :

∏$_{loan\_number}$ (б$_{amount > 100000}$ (loan))

۳- اسامی تمامی مشتریانی که وام گرفته و شماره حساب دارند را بدهید :

∏$_{customer\_name}$ (borrower) ∩ ∏$_{customer\_name}$ (depositor)

٤- اسامی تمام مشتریانی را که در شعبه مرکزی وام گرفته اند بدهید :

∏$_{customer\_name}$ (б$_{branch_name = 'مرکزی'}$ (б$_{borrower.loan_number = loan .loan_number}$ (borrower × loan)))

٥- اسامی تمام مشتریانی که در شعبه نادری وام گرفته اند را بدهید :

Q1: ∏$_{customer\_name}$ (б$_{branch_name = 'نادری'}$(б$_{borrower.loan_number = loan .loan_number}$ (borrower × loan)))

Q2: ∏$_{customer\_name}$ (б$_{loan .loan_number = borrower.loan_number}$ (б$_{branch_name = 'نادری'}$ (loan)) × borrower))

٦- اسامی تمام مشتریانی را که یک حساب در تمام شعبه های شهر قزوین دارند را بدهید :

∏$_{customer\_name , branch\_name}$ (depositor ∞ account) ÷ ∏$_{branch\_name}$ (б$_{branch_city = "قزوین"}$ (branch))

- **نکات مهم جبر رابطه ای :**

۱- جبر رابطه ای زبانی است روشمند یعنی برنامه ساز نه تنها به سیستم می گوید چه می خواهد بلکه نحوه بدست آوردن آنچه را که می خواهد نیز بیان می کند .

۲- معادل است با محاسبات رابطه ای یعنی هرتوانی که مجموعه امکانات محاسباتی دارد جبررابطه ای نیز دارد .

۳- جبر رابطه ای فقط برای بازیابی نیست بلکه می توان در عملیات ذخیره سازی و به هنگام سازی نیز استفاده کرد .

مثال : درج کنید < S7,S n7, ... >

در جبر رابطه ای می توان از عملگر اجتماع برای درج استفاده نمود : r U E ⟵ r , رابطه و E رابطه ثابت و دارای یک تاپلی است . S U {s# = s7, sname =sn7,...}

مثال : حذف کنید < S4,Sn4, ... >

S Minus {s# = s4 }

از عملگر تفریق برای حذف از یک رابطه استفاده می شود . r ⟵ r - E

r رابطه و E رابطه ای با شرایط حذف می باشد .

۵-٦- محاسبات رابطه ای Relational calculus

محاسبات رابطه ای امکان دیگری است برای انجام عملیات روی رابطه ها و کار با بانک رابطه ای محاسبات رابطه ای حالت ناروشمند (غیر رویه ای) دارد یعنی در آن عملیات لازم برای اشتقاق رابطه ای از رابطه های دیگرتصریح نمی شود . به عبارتی تنها آنچه که باید بازیابی شود تشریح می شود و چگونگی بازیابی آنها بیان نمی شود .

محاسبات رابطه ای در دو شاخه بیان می شود :

۱- محاسبات روی تاپل ها Tuple Relational Calculus

۲- محاسبات روی میدان ها Domain Relational calculus

ایده اولیه استفاده از محاسبات رابطه ای نخستین بار توسط Knuth مطرح شد و سپس کاد نحوه استفاده از آن را برای انجام عملیات روی رابطه های بانک رابطه ای بیان کرد . بر اساس کارهای کاد زبان Alpha طراحی شد که البته به مرحله پیاده سازی نرسید . بعدها زبانی بنام Quel برگرفته از Alpha طراحی شد که به نوعی می توان آن را نمونه پیاده سازی Alpha دانست .

یکی از مهمترین جنبه های محاسبات رابطه ای ، مفهوم متغیر طیفی یا متغیر تاپلی است . متغیر تاپلی متغیری است که مقادیرش از یک رابطه برگرفته می شود وبه عبارت دیگر ، طیف مقادیر مجازش ،همان تاپلهای مجموعه بدنه رابطه است . متغیر تاپلی را بایستی تعریف کرد که در زبان Quel بصورت زیر است :

```
Range of SX is S ;
RETRIEVE ( SX.S#) WHERE SX.CITY = `TEHRAN`
```

در اینجا متغیر SX همان متغیر تاپلی است که مقادیرش تاپلهای S هستند .

در محاسبات رابطه ای با متغیر میدانی نیز بجای متغیر تاپلی ، متغیر میدانی وجود دارد و زبانهای متعددی مبتنی بر اینگونه از محاسبات رابطه ای طراحی شده اند که از جمله می توان به زبانهای زیر اشاره کرد .

- ILL
- FQL Formal Query Language
- QBE Query By Example

۵-٦-۱ : محاسبات رابطه ای تاپلی

گرامر زبان مبتنی بر محاسبات رابطه ای را می توان در کتابهای مختلف بانک اطلاعاتی از جمله کتاب DATE مشاهده کرد که خارج از بحث این درس می باشد .در اینجا بطور خلاصه برخی مفاهیم اساسی موجود در محاسبات رابطه ای بیان می شود و سپس به ذکر چند مثال بسنده می کنیم .

۵-٦-۱-۱ : تعریف متغیر تاپلی :

متغیر تاپلی به کمک حکم زیر تعریف می شود :

```
Range of T is x1 ; x2 ; x3 ; ... ; xn
```

که در آن T متغیر تاپلی و X1 و X2 و ... Xn عبارات محاسبات رابطه ای هستند و نمایانگر رابطه هایی مثل R1 , R2 و ... Rn می باشند . بدیهی است اگر درلیست رابطه ها تنها یک رابطه داشته باشیم در اینصورت متغیر تاپلی مقادیرش را از همان رابطه R می گیرد .

مثال : RANGE OF SX IS S

یا RANGEVAR SX RANGES OVER S ;

RANGE OF SPX IS SP ;

یا RANGEVAR SPX RANGES OVER SP ;

۵-۶-۱-۲ : عملگر ها

دو عملگر در محاسبات رابطه ای تعریف شده اند که به آنها سور گویند . که عبارتند از :

- سور وجودی Exist Quantifire به معنای وجود دارد :
- سور همگانی FOR.ALL Quantifire به معنای برای همه :

بـه کمک این دو سور عبارات محاسبات رابطه ای نوشته می شوند و در آن گزاره هایی بر نهاده میشود . حاصل ارزیابی این عبارات ممکن است true و یا false باشد .

یادآوری : فرض $N \in X$

EXISTS X (X>10) ⟶ True
EXISTS X (X<-5) ⟶ False

N1	N2	N3
1	2	3
1	2	4
1	3	4

1) EXISTS T (T(N1)=1) : True
2) FORALL T (T(N1)=1) : True
3)EXISTS T (T(N1)=1 AND T(N3)>5) : False

T متغیر تاپلی روی جدول NumB

- **توجه** : سور همگانی FORALL را می توان به کمک سور وجودی EXISTS بیان نمود .

FORALL X(f) =NOT EXISTS X (NOT f)

۵-۶-۲ : استفاده در حساب محمولات در فرموله کردن پرس و جو ها :

سوال ۱ : شماره تهیه کنندگان ساکن C2 با وضعیت بیشتر از ۲۰ را بیابید .

Sx.s# WHERE sx.city = `c2` AND sx.STATUS > 20

سوال ۲ : شماره جفت تهیه کنندگان ساکن یک شهر را بدهید .

Sx.s# , Sy. s# WHERE sx.city =sy.city AND sx.s# < sy.s#

سوال ۳ : اسامی تهیه کنندگان قطعه p2 را بدهید .

Sx.SNAME WHERE EXISTS Spx (Spx.s# = Sx. s# AND Spx.p# = ` p2`)

سوال٤ : نام تهیه کنندگانی را بدهید که دست کم یک قطعه قرمز را تهیه می کنند .

```
SX.SNAME
 WHERE EXISTS SPX (SX.S# =SPX.S# AND EXISTS PX (PX.P# =SPX.P# AND
                                                PX.COLOR = `RED`))
```

سوال ٥ : نام تهیه کنندگانی را مشخص کنید که حداقل یک قطعه از قطعات عرضه شده توسط تهیه کننده S2 را تامین می کنند .

```
SX.SNAME
WHERE EXISTS Spx ( EXISTS SPY ( SX.S# =SPX.S# AND SPX.P# =SPY.P# AND SPY.S#
                                                =`S2` ))
```

سوال ٦ : اسامی تهیه کنندگانی را بدهید که تمام قطعات را تهیه می کنند .

```
SX.SNAME  WHERE  FORALL  PX (EXISTS SPX (SPX.S# =SX.S# AND SPX.P#
                                                =PX.P# ))
```

جواب پرس و جو بدون FORALL

```
Sx.SNAME  WHERE  NOT EXISTS  PX (NOT EXISTS SPX (SPX.S# = SX.S# AND SPX
                                                .P# = PX.P# ))
```

سوال ٧ : شماره و وزن قطعاتی را تهیه کنید که وزن هر قطعه بر حسب گرم بیشتر از ١٠٠٠ باشد .

```
(px.p# , px.WEIGHT * 454 AS GWMT)
        WHERE (px.WEIGHT * 454> 1000)
```

سوال ٨ : شهر قطعاتی را مشخص کنید که بیش از سه قطعه آبی در آن انبار شده باشد .

```
Px.city
WHERE COUNT (PY WHERE PY.city =px.city AND py.color=`BLUE` )>3
```

- **نکات مهم در خصوص آنالیز رابطه ای :**

١- محاسبات رابطه ای ناروشمند است و تفاوت اصلی اش با جبر رابطه ای همین است .

٢- جبر رابطه ای و محاسبات رابطه ای معادلند .

٣- هر دو اکمال رابطه ای دارند یعنی هر رابطه متصور از رابطه های ممکن قابل اشتقاق به کمک هر یک از این دو امکان می باشد .

٤- زبانهای مبتنی بر محاسبات رابطه ای به دلیل ناروشمند بودن سطحشان بالاتر است .

٥- هر پرس و جو مبتنی بر محاسبات رابطه ای را می توان بفرم $\{ t / p (t) \}$ نیز نمایش داد .

بطوریکه :

- مجموعه ای از تمام تاپلهای t است که شرط p برای آن درست است .
- t یک متغیر تاپلی است و t[A] نشان دهنده مقدار تاپل t روی صفت خا صه A می باشد .
- $t \in r$ به این معناست که تاپل t در رابطه r است .

- pیک فرمول است که شرط محاسبات می باشد .

مثال : مشخصات تهیه کنندگان با وضعیت بیش از ۱۰ را بدهید .

$$S \quad \hat{} \quad t[\,status\,] > 10 \Leqslant \{t / t\}$$

تمرینات این فصل :

۱) دو رابطه A و B را در نظر می گیریم. پیوند این دو رابطه به صورت A JOIN B نوشته می شود. اگر مجموعه عنوان (Heading) این دو رابطه، عنصر مشترک نداشته باشد، عبارت A JOIN B معادل با کدام عبارت جبر رابطه ای است؟ اگر مجموعه عنوان دو رابطه یکسان باشند، چطور؟

۲) Codd واضع تئوری مدل رابطه ای، هشت اپراتور در جبر رابطه ای تعریف کرده است که عبارتند از: اجتماع، تفاضل، ضرب، گزینش، پرتو، اشتراک، پیوند و تقسیم.

اولا عملکرد این اپراتورها را مطالعه کرده و به کمک شکلهای ساده نشان دهید.

ثانیا: پنج اپراتور اول را اپراتورهای ابتدایی یا مبنایی می نامند. اپراتورهای پیوند، اشتراک و تقسیم را بر حسب اپراتورهای مبنایی تعریف کنید. (اپراتور مبنایی یعنی اپراتوری که به کمک اپراتور (های) دیگر قابل تعریف نباشد.)

* با فرض پایگاه تهیه کنندگان و قطعات به صورت زیر، به دو سوال بعد پاسخ دهید:

S(S#, SNAME, STATUS, CITY)

P(P#, PNAME, COLOR, WEIGHT, CITY)

SP(S#, P#, QTY)

SPJ(S#, P#, J#, QTY)

J(J#, JNAME, JCITY)

۳) مقدار عبارت جبری زیر چیست؟

S JOIN SP JOIN P

۴) به کمک اپراتورهای جبر رابطه ای، به پرس و جوهای زیر روی پایگاه S و P و J و SPJ پاسخ دهید:

۱. محموله هایی را بیابید که تعداد آنها بین ۳۰۰ و ۷۵۰ باشد.
۲. لیست سه تاییهای تشکیل شده از شماره تهیه کننده، شماره قطعه و شماره پروژه را بیابید، به نحوی که تهیه کننده، قطعه و پروژه از یک شهر باشند.
۳. شماره قطعاتی را بیابید که توسط تهیه کننده ساکن c2 برای پروژه ای از شهر c2 تهیه شده باشند.
۴. اسامی پروژه هایی را که S1 برای آنها قطعه تهیه کرده است، بیابید.
۵. جدولی ایجاد کنید حاوی شماره قطعاتی که یا توسط تهیه کننده ای ساکن C2 تهیه شده باشد و یا برای پروژه ای از شهر C2.

۵) به کمک اپراتورهای محاسبات رابطه ای، به پرس و جوهای شماره ۱ تا ۴ از سوال ۵ پاسخ دهید.

۶) به کمک اپراتورهای محاسبات رابطه ای، به پرس و جوهای زیر پاسخ دهید:

۱. شماره تهیه کنندگانی را بیابید که وضعیت آنها از وضعیت S1 کوچک تر باشد.

۷) فرض می کنیم که R1 و R2 سازگار از نظر نوع (Type Compatible) باشند. در هر یک از موارد زیر، کلید اصلی را مشخص کنید:

الف) یک گزینش دلخواه از R1

ب) یک پرتو دلخواه از R1

پ) R1 TIME R2

ت) R1 INTERSECT R2

ث) R1 UNION R2

ج) R1 MINUS R2

چ) R1 JOIN R2

ح) R1 DIVIDE R2

۸) اپراتور وراپیوند (پیوند بیرونی یا Outer Join) چیست؟

۹) عملکرد اپراتور ورا اجتماع (Outer Union) چیست؟

۱۰) با استفاده از پایگاه رابطه ای طرح شده در کلاس (شامل STT، COT و STCOT) یک مثال از اپراتور SEMIJOIN و یک مثال از اپراتور SEMIMINUS قید کنید.

* تمرینهای زیر برای مطالعه بیشتر پیشنهاد می شوند:

۱) عبارت R1 SEMIJOIN R2 را به سه عبارت معادل بیان کنید.

۲) رابطه R از درجه n چند پرتو دارد؟

فصل پنجم :

آشنایی با زبان SQL

۵-۱- مقدمه :

SQL یک زبان استاندارد برای کار روی بانک اطلاعاتی رابطه ای است و هر محصول نرم افزاری موجود در بازار از آن پشتیبانی می کند . SQL اولین بار در اوایل دهه ۱۹۶۰ در بخش تحقیقات IBM طراحی شد و برای اولین بار در مقیاس بزرگ روی کامپیوترهای IBM به نام سیستم R پیاده سازی شد و سپس بر روی انواع متعددی از محصولات تجاری در IBM و محصولات دیگر پیاده سازی شد . در این فصل زبان SQL مورد بحث SQL 92 یا SQL 2 است که نام رسمی آن International Standard Database Language SQL (1992) می باشد .

SQL بجای دو اصطلاح رابطه و متغیر رابطه ای از اصطلاح جدول استفاده می کند . S QL تا تبدیل شدن به یک زبان رابطه ای کامل فاصله زیادی دارد . با این همه SQL استاندارد است و تقریبا توسط هر محصول نرم افزاری بانک اطلاعات پشتیبانی می شود و هر فرد حرفه ای نیازمند آن است .

۵-۲- احکام تعریف داده ها (DDL) در SQL

این احکام شامل تعریف جداول ، شاخص ، حذف جداول ، شاخص و تغییرات می باشد .

انواع دامنه ها در SQL به شرح زیر است :

- Char (n) یک رشته کاراکتری با طول ثابت که توسط کاربر n مشخص می شود .
- Varchar (n) رشته های با طول متغیر حداکثر به طول n

  در Oracle نوع Varchar2 برای رشته های با طول متغیر و حداکثر ۲۰۰۰کاراتر تعریف شده است.
- Int اعداد صحیح
- Small int اعداد کوچک
- Numeric (p,d) اعداد اعشاری p حداکثرتعداد رقمها و dتعداد رقم های اعشاری .
- Double , real
- Float(n) اعداد اعشاری با دقت حداقل n رقم .
- Not null می تواند در انتهای تعریف فیلد به کار رود بطوریکه صفت خاصه مورد نظر نمی تواند مقدار null داشته باشد .
- Date تاریخ شامل ٤ رقم برای سال ، ماه و روز :

  مثال : 2001 – 7 – 27
- Time برای نمایش ساعت .

time **‘09 : 00 : 30 ‘**
time **‘09 : 00 : 30 : 75 ‘**

- Timestamp شامل تاریخ و زمان

Timestamp :’ 2001 – 1 – 27 09 : 30: 27 . 75’

- Interval دوره های زمانی

مثال : interval ‘1’ day

مقادیر Interval می توانند به مقادیر date / time / timestamp اضافه شوند .

- امکان استخراج فیلد از داده های تاریخ و زمان وجود دارد .

extract (year from r . time 1)

- امکان تبدیل رشته به تاریخ و زمان نیز وجود دارد .

cast < string – valued expression > as date

- در SQL 92 امکان تعریف **دامنه** نیز وجود دارد که برای اینکار دستور زیر بایستی نوشته شود :

Create domain نام جدید نوع [not null]

create domain *Dollars* **numeric**(12, 2)

★**create domain** *AccountType* **char**(10)
constraint *account-type-test*
check (**value in** (‘Checking’, ‘Saving’))

۵-۲ –۱ : دستورات تعریف جداول

Create table r ($A_1D_1, A_2D_2, ...A_nD_n, ...,$ (integrity – constraint $_k$))

* r نام رابطه است .

* هر Ai نام صفت خاصه در شمای r است .

* Di نوع داده ای در دامنه صفت خاصه Ai است . مثال :

```
Create table branch
( branch – name     char (15)     not null ,
branch –city        char (30) ,
assest              integer )
```

❖ محدودیت های جامعیت در تعریف جداول :

- not null
- Primary key ($A_1,...A_n$)

کلید اصلی انتخاب not null را بطور خودکار برای فیلد در نظر خواهد گرفت .

- Check (P) که P شرط است برای کنترل مقدار فیلدها .

- FOREGIN Key ($A_1 \ldots$) References

مثال:

```
Create        table        branch
 (branch – neme             char (15) ,
Branch – city               char (30) ,
Assests                     Integer ,
Primary key                 ( branch – name ) ,
Check ( assests > = 0 ))
Create table        S
( SNO       char (5) ,
sname       char (20) ,
status      Numeric (5) ,
city        char (15) ,
Primary key ( SNO )) ;
Create table        P
( PNO       char (6) ,
color       char (20) ,
weight      Numeric (5,1) ,
city        char (15) ,
Primary key         ( PNO )) ,
Create table        SP
( SNO       char (5) ,
PNO         char (6) ,
Qty         Numeric (9) ,
Primary key ( SNO , PNO ) ,
Foreign key ( PNO ) References      P ,
Foreign key ( SNO ) References      S ;
```

٦ – ٢ – ٢ : حذف و تغییر جداول D rop and Alter tables

عبارت Drop table تمام اطلاعات یک جدول و خود جدول را از بانک اطلاعاتی حذف می کند و عبارت a lter table برای اضافه کردن و یا حذف صفات خاصه به جدول موجود بکار می رود . با اضافه کردن صفت خاصه جدید تمامی تاپلهای رابطه مقدار null را برای آن صفت خاصه می گیرند . فرم کلی دستور بصورت زیر است :

alter table r add A D

A اسم صفت فاصله جدید و D دامنه آن می باشد .

Alter table r drop A صفت خاصه را از جدول حذف می کند .

- این دستور (در عمل حذف صفت خاصه) توسط بیشتر بانکهای اطلاعاتی پشتیبانی نمی شود .

Alter table r Modify A NewType

- این دستور برای تغییر نوع یک صفت خاصه بکار می رود.

٦ – ٣ : احکام کار با داده ها در SQL

در SQL چهار دستور اساسی برای کار با داده ها وجود دارد :

- SELECT
- UPDATE

- DELETE
- INSERT

٦ – ٣ – ١ : احکام بازیابی داده ها

در SQL تـنها یـک حکـم واحـد برای بازیابی وجود دارد و آن دستور **SELECT** است . شکل کلی این دستور به فرم زیر می باشد :

SELECT $A_1, A_2, ...A_n$
FROM $r_1, r_2, ...r_m$
[where P]
[Group by columns]
[Having P]
[ORDER BY $A_1 ... A_k$

Ai ها صفات خاصه و Ri ها رابطه ها و P شرط است .

در صورت استفاده از سه قسمت اول پرس و جو معادل جبر رابطه ای زیر می باشد :

$$\pi_{A_1, A_2, ...A_n} (\sigma_P^{(r_1 \times r_2, ...r_n)})$$

عـبارت جلـوی دسـتور select معـادل عمـل پـرتو در جبر رابطه ای است و عبارت جلوی where معادل همان تحدید یا گزینش است . برخی نکات مهم این دستور عبارتند از :

- عبارت (*) در جلوی select معادل تمام صفات خاصه رابطه است .
- در SQL ممکـن اسـت نتـیجه پـرس و جو حاوی داده های تکراری باشد لذا برای حذف مقادیر تکراری کلمه distinct را بایستی بعد از select بکار برد .

```
Select    distinct    A1,...
From      ri
```

- در صورت استفاده از کلمه all بعد از select حذف مقادیر تکراری انجام نخواهد گرفت .
- در جلوی select می توان از عبارات ریاضی شامل عملگرهای + و – و × و / نیز استفاده کرد .

```
Select    S# , P# , Qty * 5    from    SP
```

- در جلوی عبارت where شرط بکار می رود که می تواند با and ، or و not نیز ترکیب شود .
- در شرط جلوی where از عبارت between نیز می توان استفاده کرد .

```
Select    *        From     SP
                   Where    Qty    between    2    and    5
```

- اگر چند جدول جلوی عبارت f rom آورده شود به منزله حاصلضرب دکارتی رابطه هاست .
- در SQL امکـان دوبـاره نامـیدن رابطه و یا صفات خاصه با استفاده از عبارت as وجود دارد . قالب کلی دستور بصورت زیر است :

Oldname as new name
و یا Oldname new name

- متغیرهای تاپلی در عبارت بعد از From از طریق کلمه as تعریف می شوند .

```
Select      *
        From      S      as      TS      ,      SP      as      Tsp
            Where          TS.S# = Tsp.S#
```

- عبارت **ORDER BY** به معنی آن است که کاربر می خواهد جواب را بطور منظم روی صفت خاصه مورد نظرش ببیند . در صورتی که در انتها عبارت d esc بیاید ترتیب نزولی و اگر asc بیاید ترتیب صعودی است .

مثال : order by S # desc

- در صورت استفاده از چند جدول در جلوی عبارت from و استفاده از شرط خاص می توان عمل **پیوند** را نیز انجام داد .

مثال : مشخصات تهیه کنندگان و قطعات در یک شهر را بدهید .

```
Select  S . * , P . *    from     S , P
    Where    S . city = P . city
```

- می توان عمل پیوند را با شرطهای اضافی نیز انجام داد .

```
Select     S . * , P . *     from   S , P
    Where     S . city = P . city      AND     S . Status > 10
```

- **نکته :** می توان یک جدول را با خودش نیز ترکیب (پیوند) کرد .

مثال : شماره جفت تهیه کنندگان ساکن یک شهر را بدهید .

```
Select  First . S # , Second . S #
    From          S        First , S          Second
        Where             First . city = Second . city
                          AND   First . S # < Second . S #
```

- در زبان SQL امکان مقایسه رشته ها و تطابق آنها نیز وجود دارد . این امکان توسط دو عملگر ٪ و _ میسر است: علامت درصد ٪ برای تطابق هر زیر رشته بکار می رود و علامت u nderline ـ برای تطابق یک کاراکتر بکار می رود .

```
Select  P# , …
    From   P
    Where Pname  like     " w %"
```

w % یعنی آنهایی که با w آغاز شده اند . و " W ٪" یعنی آنهایی که به w ختم شده اند .

```
Select      *
            From        S
                                    Where     city     like     '% C ---'
```

شهر حداقل چهار حرف داشته باشد و چهارمین حرف از آخر با C آغازشود .

```
SELECT  SNAME FROM S WHERE SNAME LIKE  'C_ _'
```

– اسامی تهیه کنندگانی که دقیقا سه حرف داشته داشته باشند.

- ❑ در صورتی که عدم تطابق بخواهد چک شود می توان به جای L I K E از NOT LIKE استفاده نمود .
- الحاق رشته ها در SQL توسط عملگر || انجام می گیرد .

- عملیات اجتماع و اشتراک و نقیض نیز در SQL وجود دارند . عبارت UNION برای اجتماع و عبارت INTERSECT برای اشتراک و عبارت EXCEPT برای عملگر منها بکار می روند.

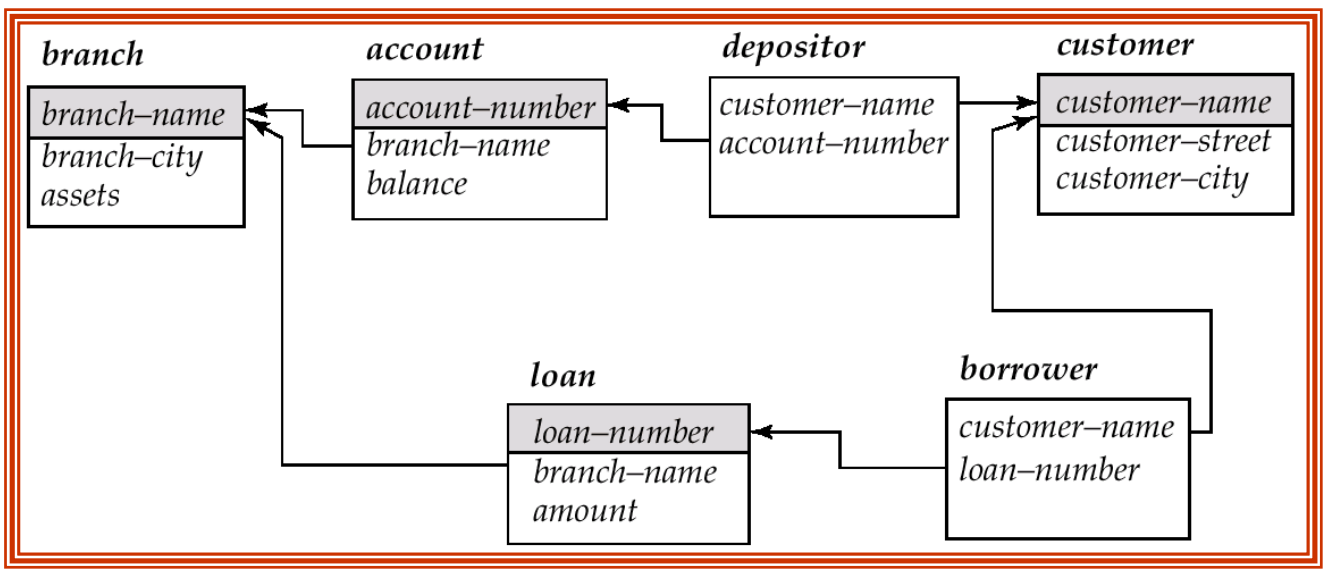
مثال : شماره قطعاتی را مشخص کنید که یا وزن آنها بیش از ۱۶ پوند باشد و یا تهیه کننده S2 آنها را تهیه کرده باشد .

```
SELECT  P.P#
   FROM  P    WHERE     WEIGHT  > 16.0
UNION
   SELECT   SP.P#
      FROM  SP
         WHERE  SP.S# = 'S2'
```

سطرهای تکراری اضافی همیشه از نتیجه یک U NION ، INTERSECT و یا EXCEPT حذف می شوند . اما در SQL نسخه های UNION ALL ، EXCEPT ALL فراهم شده که در آن سطرهای تکراری باقی می مانند .

مثال های اضافی :

شمای به کار رفته در این مثال :



■Find the names of all branches in the *loan* relations, and remove duplicates

select distinct *branch-name*
from *loan*

■To find all loan number for loans made at the Perryridge branch with loan amounts greater than $1200.

select *loan-number*
from *loan*
where *branch-name* = 'Perryridge' **and** *amount* > 1200

■ Find the name, loan number and loan amount of all customers having a loan at the Perryridge branch.

select *customer-name, borrower.loan-number, amount*
from *borrower, loan*
where *borrower.loan-number = loan.loan-number* **and**
branch-name = 'Perryridge'

- Find the name, loan number and loan amount of all customers; rename the column name *loan-number* as *loan-id.*

select *customer-name, borrower.loan-number* **as** *loan-id, amount*
from *borrower, loan*
where *borrower.loan-number = loan.loan-number*

- Find the customer names and their loan numbers for all customers having a loan at some branch.

select *customer-name, T.loan-number, S.amount*
from *borrower* **as** *T, loan* **as** *S*
where *T.loan-number = S.loan-number*

- Find the names of all branches that have greater assets than some branch located in Brooklyn.

select distinct *T.branch-name*
from *branch* **as** *T, branch* **as** *S*
where *T.assets > S.assets* **and** *S.branch-city* = 'Brooklyn'

- Find the names of all customers whose street includes the substring "Main".

select *customer-name*
from *customer*
where *customer-street* **like** '%Main%'

- Match the name "Main%"

like 'Main\%' **escape** '\'

- List in alphabetic order the names of all customers having a loan in Perryridge branch

select distinct *customer-name*
from *borrower, loan*
where *borrower loan-number = loan.loan-number* **and**
branch-name = 'Perryridge'
order by *customer-name*

- Find all customers who have a loan, an account, or both:

(select *customer-name* **from** *depositor*)
union
(select *customer-name* **from** *borrower)*

- Find all customers who have both a loan and an account.

(**select** *customer-name* **from** *depositor*)
intersect
(select *customer-name* **from** *borrower)*

- Find all customers who have an account but no loan.

(**select** *customer-name* **from** *depositor*)
except
(select *customer-name* **from** *borrower)*

- **توابع جمعی SQL**
- در زبان SQL توابع جمعی نیز وجود دارند . این توابع روی لیستی از مقادیر یک ستون یا رابطه عمل کرده و یک مقدار را برمی گردانند . توابع جمعی عبارتند از :
  - A VG برای محاسبه میانگین
  - M AX , MIN مینیمم ، ماکزیمم
  - S UM مجموع مقادیر
  - C OUNT تعداد مقادیر

مثال :

```
select    max( status)
          from   S
```

```
SELECT    COUNT(*)        .        تعداد تهیه کنندگان را می دهد
          FROM   S
SELECT     COUNT ( DISTINCT   P# )
          FROM   SP
```

- عبارت group by در دستور باعث می شود رابطه داده شده بعد از جمله from را برحسب مقادیر ستون داده شده گروه بندی کرده و آنگاه حکم SELECT در این جدول بازآرایی شده اجرا می شود .

مثال : Q_1 : شماره قطعات و کل تعداد تهیه شده از هر قطعه را بدهید .

```
SELECT  P# ، SUM(QTY)
     FORM   SP
       GROUP      BY   P# ;
```

S#	P#	Qty
S_1	P1	103
S_2	P_1	80
S_3	P_1	120
S_1	P_2	200
S_2	P_2	150
S_1	P_3	
⋮	⋮	

P#	Sum(QTY)
P1	300
P2	350
⋮	

نکـته : صفات خاصه در دستورselect خارج از توابع جمعی بایستی در لیست گروه Group by ظاهر شده باشند در غیر این صورت خطا رخ می دهد .

- مثال : شماره قطعاتی را بدهید که توسط بیش از یک تهیه کننده تهیه می شود .

```
Select        P#
        From    sp
                Group by    p#
                 Having    count(*) >1
```

نکـته : Having معـنای مسـتقل ندارد و همیشه با Group by می آید و نقش آن در گروه همانند نقشWhere در سطر می باشد .

■Find the average account balance at the Perryridge branch.

select avg *(balance)*
from *account*
where *branch-name* = 'Perryridge'

■ Find the number of tuples in the *customer* relation.

select count (*)
from *customer*

■ Find the number of depositors in the bank.

select count (distinct *customer-name)*
from *depositor*

■Find the number of depositors for each branch.

select *branch-name,* **count (distinct** *customer-name)*
from *depositor, account*
where *depositor.account-number = account.account-number*
group by *branch-name*

■Find the names of all branches where the average account balance is more than $1,200.

select *branch-name,* **avg** *(balance)*
from *account*
group by *branch-name*
having avg *(balance)* > 1200

- SQL در برخورد با مقدار NULL به عنوان یک عملوند در عمل مقایسه نمی تواند تصمیمی بگیرد .یعنی سطرهای دارای NULL در ستون مورد نظر را در کار دخالت نمی دهد . اما اگر از عبارت IS NULL استفاده شود آنگاه سیستم با مقدار NULL برخورد می کند .

```
Select      S#
        From          sp
         Where      (status  > 15) OR (status    is   NULL )
```

- نتیجه هر عمل ریاضی روی NULL نیز NULL است .

5 + NULL → NULL

- تمام توابع جمعی بجز (*)Count تاپلهای با مقادیر NULL در آن صفت خاصه را نادیده می گیرند .

★E.g. Find all loan number which appear in the *loan* relation with null values for *amount.*

```
select loan-number
from loan
where amount is null
```

- در برخی نسخه های SQL ، توابع دیگری نیز وجود دارندکه از جمله می توان توابع زیر را نام برد :

- SYSDATE , NEXT-DAY , LN, EXP, TAN ,TANH, SIN , SINH, COS, COSH,CEIL,FLOOR,STTDEV,VARIANCE,POWER,MOD,SIGN,CHR,CONCAT,UPPER ,LOWER,LPAD,RPAD,LTRIM,RTRIM,REPLACE,TRANSLATE, lENGTH,TO_CHAR,USER,TO_NUMBER

❑ پرس وجوهای فرعی

پرس و جوهای فرعی یکی از تواناییهای مهم درSQL می باشد . یک پرس و جوی فرعی یک عبارت پرس و جوی Select –from-where است که در داخل یک پرس و جو بکار برده می شود .

مثال : اسامی تهیه کنندگان قطعه P 2 را بدهید .

یک راه برای فرموله کردن این پرس و جو استفاده از مکانیسم پیوند است :

```
Select   Sname
         From    S,Sp
          Where      S.S# = SP.S#
                     AND      SP.P# = 'P2'
```

راه دیگر استفاده از پرس و جوی فرعی است :

```
Select   Sname
         From    S
          Where    S#   IN  (Select  S#
                              From          SP
                                  Where  P# = 'P2')
                                  Sub  Query
```

- سیستم ابتدا پرس و جوی فرعی را اجرا می کند که حاصل یک مجموعه از# S هاست .

مثال : اسامی تهیه کنندگانی را بدهید که اقلا یک قطعه آبی رنگ تهیه می کنند .

در این پرس و جو سه جدول S ،P ، SPدخالت دارند :

```
Select   Sname
         From   S
          Where   S#  IN (Select  S#   from        SP
                                    Where  P#    IN (Select  P#
                                                     From        P
                                                Where    Color = ‘ آبی ‘)
```

- اگر نتیجه پرس و جوی فرعی بیش از یک مقدار باشد از عبارت I N استفاده می شود و اگر قطعا تک مقداری باشد می توان از عملگرد = استفاده نمود .

مثال : شماره تهیه کنندگان هم شهر با S1 را بدهید .

```
Select     S#
    From       S
      Where     city = ( Select   city       from   S
                                  Where      S# = ‘S1’)
```

جواب پرس و جوی فرعی بالا یک مقدار است .

- می توان در پرس و جوهای فرعی از **تابع جمعی** نیز استفاده کرد .

مثال : شماره تهیه کنندگانی را بدهید که مقدار وضعیت آنها از ماکزیمم مقدار وضعیت موجود در S کمتر باشد

```
SELECT     S#
    FROM       S
      WHERE     STATUS < ( SELECT      MAX (STATUS)
                                  FROM       S );
```

- **در SQL می توان از سور وجودی نیز استفاده کرد .**

مثال : اسامی تهیه کنندگان قطعه P 2را بدهید .

```
SELECT     SNAME
    FROM       S
      WHERE     EXISTS ( SELECT     *    FROM   SP
                                WHERE   SP.S# = S.S#   AND SP.P#=’P 2’)
```

- عبارت EXISTS در SQL دارای ارزش درست است اگر وفقط اگر نتیجه ارزیابی (… Select) تهی نباشد.

- **نکات مهم در مورد مثال مطرح شده :**

۱. وجود S در #S.S ضروری ولی SP در #SP.S برای وضوح بیشتر است . وقتی که در یک پرس و جوی درونی از جدولی از پرس و جوی بیرونی ارجاع می دهیم . قید کردن شناسه آن ستون الزامی است .

۲. وجود شرط #SP.S# = S.S به این معنا است که سیستم عمل پیوند را انجام دهد . هر چند ظاهرش همان است و از این دیدگاه استفاده از exists همیشه کاراتر از شبیه سازی عمل پیوند است .

■Find all customers who have both an account and a loan at the bank.

select distinct *customer-name*
from *borrower*
where *customer-name* **in (select** *customer-name*
from depositor)

■ Find all customers who have a loan at the bank but do not have an account at the bank

select distinct *customer-name*
from *borrower*
where *customer-name* **not in (select** *customer-name*
from *depositor)*

■Find all customers who have both an account and a loan at the Perryridge branch**select distinct** *customer-name*

from *borrower, loan*
where *borrower.loan-number* = *loan.loan-number* **and**
branch-name = "Perryridge" **and**
(branch-name, customer-name) **in**
(select *branch-name, customer-name*
from *depositor, account*
where *depositor.account-number* =
account.account-number)

■Find all branches that have greater assets than some branch located in Brooklyn.

select distinct *T.branch-name*
from *branch* **as** *T, branch* **as** *S*
where *T.assets* > *S.assets* **and**
S.branch-city = 'Brooklyn'

■ Same query using > **some** clause

select *branch-name*
from *branch*
where *assets* > **some**
(select *assets*
from *branch*
where *branch-city* = 'Brooklyn')

(= **some**) =**in**
However, (<> **some**) = **not in**

(<> **all**)= **not in**
However, (= **all**) = **in**

■Find the names of all branches that have greater assets than all branches located in Brooklyn.

```
select branch-name
        from branch
        where assets > all
                (select assets
                from branch
                where branch-city = 'Brooklyn')
```

■The **unique** construct tests whether a subquery has any duplicate tuples in its result.

■Find all customers who have at most one account at the Perryridge branch.

```
        select T.customer-name
        from depositor as T
        where unique (      select R.customer-name
                from account, depositor as R
                where T.customer-name = R.customer-name and
                        R.account-number = account.account-number and
                        account.branch-name = 'Perryridge')
```

■Find all customers who have at least two accounts at the Perryridge branch.

```
select distinct T.customer-name
from depositor T
where not unique (
        select R.customer-name
        from account, depositor as R
        where T.customer-name = R.customer-name
and   R.account-number = account.account-number
and
        account.branch-name = 'Perryridge')
```

٦ – ٣ – ٢ : احکام تغییر بانک اطلاعاتی:

٦ – ٣ – ٢ – ١ : احکام حذف داده ها

برای حذف یک یا چند تاپل از جدول می توان از دستور D elete استفاده کرد :

```
DELETE   FROM  R
         WHERE   P
```

مثال : حذف کنید اطلاع<S3,P4,….> را .

```
DELETE   FROM SP
        WHERE   S# = 'S3'     AND    P# = 'P4'
```

در دستورزیر بخاطر قاعده جامعیت بایستی دستور زیر نیز اجرا شود .

```
DELETE   FROM   P
        WHERE   P# = 'P5'
DELETE   FROM SP
        WHERE   P# = 'P5'
```

- دستور زیر برای حذف تمام سطرهای Sp بکار می رود:

```
DELETE   FROM SP
```

٦ – ٣ – ٢ – ٢ : اضافه کردن تاپل و یا تاپلهای جدید یک رابطه (جدول)

با استفاده از دستورINSERT می توان تاپلهایی را به جدول اضافه نمود . فرمت کلی دستور بصورت زیر است :

```
INSERT   INTO  R (A1,A2,….)
  VALUES ( V1,V2,…..)
```

مثال :

```
INSERT   INTO  P
  VALUES        ( 'P8','PN8','BLUE','10','C3'),
```

- مثالی از درج با استفاده از داده های جدول دیگر :

```
INSERT   INTO   ACCOUNT (
  SELECT    LOAN-NUMBER, BRANCH-NAME,200
        FROM    LOAN
          WHERE     BRANCH-NAME = ' نادری ' ;
```

در جمله INSERT دستور ….. FROM SELECT ابتدا قبل از هر درجی ارزیابی شده و سپس نتیجه به رابطه مورد نظر درج می شود .

در غیر این صورت دستور I NSERT INTO TABLE1 SELECT * FROM TABLE1 دچار مشکل می شود .

٥– ٣ – ٢ – ٣ : حکم تغییر رکورد

شکل کلی این حکم بصورت زیر است . در این صورت تمام رکوردهای جدول که حائز شرط داده شده باشند با توجه به مقدار داده شده در S et تغییر داده می شوند .

```
UPDATE    TABLE
 SET        FIELD = عبارت
[ WHERE  PERDICATE ]
```

مثال :

١. رنگ قطعه P2 را به زرد تغییر داده و به وزن آن ٥ واحد بیفزائید .

```
UPDATE    P
```

```
SET       COLOR = 'زرد',
WEIGHT  = WEIGHT + 5
    WHERE     P# = 'P2'
```

۲. وزن قطعات دارای وزنی با مقدار ۱۰ گرم یا بیشتر را ۵ واحد اضافه کنید و قطعات کمتر از ۱۰ گرم را ۳ واحد اضافه کنید .

```
UPDATE    P
 SET            WEIGHT  = WEIGHT + 5
   WHERE          WEIGHT  =10
UPDATE    P
 SET            WEIGHT  = WEIGHT + 3
   WHERE          WEIGHT  <  10
```

- ترتیب جملات بالا مهم است .
- می توان با استفاده از جمله CASE بطور ساده تر پرس و جو را نوشت :

```
UPDATE    P
 SET            WEIGHT  =  CASE
                             WHEN     WEIGHT >= 10     THEN
                                        WEIGHT + 5
                             ELSE     WEIGHT + 3
                        END
```

■Provide as a gift for all loan customers of the Perryridge branch, a $200 savings account. Let the loan number serve as the account number for the new savings account

```
        insert into account
    select loan-number, branch-name,  200
    from loan
    where branch-name = 'Perryridge'
insert into depositor
    select customer-name, loan-number
    from loan, borrower
    where branch-name = 'Perryridge'
          and loan.account-number = borrower.account-number
```

■Increase all accounts with balances over $10,000 by 6%, all other accounts receive 5%.

★Write two **update** statements:

```
update account
set balance = balance * 1.06
where balance > 10000
update account
set balance = balance * 1.05
where balance £ 10000
```

★The order is important

★Can be done better using the **case** statement (next slide)

■Same query as before: Increase all accounts with balances over $10,000 by 6%, all other accounts receive 5%.

```
update account
set balance = case
                when balance <= 10000 then balance *1.05
                else   balance * 1.06
              end
```

٦ – ٤: SQL و سطح خارجی

می دانیم دید ،عبارتی نامدار از جبر رابطه ای است . در S QL برای تعریف دید از دستور زیر استفاده می شود .

CREATE VIEW VIEW_NAME [(COLUMN[,COLUMN, ….]….).]
AS SUB QUERY

تمام قدرت دستور Select در خدمت view است و در واقع مکانیزم اشتقاق view یک پرس و جو است که از طریق Select داده می شود . پرس و جوی مربوطه در زمان تعریف view اجرا نمی شود بلکه فقط به عنوان تعریف با شمای خارجی در کاتالوگ نگهداری می شود تا هرگاه لازم باشد سیستم به آن مراجعه کند .

مثال :

```
CREATE    VIEW    PARTS (P#,PNAME,WT,CITY)
      AS      SELECT        P#,PNAME, WEIGHT,CITY
                FROM  P
              WHERE     COLOR = 'RED'
```

با حکم بالا یک دید بنام Parts تعریف می شود .

■A view consisting of branches and their customers

```
create view all-customer as
  (select branch-name, customer-name
   from depositor, account
   where depositor.account-number = account.account-number)    union
```

(**select** *branch-name, customer-name*
from *borrower, loan*
where *borrower.loan-number = loan.loan-number)*

٦ – ٤ – ١ : عملیات در دید

الف) بازیابی :

عمـل بازیابـی از نظـر تـئوری مشکلی ندارد هر چند در بعضی سیستم ها محدودیت هایی در این زمینه وجود دارد چون view ماهیتا جدول است . لذا همان حکم Select نیز برای آن عمل می کند .

مثال :

```
SELECT      *      FROM      PARTS
    WHERE   P# = 'P2'
```

بـرای اجـرای حکـم بـالا بایسـتی سیستم آن را به حکمی در سطح ادراکی تبدیل کند و برای این منظور شرط یا شرایط داده شده در تعریف دید را با شرط در حکم بازیابی ترکیب می کند .

مثال :

```
SELECT      *
   FROM     PARTS
```

دید کاربر را به عینیت درمی آورد .

چـون VIEW خـود یـک جـدول اسـت و لـذا مـی توان روی آن VIEW تعریف کرد و بدین ترتیب سطوح دیگری از انتزاع را ایجاد کرد .

■ Find all customers of the Perryridge branch

select *customer-name*
from *all-customer*
where *branch-name* = 'Perryridge'

■Find the average account balance of those branches where the average account balance is greater than $1200.

select *branch-name, avg-balance*
from (select *branch-name,* **avg** *(balance)*
from *account*
group by *branch-name)*
as *result (branch-name, avg-balance)*
where *avg-balance* > 1200

❑ در برخـی سیسـتم هـا در عمل بازیابی از VIEW محدودیت هایی وجود دارد که از جمله می توان مشکل **تابع جمعی** را مطرح کرد .

```
CREATE      VIEW    PQ
```

```
AS   SELECT    SP.P#,    SUM(SP.QTY)   AS   TOTALQTY
        FROM      SP
      GROUP   BY    SP.P#
```

دستور زیر غیرمجاز است .

```
SELECT       AVG(PQ. TOTALQTY)      AS  PT
    FROM      PQ
```

ب) عملیات ذخیره سازی در VIEW : (بروز درآوری دیدها)

تمام دیدهای قابل تعریف در SQL قابل به هنگام سازی نیستند . به بیان دیگر دیدهایی وجود دارند که نمی توان از طریق آنها عمل درج ، تغییر و حذف را انجام داد . دیدها را معمولا به دو دسته تقسیم می کنند .

۱. دیدهای فاقد مشکل در عملیات به هنگام سازی (پذیرا)

۲. دیدهای دارای مشکل (ناپذیرا)

آنچه که در سیستم های موجود به عنوان به هنگام سازی دیدها انجام می شود در بعضی موارد از نظر منطقی قابل دفاع نیست و یا برعکس از نظر منطقی شدنی است ولی سیستم های موجود انجام نمی دهند . یکی از ایرادهایی که به سیستم های رابطه ای می گیرند نیز بحث به هنگام سازی دید است .

- **نظر چمبرلن در سیستمR :**

دیدی قابل به هنگام سازی است اگر روی یک جدول مبنا تعریف شده باشد و هر سطر دید متناظر با سطر شخصی از جدول مبنا باشد و هر ستون دید نیز متناظر با ستون مشخص و نامداری از جدول مبنا باشد .

مثال (۱) :

```
CREATE      VIEW      SUPC2
      AS   SELECT    S#,SNAME
             FROM      S
             WHERE          CITY = 'C2'
```

فرض کنیم دستور را داشته باشیم :

```
UPDATE          SUPC2
    Set     Sname = '****'
          Where       S# = 'S2'
```

این دستور بایستی به دستوری در سطح ادراکی نگاشته شود .

```
UPDATE          S
    SET     SNAME = '****'
          WHERE       S# = 'S2'
             AND        CITY = 'C2'
```

در صورتی که بخواهیم سطری به دید درج کنیم :

```
INSERT      INTO          SUPC2
  VALUES(S12,SN12)
```

کمترین مشکل آن است که در دو ستون city،status پدیده هیچمقدار بروز می کند . صرفنظر از اینکه وجود این پدیده مطلوب نیست ، بروز آن می تواند یکی از قواعد جامعیت پایگاه را خدشه دار کند .

```
INSERT    INTO      S
  VALUES     <S12,SN12,….,…..>
```

در خصوص دیدهای تک جدولی چمبرلینی می توان گفت که غیر از پدیده هیچمقدار مشکلی ندارد .

مثال (۲) :

```
CREATE     VIEW     V1
      AS   SELECT   ( S#,STATUS)
           FROM     S;

CREATE     VIEW     V2
      AS   SELECT   STATUS,CITY
           FROM     S;
```

- هردو دید بالا روی یک جدول تعریف شده اند و هر دو دید ماهیتا حاصل عمل پرتو روی جدول S می باشند . دید V1 قابل به هنگام سازی است (غیر از مسأله NULL VALUE در عمل درج) و دید V2 قابل به هنگام سازی نیست
- دید V1 موسوم به دید حافظ کلید است در حالیکه دید V2 حافظ کلید اصلی نیست . دید چمبرلینی همان دید حافظ کلید است و چون در سالهای 79-78 مفهوم کلید اصلی تعریف نشده بود لذا وی آن را مطرح نکرد .

مثال (۳) : دید آماری :

```
Create     view     V3(Pnum,SumQ)
      AS   Select   P#,sum(QTY)
           From     SP
                Group    by   P#;
```

این دید حاوی یک فیلد مجازی است (به عینیت درآوردن غیر مستقیم) : umQ S یک فیلد مجازی است و به عینه روی جدول فیلد متناظر ندارد و لذا هیچ گونه عملی روی این ستون نمی توان انجام داد .

```
INSERT     INTO    V3 (Pnum,SumQ)
       Values < P11 , 111>
```

مقداری است برای sum(Qty) و نه برای Qty . لذا عمل درج امکان پذیر نیست .

- **به هنگام سازی دیدهای حاصل عمل پیوند(ترکیب) :**

طبق نظر چمبرلین این دیدها قابل به هنگام سازی نیستند اما این نظر رد شده است . فرض می کنیم بجای رابطه S داشته باشیم :

SX(S#,Sname,city)
SY(S#,Status)

و S# در هر دو رابطهSY,SX کلید است .

$$\mathbf{SX} \infty \mathbf{SY} = \mathbf{S}$$

اگر دیدی داشته باشیم بفرم مقابل :

```
CREATE     VIEW     S
      AS   SELECT   SX.S#,SNAME,STATUS,CITY
           FROM     SX,SY
```

WHERE SX.S# = SY.S#

در دید بالا یک پیوند داریم و پیوند از نوع P_K -P_K است . (صفت خاصه دخیل در پیوند در هر دو رابطه کلید اصلی است) دیدهای حاصل چنین پیوندهایی مشکلی در عملیات به هنگام سازی ندارند . وجود پیوندهای P_k ـ P_k سبب شده است که تناظر یک بیک بین سطرهاو ستونهای جداول مبنای زیرین وجود داشته باشد .

```
Insert    Into      S (S#,Sname,Status,city)
  Values    (S9,Sn9,20,C9)
```

```
Insert    Into      SX (S#,Sname,city)
  Values    (S9,Sn9,C9)
Insert    Into      SY (S#, Status)
  Values    (S9,20)
```

- **دیدهای ناپذیرا :**

اگر این اصل پذیرفته شود که عملیات تاپلی در پایگاه داده رابطه ای از طریق کلید اصلی و یا یکی از کلید های کاندید انجام گردد ، در اینصورت دید تعریف شده روی یک رابطه که فاقد کلید کاندید(اصلی) رابطه مبنا باشد ، عملیات ذخیره سازی را نمی پذیرد لذا دو حالت زیر را غیر پذیرا در نظر میگیریم :

الف) دید پرتوی فاقد کلید :

ب) حاصل عمل پیوند(ترکیب) FK-FK:

این نوع دید ، اگر عوارض جانبی عملیات ذخیره سازی زا بپذیریم ،پذیرای عملیات ذخیره سازی است ولی چون این عوارض قابل توجه هستند ،لذا آنرا جزء دیدهای غیر پذیرا منظور میکنند.

- **در SQL/92 به هنگام سازی دیدها از قوانین زیر پیروی می کنند :**

۱. عبارت جدولی که حوزه دید را تعیین می کند نباید شامل کلمات U NION و JOIN باشد .
۲. قسمت SELECT عبارت انتخاب مستقیما شامل DISTINCT نباشد .
۳. قسمت FROM دقیقا شامل یک جدول ارجاع باشد .
٤. عبارت SELECT نباید حاوی GROUP و HAVING باشد .

نکات مهم :

۱. قابلیت به هنگام سازی درview به گونه ای است که یا هر سه عمل INSERT و UPDATE و DELETE می توانند بر روی یک دید اعمال شوند و یا هیچ کدام را نمی توان اعمال کرد .
۲. درview این امکان وجود ندارد که بعضی ستونها را به هنگام سازی کرد و برخی ستونها را در داخل همان دید به هنگام سازی نکرد .

مثال (۳) : فرض کنید دید V5بصورت زیر تعریف شده باشد :

```
CREATE      VIEW      V5
       AS   Select    S#,Status,city
                From      S
```

```
        Where   Status > 15
    With      check   option;
```

S

S#	Status
S1	16
S2	10
S3	17
S4	15

V5

S#	Status
S1	16
S3	17

تهیه کنند S2 یا S4 در این دید وجود ندارد . آیا کاربر حق دارد عمل زیر را انجام دهد ؟

```
Insert     Into        V5
  Values      (S2,18)
```

در ایـن صـورت بایسـتی جلوی عمل درج را بگیرد زیرا باعث تکرار در کلید می شود . و نیز آیا کاربر حق دارد دستور مقابل را وارد کند ؟

```
update        V5
    Set    Status = 10
          Where      S# = 'S3'
```

در چنـین مـواردی در بعضـی سیسـتم هـا گـزینهWith check option را قـرار مـی دهـند . به این معنی که اگر عملـیات درج و بـه هـنگام سازی جامعیت اعمال شده توسط عبارت تعریف کننده دید را نقض کنند آنگاه این عملیات روی دید رد می شوند .

۵-۵- امکانات امنیتی SQL:

مـی دانیم امنیت به معنی حفاظت داده ها در قبال کاربران غیر مجاز میباشد. جنبه های مختلفی درباره امنیت مطرح است که از جمله می توان موارد زیر را نام برد :

- جنبه های قانونی و اجتماعی
- کنترل های فیزیکی
- مسائل عملیاتی
- کنترل های سخت افزای
- پشتیبانی سیستم عامل

آنچـه در ایـن بحث حائز اهمیت است امکانات امنیتی کنترل داده ها درون بانک اطلاعاتی است که برخی از آنها با دستورات SQL تعریف می شوند. از جمله این امکانات می توان تعریف کاربران ، قوانین و امتیازات را نام برد .

- کاربر :

کاربر نامی است که با استفاده از آن میتوان وارد پایگاه داده شد. برای تعریف کاربر دستورات زیر بکار می روند:

```
CREATE USER user
IDENTIFIED {BY password | EXTERNALLY}
[DEFAULT TABLESPACE tablespace]
[TEMPORARY TABLESPACE tablespace]
```

[QUOTA {integer [K|M] | UNLIMITED} ON tablespace]
[PROFILE profile]

ALTER USER user
[IDENTIFIED {BY password | EXTERNALLY}]
[DEFAULT TABLESPACE tablespace]
[TEMPORARY TABLESPACE tablespace]
[QUOTA {integer [K|M] | UNLIMITED} ON tablespace]
[PROFILE profile]
[DEFAULT ROLE { role [, role] ...
| ALL [EXCEPT role [, role] ...] | NONE}]

❑ امتیاز ها

امتیاز ،اجازه انجام یک عمل روی پایگاه داده هاست . برای اعطاء امتیاز از دستور GRANT و برای لغو آن از دستور REVOKE استفاده می شود.

■The grant statement is used to confer authorization
grant <privilege list>
on <relation name or view name> to <user list>

■<user list> is:

★a user-id
★*public*, which allows all valid users the privilege granted
★A role (more on this later)

■Granting a privilege on a view does not imply granting any privileges on the underlying relations.

■The grantor of the privilege must already hold the privilege on the specified item (or be the database administrator).

■**select:** allows read access to relation,or the ability to query using the view

★Example: grant users U_1, U_2, and U_3 **select** authorization on the *branch* relation:

grant select on *branch* **to** U_1, U_2, U_3

■**insert**: the ability to insert tuples
■**update**: the ability to update using the SQL update statement
■**delete**: the ability to delete tuples.
■**references**: ability to declare foreign keys when creating relations.
■**usage**: In SQL-92; authorizes a user to use a specified domain

■**all privileges**: used as a short form for all the allowable privileges
■

■Roles permit common privileges for a class of users can be specified just once by creating a corresponding “role”

■Privileges can be granted to or revoked from roles, just like user

■Roles can be assigned to users, and even to other roles

■SQL:1999 supports roles
create role *teller*
create role *manager* **grant select on** *branch* **to** *teller*
grant update (*balance***) on** *account* **to** *teller*
grant all privileges on *account* **to** *manager*

grant *teller* **to** *manager*

grant *teller* **to** *alice, bob*
grant *manager* **to** *avi*

دستور لغو مجوز :

■The **revoke** statement is used to revoke authorization.
revoke<privilege list>
on <relation name or view name> **from** <user list> [**restrict**|**cascade**]

■Example:
revoke select on *branch* **from** *U1, U2, U3* **cascade**

■Revocation of a privilege from a user may cause other users also to lose that privilege; referred to as cascading of the **revoke**.

■We can prevent cascading by specifying **restrict**:
revoke select on *branch* **from** *U1, U2, U3* **restrict** With **restrict**, the **revoke** command fails if cascading revokes are required.

برای مطالعه بیشتر می توان به آدرس http://members.tripod.com/er4ebus/sql/ch12.htm مراجعه نمود.

۵-٦-تعریف تراکنش

تـراکنش واحـد بـرنامه نویسـی اسـت کـه شـامل یکسـری عملـیات مرتبط برای دسترسی و تغییر اطلاعات یک بانک اطلاعاتـی کـه در جهـان واقعـی در حکـم یـک عمـل واحد تلقی می شوند. معمولا" دستورات تراکنش با دستورشروع تـراکنش (begin transaction) آغاز و با یک عمل commit ویا undo پایان می پذیرد. در خصوص تراکنش چند نکته وجود دارد :

- طراحی صحیح correctness

بـرنامه نـویس بایـد عملـیات اجرایـی یـک تـراکنش را بصـورت واحـد یکـپارچه طراحـی کـند و ایـن بـه خـود dbmsربطی ندارد.

- خواندن اطلاعات

هر مورد اطلاعاتی مورد نیاز تراکنش باید فقط یکبار خوانده شود . بعبارت دیگر در داخل یک تراکنش یک رکورد دوبار خوانده نشود.

- نوشتن اطلاعات:

هر مورد اطلاعاتی مورد عمل در تراکنش در صورت تغییر فقط یکبار نوشته شود.

۵-٦-۱- ویژگیهای تراکنش

برای تراکنش ها چهار ویژگی نیز ذکر کرده اند که می توان آنها را بصورت زیر نام برد:

الف : ویژگی اتمی بودن Atomicity

تراکنش ها ،ساده و غیر قابل تجزیه هستند بعبارتی کلیه عملیات هر تراکنش یا تماما" اجرا می شوند و یا هیچکدام اجرا نمی گردند.

ب: ویژگی سازگاری consistency

تراکنش ها سازگاری پایگاه داده را حفظ می کنند. بعبارت دیگر تراکنش پایگاه داده را از یک حالت سازگار به حالت سازگار دیگری تبدیل می کند.

ج :ویژگی جداسازی Isolation

تراکنش ها از یکدیگر مجزا هستند یعنی اثر مخرب روی یکدیگر ندارند.

د: ویژگی های پایداریDurability

پس از آنکه تراکنش پذیرفته شد اثر آن را در بانک باقی می ماند حتی اگر سیستم اندکی بعد از کار بیفتد.

۵-٦-۲- مثال از تراکنش

فرض کنیم می خواهیم مبلغ ۵۰۰۰۰ ریال از حساب A به حساب B منتقل کنیم داریم :

1.read (A)
2.A:=A-50000
3.write(A)

4.read(B)
5.B:=B+50000
6.write(B)

در اینصورت با توجه به خواص تراکنش ها داریم :

الف) خاصیت سازگاری

مجموع مقادیر A و B پس از اجرای تراکنش تغییر نمی کند.

ب)خاصیت اتمی بودن:

اگـر تراکنش پس از مرحله ۳ و قبل از مرحله ٦ متوقف گردد ، سیستم تضمین می کند که تغییرات در بانک ثبت نگردند.

ج)پایداری:

پس از آنکه اجرای تراکنش مورد تایید قرار گرفت و تراکنش کامل گردید ، این تغییرات در بانک پایدار خواهد بود.

د)جداسازی:

اگـر بـین مـراحل ۳و٦ یـک تراکنش دیگر اجازه دستیابی به تغییرات در بانک را داشته باشد باعث ناسازگاری در بانک خواهد گردید(مجموع A+Bکمتر از مقدار اصلی خواهد شد) لذا نبایستی امکان اجازه تراکنش های دیگر برای به هنگام سازی پایگاه را بوجود آورد.

٥-٦-۳-حالتهای اجرای تراکنش

الف: ناقص Aborted

در این حالت در حین اجرای تراکنش اشکالی پیش آمده است که منجر به توقف اجرای آن شده است و لذا تراکنش نیمه تمام رها می شود.

ب: برگشت Rolled back

در صـورت بـروز اشکال در اجرای یک تراکنش ، برای حفظ یکپارچگی اطلاعات ، اثرات احتمالی بخشی از تراکنش که اجرا شده روی بانک اطلاعاتی باید خنثی شود. به این حالت برگشت گفته می شود .مسئولیت این امر بعهده dbms است.

ج: پذیرش شده Commited

حالتی است که عملیات تراکنش بطورکامل موفقیت آمیز انجام شده و اثر آن نیز ثبت شده است پس از اجرای تراکنش خنثی کردن تغییرات احتمالی تراکنش روی بانک غیر ممکن است.

در بیشتر سیستمها ی پایگاه داده ، هر دستور SQL که اجرای موفقی داشته باشد ، بطور خودکار پذیرفته می شود.

در SQL:1999 برای نوشتن به فرم تراکنش از دستور زیر استفاده میشود.

```
begin atomic
  …
end
```

فصل ششم:

نرمالتر سازی رابطه ها

٦-١ مقدمه :

ایـده اصـلی نرمالتـر سازی رابطه ها بر مبنای رفع آنومالی های رابطه ها ست. می دانیم اصطلاح آنومالی یعنی بروز وضـعیت نامطلـوب در انجـام عمـل کـه می تواند ناممکن بودن انجام یک عمل و یا بروز تبعات نامطلوب در انجام یک عمـل و یـا بـروز دشـواری (فـزونکاری) در عملـیات باشـد. برای رفع آنومالی ها باید رابطه ها نرمالتر شوند. بعنوان مثال رابطه ی مانند SPC را زیر در نظر می گیریم:

اهداف نرمال سازی :

۱-کاهش برخی از آنومالی ها

۲- کاهش افزونگی

۳- تامین طرح بهتر برای پایگاه داده قابل درک تر

٤- اعمال برخی قواعد جامعیتی ناشی از وابستگی تابعی

S#	P#	QTY	CITY
c_2	100	p_1	s_1
c_2	200	p_2	s_1
c_2	150	p_3	s_1
c_3	100	p_1	s_2
c_3	80	p_2	s_2
c_3	90	p_1	s_3

ایـن رابطـه عناصـرش اتمـیک (سـاده) مـی باشـند کـه بـه آن رابطه نرمال INF نیز می گویند. اما این رابطه در عملیات آنومالی دارد:

۱- در عمل درج: درج کن اطلاع $\langle sv, cv \rangle$ Sv ساکن cv است .

این درج ناممکن است تا وقتیکه ندانیم چه قطعه ای را تهیه کرده است.

۲- در عمل به هنگام سازی:

شـهر s_1 را عوض کنید. عمل منطقاً تاپلی به عملی مجموعه ای تبدیل می شوند. و به نوعی به هنگام سازی منتشر شونده داریم.

۳- در عمل حذف :

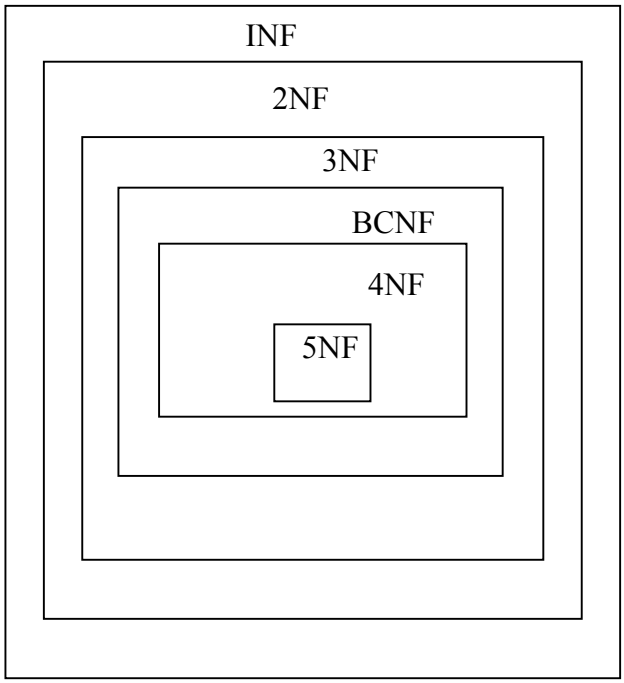
با حذف اطلاع $\langle s_3, p_1, 90 \rangle$ اطلاع ناخواسته از بین می رود (s_3 ساکن شهر c_3 است).

- رابطـه spc خـوش سـاختار نیسـت روش هـای نرمالتر سازی بعنوان یک ابزار طراحی به طراح می گوید در یک محـیط عملیاتی مشخص چه رابطه هایی داشته باشد، در هر رابطه چه صفات خاصه ای تا رفتار DBMS در عملیات

روی پایگاه با کمترین آنومالی همراه باشد . در مثال فوق دلیل بروز آنومالیهای رابطه SPC پدیده ای است بنام اختلاط اطلاعاتی یعنی اطلاعات در مورد دو پدیده (موجودیت) بطور غیر لازم در یکدیگر مخلوط شده اند بعبارتی اطلاع در مورد تهیه کننده و شهرش با اطلاع قطعه مخلوط شده است.

٦-٢- شکل های نرمال (سطوح مختلف نرمال)

سطوح مختلف نرمال را می توان بصورت زیر بیان نمود:



INF –

2NF–

3NF–

BCNF–

4NF–

5NP–

DK/NF–

شکل مقابل سطوح مختلف نرمال را نشان می دهد.

قبل از بررسی سطوح نرمال برخی مفاهیم مورد نیاز را توضیح می دهیم:

٦-٣- وابستگی تابعی (functional dependency)

گوئیم صفت خاصه R.Y با R . X وابستگی تابعی دارد اگر بازای هر مقدار متمایز X فقط یک مقدار Y متناظر باشد در اینصورت می گوئیم Y با X وابستگی دارد و به X دترمینان و به Y وابسته نیز گویند. و بصورت $x \rightarrow y$ نشان می دهیم

مثال مقدماتی : فرض کنید رابطه مقابل را داریم

X	Y	Z
X_1	Y_1	Z_1
X_1	Y_2	Z_1
X_1	Y_3	Z_1
X_2	Y_1	Z_2
X_2	Y_2	Z_2

در اینصورت داریم:

$$X \rightarrow Z$$
$$Z \rightarrow X$$
$$X \not\rightarrow Y$$

د ر تعریف وابستگی بایستی به دو نکته توجه داشت:

۱- وابستگی تابعی باید برای تمام رابطه ها درست باشد یعنی از مفهوم و معنی آن صفات سرچشمه بگیرد نه از موارد خاص در یک یا چند رابطه . بعنوان مثال در جدول زیر وابستگی های زیادی دیده می شود که در واقع صحیح نیست.

کلاس	ترم	درس	استاد
۱۰۶	۷۹۱	اسمبلی	حمیدی
۱۰۵	۷۹۲	مبانی کامپیوتر	شریفی
۱۰٤	۷۹۳	مدار الکتریکی	رحیمی
۳۰۱	۸۰۱	مدار منطقی	زینالی

استاد → کلاس

کلاس → درس

استاد → درس

درس → استاد

۲- وابستگی تابعی برای تعریف محدویتهای پایگاه داده نیز بکار می رود. یک وابستگی تابعی ممکن است برای یک پایگاه داده درست و در پایگاه داده دیگر غلط باشد لذا طراح پایگاه داده می تواند قواعد بانک اطلاعات خود را با وابستگی تابعی نیز بیان نماید.

وابستگی های تابعی زیر را می توان برای رابطه SPC در نظر گرفت.

(s# ,p#) → Qty
(s# ,p#) → city
(s#) → city
(s# ,p#) → s#
(s# ,p#) → (city ,Qty)

٦-۳-۱-مفهوم وابستگی تابعی کامل (FFD)

صفت خاصه y از رابطه R با صفت خاصه x از آن FD کامل دارد هر گاه y با x ، FD داشته باشد اما با هیچکدام از اجزا تشکیل دهنده آن FD نداشته باشد و آن را بصورت R.X ⇒ R.Y نشان می دهیم بعنوان مثال در رابطه SPC داریم : $(S \neq, P \neq) \rightarrow Qty$ و پس $(s \neq, p \neq) \Rightarrow Qty$

$$s \neq\rightarrow Qty$$

$$p \neq\rightarrow Qty$$

- اگر برای تمام صفات خاصه y در R داشته باشیم x → y در اینصورت x را ابر کلید R می نامند و بصورت R → x نمایش می دهند . اگر این وابستگی از نوع FFD باشد آنگاه X کلید کاندید R است .

٦-۳-۲-تعریف وابستگی تابعی بدیهی:

اگر Y زیر مجموعه ای از X باشد آنگاه x → y این وابستگی تابعی را بدیهی (trival) می نامیم . بعبارت دیگر یک وابستگی تابعی را بدیهی گویند اگر و فقط اگر سمت راست آن زیر مجموعه ای از سمت چپ باشد.

- ممکن است بعضی از وابستگی های تابعی را از وابستگی های تابعی دیگر نتیجه گرفت بعنوان مثال از وابستگی تابعی $(s \neq, p \neq) \rightarrow (city, Qty)$ می توان دو وابستگی $(s \neq, p \neq) \rightarrow Qty, (s \neq, p \neq) \rightarrow city$ را نتیجه گرفت.
- مجموعه تمام وابستگی های تابعی که توسط مجموعه معینی از وابستگی تابعی بدست می آیند را بستار رابطه گویند. بعبارت دیگر اگر F مجموعه ای از FD های رابطه F باشد، مجموعه تمام FD هایی که F قابل استنتاج هستند را بستار (پوششی) (CLOSURE) مجموعه F گویند و با F^+ نمایش می دهند، اولین تلاش در جهت حل این مسأله در مقاله ای که توسط آرمسترانگ منتشر شد، صورت گرفت که مجموعه ای از قوانین استنتاج که بعنوان اصول آرمسترانگ نامیده می شدند را ارائه داد که به کمک آن می توان وابستگی های تابعی جدیدی را از وابستگی های تابعی موجود استنتاج کرد.

٦-٣-٣- اصول آرمسترانگ

١- قاعده انعکاسی (Reflexivity) :

اگر B زیر مجموعه ای از A باشد در اینصورت $A \rightarrow B$

٢- قاعده افزایش (augmentation) اگر $A \rightarrow B$ در اینصورت $(A,C) \rightarrow (B,C)$

٣- قاعده تعدی (transitivity) : اگر $A \rightarrow B$ و $B \rightarrow C$ در اینصورت $A \rightarrow C$

٤- قاعده تجزیه پذیری (decomposition) : اگر $A \rightarrow (B,C)$ در اینصورت $A \rightarrow C, A \rightarrow B$

٥- قاعده اجتماع (union) : اگر $A \rightarrow B$ و $A \rightarrow C$ در اینصورت $A \rightarrow (B,C)$

٦- قاعده شبه تعدی (psoudo transitivity) : اگر $A \rightarrow B$ و $(C,B) \rightarrow D$ در اینصورت $(A,C) \rightarrow D$

٦- قاعده ترکیب: اگر $A \rightarrow B$ و $C \rightarrow D$ در اینصورت $(A,C) \rightarrow (B,D)$

٦-٣-٤-بستار یک مجموعه از صفات خاصه

اگر F مجموعه ای از FD باشد، گاه لازم می آید که مجموعه تمام صفات خاصه رابطه R را که با یک صفت خاصه یا مجموعه ای از صفات خاصه مثلاً A از رابطه R وابستگی داشته باشند، مشخص نمائیم این مجموعه از صفات خاصه را بستار A نامیده و آن را با A^+ نمایش می دهیم. می توان A^+ را با محاسبه F^+ و انتخاب آن FD هایی که در آن A دترمینان است بدست آورد.

تمرین : فرض کنید $A \rightarrow D$ $CD \rightarrow B$,$ad \rightarrow C$ نان دهید AD ابر کلید است ولی کلید کاندید نیست.

مثال : فرض کنید متغیر رابطه ای R با صفات خاصه F,E,D,C,B,A ,FD زیر داده شده است نشان دهید وابستگی تابعی $(A,D) \rightarrow F$ برای R برقرار است.

R=(A,B,C,D,E,F)

FD={ $A \rightarrow (B,C)$, $B \rightarrow E$, $(C,D) \rightarrow (E,F)$}

1) $A \rightarrow (B,C)$

2) $A \rightarrow C$ تجزیه

3) $(A,D) \rightarrow (C,D)$ بسط پذیری

4) $(C,D) \rightarrow (E,F)$

5) $(A,D) \rightarrow (E,F)$

6) $(A,D) \rightarrow F$

مثال : رابطه R با صفات خاصه $R=(U,V,W,X,Y,Z)$ و وابستگی تابعی F بصورت زیر داده شده است . F^+ را محاسبه کنید.

$F=\{ U\rightarrow (X,Y) , X \rightarrow Y , (X,Y) \rightarrow (Z,V)\}$

$F^+ = \{ U \rightarrow X , U \rightarrow Y , X \rightarrow Y , (X, Y) \rightarrow (Z,V), U \rightarrow (Z,V) \}$

٦-٣-٥- مجموعه وابستگی بهینه:

با استفاده از قواعد سه گانه زیر می توان یک مجموعه وابستگی را به مجموعه بهینه معادل آن تبدیل کرد:

۱- سمت راست هر وابستگی فقط یک صفت خاصه باشد

۲- هر صفتی که F^+ را تغییر نمی دهد از سمت چپ حذف شود

۳- وابستگی های تکراری و اضافی حذف شود.

استنتاج منطق بعضی وابستگیها از وابستگیهای دیگر به ما امکان می دهد تا با داشتن مجموعه ای از وابستگی های رابطه مجموعه کمینه وابستگی ها را بدست آورد.

مثال : با توجه به مثال قبل مجموعه وابستگی پوششی بهینه را بدست آورید.

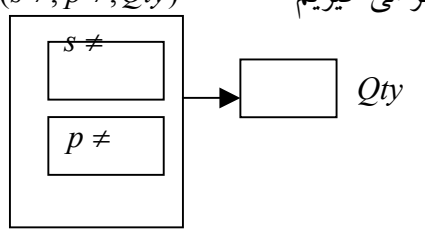
$F^+ =\{U \rightarrow (X,Y) , X \rightarrow Y , (X,Y) \rightarrow (Z,V) , U \rightarrow (Z,V) \}$

- $U \rightarrow (X,Y) \Rightarrow U \rightarrow X , U \rightarrow Y$
- $U \rightarrow (Z,V) \Rightarrow U \rightarrow Z , U \rightarrow V$
- $(X,Y) \rightarrow (Z,V) \Rightarrow X \rightarrow Y \quad X \rightarrow (Z,V)$
- $X \rightarrow (Z,V) \Rightarrow X \rightarrow Z , X \rightarrow V$
- $F_{OPT} = \{ U \rightarrow X , U \rightarrow Y, U \rightarrow Z , U \rightarrow V , X \rightarrow Y, X \rightarrow Z , X \rightarrow V\}$

٦-٣-٦-نمودار وابستگی تابعی

می توان وابستگی تابعی را با استفاده از نمودار نشان داد. در این نمودار صفات خاصه در مستطیل قرار می گیرند و خطی جهت دار از آنها به هر یک از صفات وابسته رسم می شود.

مثال: جدول sp را در نظر می گیریم $sp(s \neq, p \neq, Qty)$



٦-٤- نرمال سازی (normalization)

٦-٤-١ رابطه نرمال یک INF

رابطه ای را INF گویند اگر مقادیر تمام صفات خاصه اش اتمیک باشند.

مثال : رابطه زیر را در نظر می گیریم:

FIRST : (S#,P#,QTY,CITY,STATUS)

FD ها رابطه بصورت زیر است:

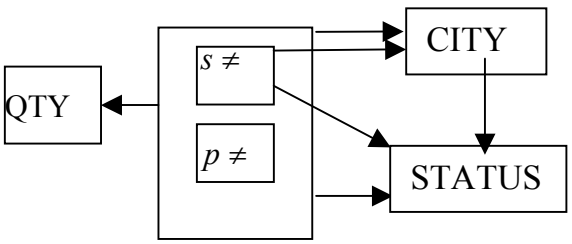
$(S\#,P\#) \rightarrow Qty$, $(S\#,P\#) \rightarrow CITY$, $(S\#,P\#) \rightarrow STATUS$

$(S\#) \rightarrow CITY$: هر تهیه کننده ای در یک شهر ساکن است

$(S\#) \rightarrow STATUS$: هر تهیه کننده ای یک مقدار وضعیت دارد

$CITY \rightarrow STATUS$ تمام تهیه کنندگان ساکن یک شهر یک وضعیت دارد:

نمودار FD نیز بفرم مقابل است .



First

$s \neq$	$p \neq$	Qty	city	Status
s_1	p_1	۱۰۰	c_1	۱۰
s_1	p_2	۱۲۰	c_1	۱۰
s_1	p_3	۸۰	c_1	۱۰
s_2	p_1	۹۰	c_2	۱۵
s_3	p_1	۱۰۰	c_2	۱۵
s_4	p_1	٦۰	c_1	۱۰

- **آنومالیها:**

۱- درج کن اطلاع $\langle sv, c3,14\rangle$

این درج ناممکن است تا ندانیم چه قطعه ای تهیه کرده است.

۲- حذف کن $\langle s3, p1,100\rangle$

منجر به حذف اطلاع ناخواسته $\langle s3, c2,15\rangle$ می شود

رابطه FIRST رابطه خوش ساختاری نیست ، این رابطه باید با انتخاب پرتوهای مناسب به دو رابطه تجزیه شود:

$sp(s \neq, p \neq, Qty)$ و $\sec ond(s \neq, status, city)$

نکته : رابطه FIRST باید بگونه ای تجزیه شود که در رابطه های حاصله FD ناکامل وجود نداشته باشد.

٦-٤-٢ - رابطه 2NF

رابطه ای 2NF است که :

١- INF باشد

٢- هر صفت خاصه غیر کلیدبا کلید اصلی وابستگی تابعی کامل داشته باشد.

با توجه به تعریف 2NF می بینیم رابطه FIRST ، 2NF نیست، رابطه SECOND و SP هر دو 2NF می باشند.

نکته ١- FD های بین مجموعه صفات خاصه یک محیط بیانگر قوانین سمانتیک حاکم بر آن محیط می باشند. بعنوان مثال وقتی می گوئیم درس $\neq CO \rightarrow PR \neq$ استاد یعنی این قاعده بر محیط حاکم است که هر استاد فقط یک درس می دهد. این قوانین سمانتیک باید بنحوی به سیستم داده شود. اینگونه قواعد نوعی قواعد جامعیتی برگرفته از محیط عملیاتی هستند که موسوم به قوانین جامعیت ناشی از وابستگی تابعی می باشند.

نکته ٢- برای تبدیل INF به 2NF از عملگر پرتو بطور مناسب استفاده می شود.

- **آنومالیهای رابطه SECOND**

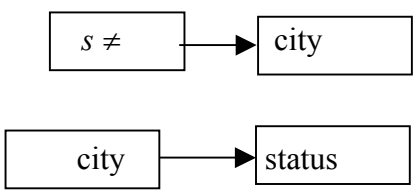
١- در درج : درج کن اطلاع <C5,18> : وضعیت داده شده به شهر C5 ، ١٨ است این عمل ناممکن است تا ندانیم چه تهیه کننده ای در شهر ساکن است . زیرا کلید $S \neq$ است.

٢- در حذف: می دانیم تهیه کنندگانی ساکن شهرهایی هستند. اطلاع <S5,15> را حذف کن این حذف منجر به حذف اطلاع <C4,15> می گردد.

$s \neq$	city	Status
s_1	c_1	١٠
s_2	c_2	٢٠
s_3	c_2	٢٠
s_4	c_1	١٠
S5	c4	١٥

٣- در به هنگام سازی: وضعیت داده شده به شهر c2 را عوض کن در اینجا عمل تاپلی به عمل مجموعه ای تبدیل میشود.

رابطه second هم باید با عملگر پرتو مناسب به دو رابطه تجزیه شود .فرض کنیم این رابطه به دو رابطه $sc(s \neq, city)$ و $cs(city, status)$ تجزیه شود.



SC

$s \neq$	City
s_1	c_1
s_2	c_2
s_3	c_3

CS

city	status
c_1	١٠
c_2	٢٠
c_4	١٥

مشخص است با ترکیب SC و CS هر گاه لازم باشد به رابطه SECOND می رسیم.

- **علت آنومالیهای SECOND**

در رابطه SECOND نوعی وابستگی خاص بنام وابستگی با واسطه (از طریق تعدی) وجود دارد.

تعریف وابستگی با واسطه:

در رابطه R(A,B,C) اگر داشته باشیم $B \to C \quad , B \not\to A \, , A \to B$

می گوئیم C به A از طریق B وابسته است : $(A \to B \, , \, B \not\to C) \Rightarrow A \to C$

در مثال قبل داریم: $S\# \to CITY$ و $CITY \not\to STATUS$ می گوئیم STATUS ضمن اینکه خود مستقیماً بی واسطه با S# وابستگی دارد از طریق CITY نیز به آن وابسته است.

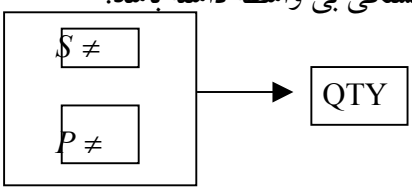
٦-٤-٣ : رابطه 3NF

رابطه ای را 3NF گویند هر گاه:

١- 2NF بوده

٢- هر صفت خاصه غیر کلید با کلید اصلی وابستگی بی واسطه داشته باشد.

مثال : رابطه SP و 3NF است



٦-٤-٤ : رابطه BCNF

این رابطه تعریفی مستقل از سطوح کلاسیک کادی دارد :

رابطه‌ای BCNF است که در آن هر دترمینان کلید کاندید باشد .

مثال : رابطه FIRST ، BCNF نیست زیرا در رابطه داریم : City $\to$ S# و S# دترمینان است اما کلید کاندید نیست .

در سطوح کلاسیک Codd مفهوم کلید کاندید مطرح نیست ولیکن در BCNF مطرح است و چون یک رابطه ممکن است بیش از یک کلید کاندید داشته باشد BCNF باید بیشتر بررسی شود .

هر رابطه BCNF 3NF است ولی هر 3NF ای BCNF نیست .بلکه باید بررسی شود. لذا دو حالت را در نظر می‌گیریم :

الف : رابطه‌هایی با یک کلید کاندید .

در این حالت می‌توان گفت : اگر رابطه 3NF باشد قطعاً BCNF هم هست .

مثال: رابطه S و SP

ب : رابطه‌هایی با بیش از یک کلید کاندید :

در این حالت نیز می‌توان دو حالت را در نظر گرفت

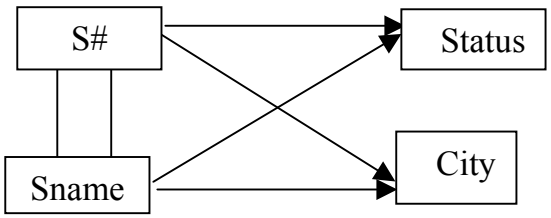
١- عدم وجود همپوشانی در کلیدهای کاندید

۲- وجود همپوشانی در کلیدهای کاندید

و منظور از همپوشانی : اگر داشته باشیم (y,z), (x,y) : R وجود y عنصر مشترک را همپوشانی گویند .

مـثال ۱ رابطـه S را در نظر می‌گیریم . فرض کنیم علاوه بر S# ، Sname هم کلید کاندید باشد (اسامی تکراری نداشته باشیم)

طبق تعریف کلیدهای کاندید نمودار FD بصورت زیر است :



این رابطه BCNF است زیرا هر دو ترمینان کلید کاندید و 3NF هم می‌باشد .

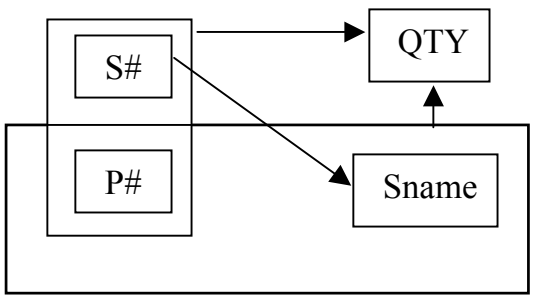
این رابطه 1NF است زیرا عناصرش اتمیک هستند .

این رابطه 2NF است زیرا 1NF است و وابستگی ناکامل نداریم .

این رابطه 3NF است زیرا تعدی نداریم .

- در این حالت(نبور صفت مشترک) اگر 3NF است BCNF نیز می باشد.

مـثال ۲ رابطـه SPS را در نظـر بگیریم : (S# , P#, SNAME ,QTY) SPS در اینجا دو کلید کاندید داریم که با هم همپوشانی دارند . نمودار وابستگی تابعی بفرم زیر است :



این رابطه BCNF نیست زیرا S# دترمینان است ولی کلید کاندید نیست . می‌خواهیم بررسی کنیم این رابطه چند NF است .

- این رابطه 1NF است زیرا صفات خاصه‌اش اتمیک هستند .
- 2NF نیز می‌باشد زیرا وابستگی ناکامل نداریم .

البـته ظاهـراً بـه نظـر می‌رسد وابستگی ناکامل وجود دارد ولیکن اینطور نیست زیرا Sname خود جزئی از کلید کاندید اسـت در حالـیکه در تعـریف 2NF کـادی آمده است هر صفت خاصه غیر کلید و اصلاً عضویت صفت خاصه در کلید کاندید مطرح نیست . لذا 2NF می‌باشد .

- این رابطه 3NF نیز می‌باشد زیرا تعدی وجود ندارد .

می‌بینیم SPS ، 3NF است ولی BCNF نیست . نکته جالبتر آنکه رابطه sps اختلاط اطلاعاتی دارد با این همه با داشتن دو کلید کاندید 3NF است در حالیکه معمولاً وجود پدیده اختلاط اطلاعاتی رابطه را در حد 1NF یا حداکثر 2NF نگه می‌دارد .

نتیجه : صرف گفتن رابطه‌ای اختلاط اطلاعاتی دارد لزوماُ معنایش این نیست که سطح نرمالیتی آن پایین است .

در عمل برای طراحی رابطه‌ها تا سطح BCNF نرمال می‌شوند . سطوح بالاتر بیشتر جنبه تئوریک و پژوهشی دارد و معنایش این است که تقریباً تمام رابطه‌هایی که BCNF هستند عملاً 5NF و ٤NF هستند بعبارت دیگر رابطه‌هایی که BCNF باشد اما 4NF و یا 5NF نباشند بسیار کم‌اند .

مثال ۳ : رابطه‌ای که 3NF هست اما BCNF نیست .

فرض کنید در محیط آموزشی قواعد زیر موجودند :

۱ . یک دانشجو یک درس را فقط با یک استاد اخذ می‌کند .

۲ . یک استاد فقط یک درس تدریس می‌کند .

۳ . درس ممکن است توسط بیش از یک استاد تدریس شود .

در این رابطه دو کلید کاندید داریم :

SCP

ST#	CO#	PR#
ST_1	C_1	P_1
ST_2	C_1	P_1
ST_1	C_2	P_2
ST_2	C_2	P_3
ST_3	C_2	P_2

#CO و #ST و

#PR و #ST

وکلیدهای کاندید با هم همپوشانی دارند .

این رابطه BCNF نیست زیرا #PR دترمینان است ولی کلید کاندید نیست .

اما 3NF هست .

$PR\# \rightarrow CO\#$

$(ST\# , CO\#) \rightarrow PR\#$

٦-٤-٥ - رابطه 4NF

♦ وابستگی چند مقداری MVD (multivalued dependency)

وابستگی چندمقداری نوعی وابستگی بین دو مجموعه مستقل از صفات خاصه است . وابستگی چندمقداری $(A1,A2,...An) \rightarrow\rightarrow (B1,B2,...,Bm)$ در رابطه R برقرار است اگر برای دو تاپل t و u در R که در تمام مقادیر A مشترکند تاپل دیگر V وجود داشته باشد که :

۱. در مقادیر A با t و u مشترک باشد .

۲. در مقادیر B با t مشترک باشد .

۳. در تمام ستونهای دیگر R با u مشترک باشد .

مثال ۱ جدول تدریس اساتید را شامل کد استاد ، کد دانشکده ، شهر دانشکده ، کد درس و کتاب درس در نظر می گیریم . فرض کنیم دانشکده‌هایی که استاد در آنها تدریس می‌کند و دروسی که درس می‌دهد از هم مستقل باشند یعنی وابستگی تابعی نداشته باشند . اگر استاد در چند دانشکده درس بدهد و دروس مختلف را نیز تدریس کند افزونگی داریم . با توجه به جدول مقابل داریم :

دانشکده‌های استاد (100) و نیز دروسی که تدریس می‌کند تکرار شده است (افزونگی) این در حالی است که جدول فوق تا سطح BCNF نرمال‌سازی شده است .

PR#	College	City	Co#	Book
100	01	تهران	C1	B1
100	02	قزوین	C1	B1
100	01	تهران	C2	B2
100	02	قزوین	C2	B2
100	02	تهران	C3	B3
	02	قزوین	C3	B3

مثال ۲ : رابطه CTX حاوی اطلاعات درس ، مدرس و کتاب در نظر می‌گیریم . یک درس می‌تواند توسط هر یک از مدرسین مشخص شده و با استفاده از تمام کتابهای مشخص شده تدریس شود . مثلاً درس C1 می‌تواند توسط t1 و t2 تدریس شود هم با استفاده از کتاب x1 و هم با استفاده از کتاب x2 .

در واقع می‌بینیم به یک صفت خاصه مجموعه‌ای از مقادیر متناظر است .

C	T	X
c_1	t_1	x_1
c_1	t_2	x_2
c_2	t_1	x_1
	t_1	x_3
	t	x

$C \rightarrow\rightarrow T$ و $C \rightarrow\rightarrow X$

می‌توان وابستگی چند مقداری را بفرم زیر تعریف نمود :

رابطه R با صفات خاصه A و B و C را در نظر بگیریم .

می‌گوییم B با A وابستگی چندمقداری دارد و چنین نمایش می‌دهیم $A \rightarrow\rightarrow B$ اگر و فقط اگر مجموعه مقادیر B متناظر مقادیر A و C تنها به

نداشته باشد .

فاگین نشان داد که در رابطه R(A,B,C) وابستگی چندمقداری $A \rightarrow\rightarrow B$ وجود دارد اگر و فقط اگر وابستگی چندمقداری $A \rightarrow\rightarrow C$ نیز برقرار باشد . به بیان دیگر در یک رابطه با سه صفت خاصه ، همیشه وابستگی چند مقداری بصورت جفت وجود دارد .

♦ **تعریف** : رابطه‌ای را 4NF گویند اگر و فقط اگر یک وابستگی چندمقداری مثل $A \rightarrow\rightarrow B$ در R وجود داشته باشد تمام صفات خاصه R با A وابستگی تابعی داشته باشند . به بیان دیگر همه وابستگی‌های موجود در R بصورت $K \rightarrow X$ باشند . (یعنی یک وابستگی تابعی بین صفات خاصه X و کلید کاندید K) . بر اساس این تعریف می‌توان نتیجه گرفت : **رابطه R با سه صفت خاصه در چهارمین صورت نرمال است اگر BCNF باشد و تمام MVD های آن FD باشند .**

می‌بینیم رابطه CTX ، 4NF نیست زیرا یک MVD دارد که FD نیست ($C \rightarrow\rightarrow X$) .

اگر CTX را به دو رابطه CT و CX تجزیه کنیم CT و CX رابطه 4NF هستند .

٦-٤-٦- رابطه 5NF

- تعریف وابستگی پیوندی :Join Dependency

اگر R یک رابطه و ستونهای هریک از رابطه های Rn,…R2,R1 زیرمجموعه ای از ستونهای Rباشند ،آنگاهR دارای وابستگی پیوندی روی Rn,…R2,R1 است اگر و تنها اگر داشته باشیم :

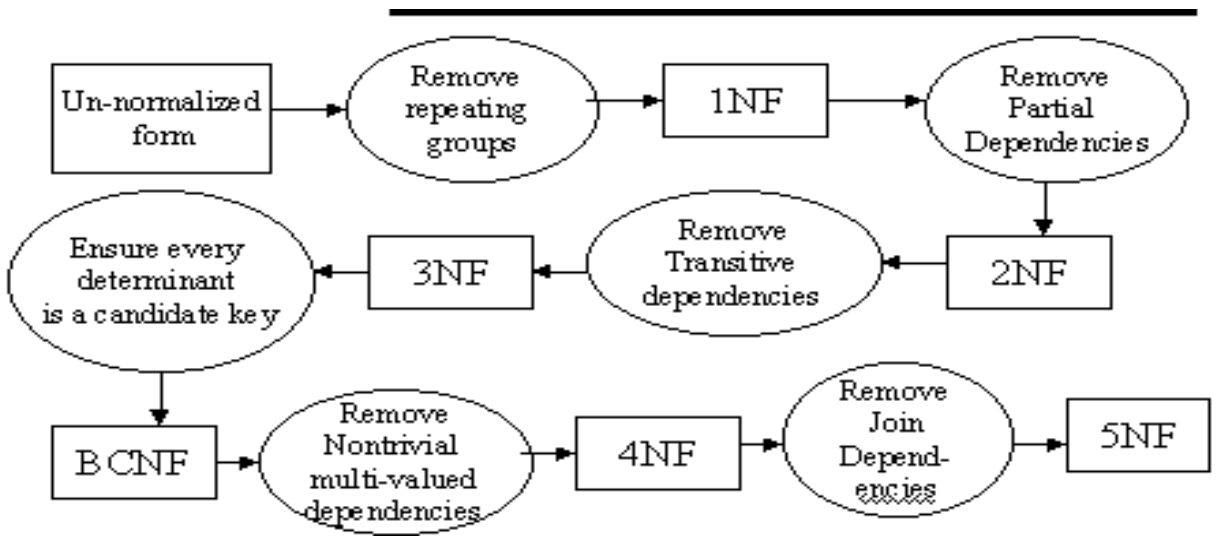
$R = R1 \propto R2 \propto R3 \ldots..\propto Rn$

- **رابطه 5NF**

رابطه R را 5NF گویند اگر و تنها اگر فقط به کلیدهای کاندیدش وابستگی پیوندی داشته باشد. بعبارتی دیگر وجود هر وابستگی پیوندی در آن ناشی از کلیدهای کاندید باشد.از این تعریف این نتیجه بدست می آید که اگر بتوانیم یک وابستگی یوندی در رابطه R پیدا کنیم که در همه پرتوهایش کلید کاندید رابطه وجود نداشته باشد رابطه 5NF نیست.

دیت و فاگین نشان داده اند که :

- **اگر رابطه ای 3NF باشد و تمام کلیدهای کاندید آن صفات ساده باشند آن رابطه 5NF است.**
- **اگر رابطه ای BCNF باشد وحداقل یکی از کلیدهای کاندید آن صفات ساده باشند آن رابطه 4NF است.**



٦-٥- تجزیه خوب و بد

در فرایند نرمالترسازی مواردی وجود دارد که در آنها تجزیه یک رابطه به چند گونه امکان‌پذیر است .طراح بایستی تجزیه خوب و بد را باز شناسد . بعنوان مثال رابطه SECOND را در نظر می‌گیریم :

SECOND(S#, CITY,STATUS)

وابستگی‌های تابعی این رابطه بفرم S# → CITY ، CITY → STATUS ، S# → STATUS می‌باشد .

قبلاً این رابطه به دو رابطه C(S#, City) S و S(City, Status) C تجزیه شد . این تجزیه تنها تجزیه ممکن نیست بلکه تجزیه‌های دیگری متصور است :

$$B: \begin{cases} SC(\underline{S\#}, City) \\ SS(\underline{S\#}, Status) \end{cases} \qquad C: \begin{cases} SS(\underline{S\#}, Status) \\ CS(\underline{City}, Status) \end{cases}$$

کدامیک از این سه تجزیه را باید انتخاب کرد ؟

تجزیه B مطلوبیت اولیه را ندارد زیرا مشکلاتی در آن وجود دارد . مثلاً نمی‌توان این اطلاع را که شهر خاصی دارای مقدار وضعیت خاصی است در بانک درج کرد تا زمانیکه ندانیم چه تهیه‌کننده‌ای در آن شهر ساکن است . از نظر تئوری تجزیه‌ای بهتر است که دو رابطه حاصل از آن از هم مستقل باشند . اگر رابطه R به دو رابطه R1 و R2 تقسیم شود گوئیم R1 و R2 از هم مستقلند اگر شرایط قضیه ریسانن را داشته باشند :

٦-٥-١- قضیه ریسانن :

اگر R1 و R2 دو پرتو مستقل از R باشند ، این دو پرتو از یکدیگر مستقلند اگر و فقط اگر

١. تمام وابستگی‌های تابعی موجود در رابطه R در R1 و R2 با هم وجود داشته باشند و یا از وابستگی‌های موجود در R1 و R2 منطقاً قابل استنتاج باشند .
٢. صفات خاصه مشترک در R1 و R2 اقلاً در یکی از آنها کلید کاندید باشد .

باتوجه به قضیه ریسانن می‌بینیم تجزیه اولیه ، تجزیه خوبی است زیرا CITY صفت خاصه مشترک در یکی از رابطه ها یعنی cs کلید کاندید است و تمام وابستگی های تابعی قابل استنتاج هستند.

S# → City

City → Status و S# → Status منطقاً قابل استنتاج است .

بررسی تجزیهB : در این تجزیه داریم S# → City و S# → Status و نمی‌توان وابستگی City → Status را از این دو وابستگی منطقاً استنتاج کرد .

لازم به ذکر است که در تجزیه یک شما (Schema) به چند شمای کوچکتر باید تجزیه بدون گمشدگی اطلاعات باشد یعنی بازای تمام جداول مربوطه از پیوند طبیعی آن جداول دقیقاً جداول اصلی بدست آید .

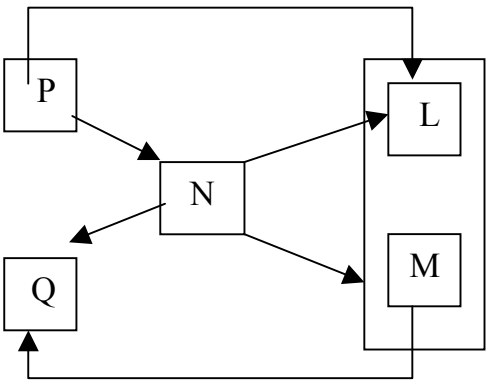
٦-٥-٢-رابطه اتمیک:

رابطه‌ای که به عناصر مستقل تجزیه نشود (طبق رابطه ریسانس) به رابطه اتمیک موسوم است .اتمیک بودن به این معنا نیست که نباید تجزیه شود ولی لزومی به تجزیه آنها نیست یعنی در صورت تجزیه ممکن است به رابطه نرمالتری نرسید . به عنوان مثال :

S(S#, Sname, Status, City) می‌تواند به دو رابطه SX(S#, Sname, Status) و SY(S#, City) تجزیه شود که از نظر نرمالیتی فرقی ندارد و ممکن است بدلایل دیگر تجزیه شده باشد .

٦-٦- نمونه مسائل این فصل :

مجموعه حداقل FD های این رابطه را بدست آورید .



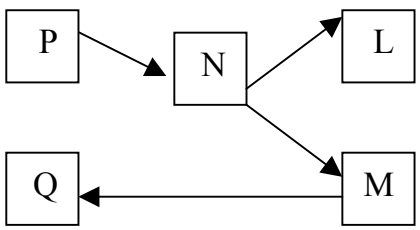
حل : با توجه به نمودار FD ها داریم :

1. $P \rightarrow N$
2. $N \rightarrow L$
3. $P \rightarrow L$
4. $N \rightarrow Q$
5. $N \rightarrow (L,M)$
6. $M \rightarrow Q$

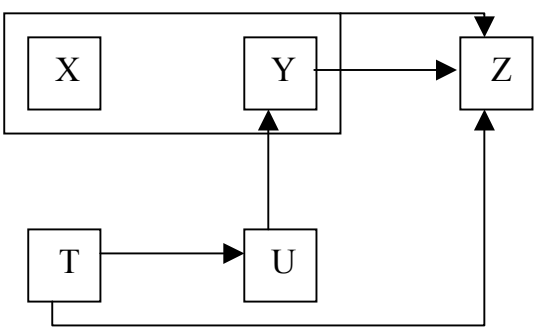
FD شماره 3 افزونه است زیرا منطقاً ازFD های 1 و 2 قابل استنتاج است . از FD شماره 2 و 5 داریم : $N \rightarrow M$ .7

با توجه به FD های 7 و 6 ، FD شماره 4 افزونه است ، بنابراین مجموعه حداقل FD ها بصورت زیر است :

$P \rightarrow N$ و $N \rightarrow L$ و $N \rightarrow M$ و $M \rightarrow Q$



۲-در نمودار FD های زیر مجموعه حداقل FD ها را بدست آورید .



1. $(X,Y) \rightarrow Z$
2. $Y \rightarrow Z$
3. $T \rightarrow U$
4. $U \rightarrow Y$
5. $T \rightarrow Z$

FD شماره ۵ افزونه است .

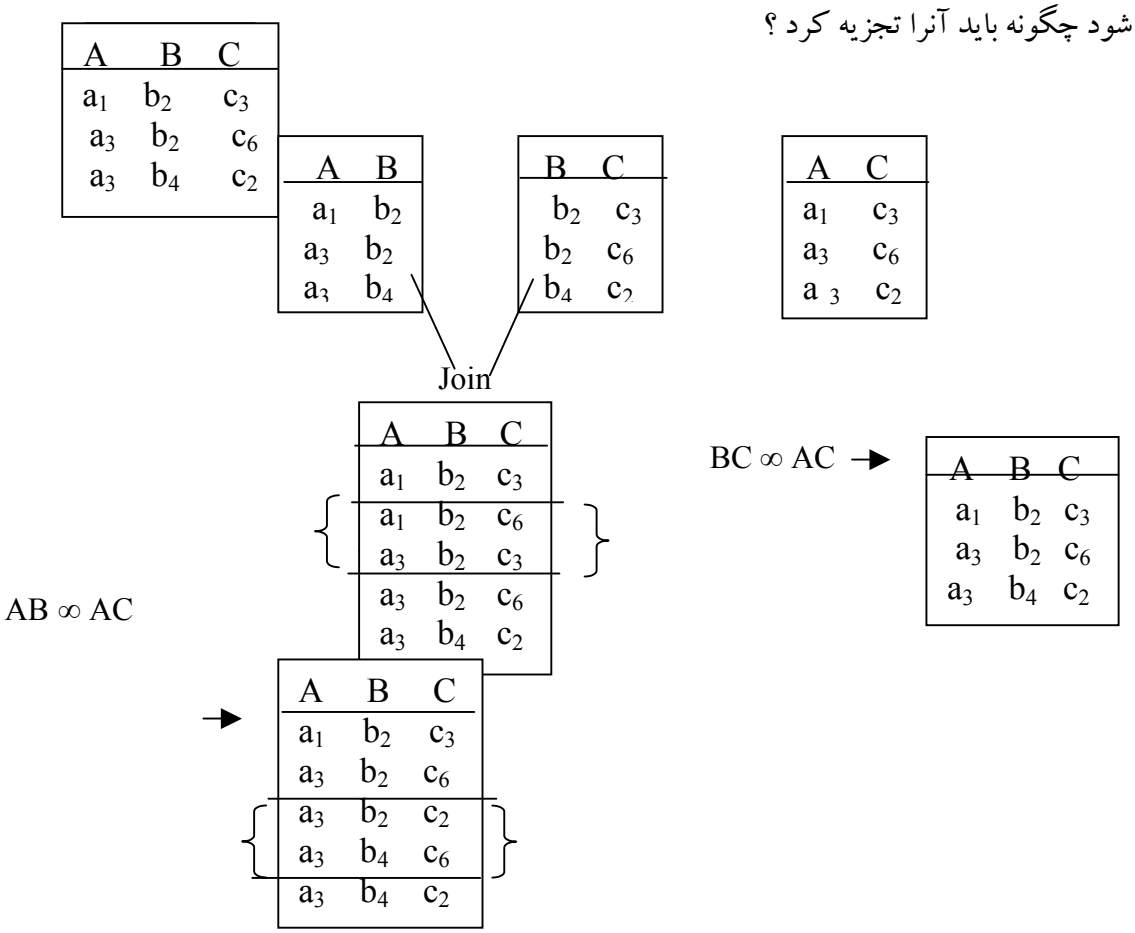
FD شماره ۱ نیز افزونه است . چرا ؟

پس داریم : $Y \rightarrow Z$, $T \rightarrow U$

[چون از $Y \rightarrow Z$ می‌توان نتیجه گرفت $(X,Y) \rightarrow Z$ زیرا اگر $(X,Y) \not\rightarrow Z$ یعنی$(X1, Y1, Z1)$ و

[$Y \rightarrow Z$ خلاف فرض است پس $Y \not\rightarrow Z$ لذا (Y1, Z2) , (Y1, Z1) و چون (X1, Y1 , Z۲)

۳- رابطه R(A,B,C) را در نظر می‌گیریم . در یک لحظه از حیات رابطه ، بسط آن چنین است فرض کنیم که این رابطه باید تجزیه شود چگونه باید آنرا تجزیه کرد ؟



می بینیم که تجزیه R بصورت (AB,AC): R یا (AB,BC): Rمناسب نیست زیرا با پیوند تجزیه‌ها تاپل افزونه بروز می‌کند اما در تجزیه (BC,AC) : R این پدیده نامطلوب را در پی ندارد لذا این تجزیه مناسب است.

فصل هفتم :

معماری سیستم بانک اطلاعاتی:

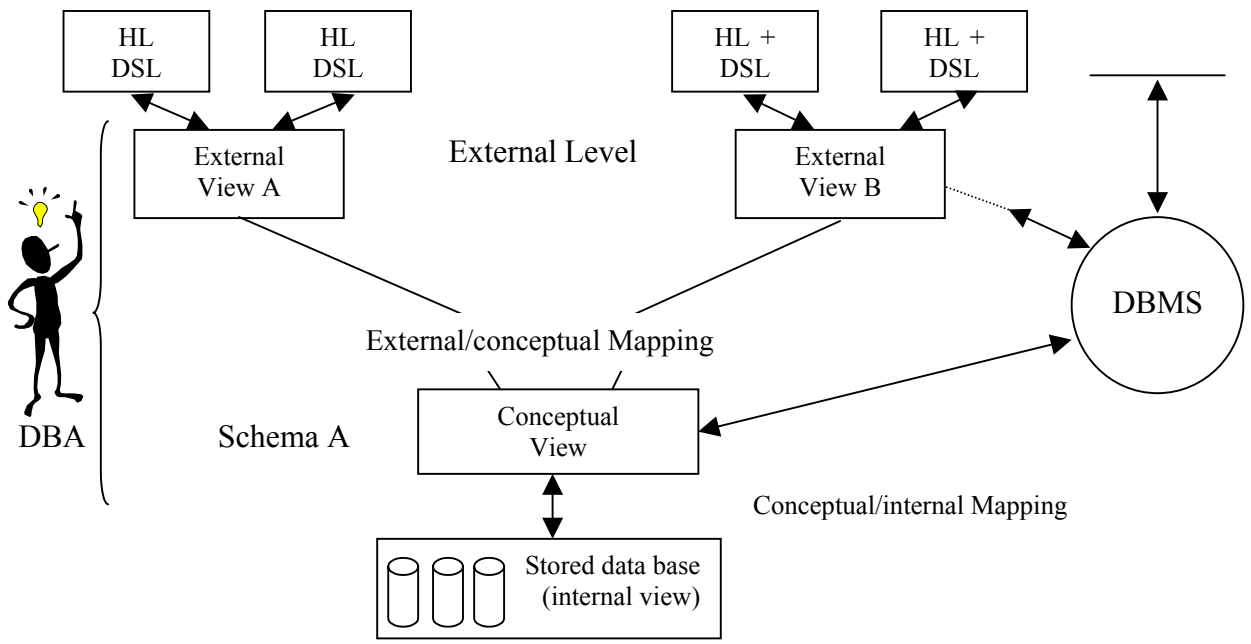
۳-۱-مقدمه :

می دانیم طراح بانک، تصور یا درک خود را از محیط عملیاتی (جهان واقعی) و در واقع دید خود را از داده های عملیاتی محیط بصورت نمودار E/R متجلی می سازد. این نمودار نمایش داده های عملیاتی بانک در بالاترین سطح انتزاع می باشد و از سویی دیگر محیط فیزیکی بانک که پایین ترین و عینی ترین سطح بانک است مجموعه ای است از فایلها با ساختار مشخص و ارتباطات بین آنها، لذا بایستی بین بالاترین سطح انتزاعی و پایین ترین سطح عینی آن سطوح واسطی وجود داشته که در این سطوح واسط داده های عملیاتی محیط هم بصورتی که طراح می بیند و هم بصورتی که هر یک از کاربران به نحوی تعریف شوند.

با این توصیف در می یابیم که یک سیستم بانک اطلاعاتی سیستمی است چند سطحی که طبعاً معماری خاص خود را دارد. از آنجاییکه طراحان مختلف سیستم های بانکی طرحهای متفاوتی برای معماری چنین سیستمی ارائه و پیاده سازی کرده اند لذا ANSI نیز طرحی استاندارد برای معماری سیستم بانک اطلاعاتی عرضه کرده است.

۷-۲- معماری ANSI

معماری ANSI به سه سطح مختلف تقسیم بندی می شود که به ترتیب عبارتند از: سطح داخلی، سطح ادراکی و سطح خارجی. شکل زیر بیانگر این معماری است:



همانطور که در شکل دیده می شود معماری سیستم بانک اطلاعاتی از اجزاء زیر تشکیل شده است

۱ – HL زبان میزبان

۲ – زبان فرعی داده ای DSL

۳ – دید خارجی External View

٤ – دید مفهومی Conceptual View

٥ – دید داخلی Internal View

٦ – تبدیلات بین سطوح mapping

۷ – کاربر User

۸ – اداره کننده پایگاه DBA

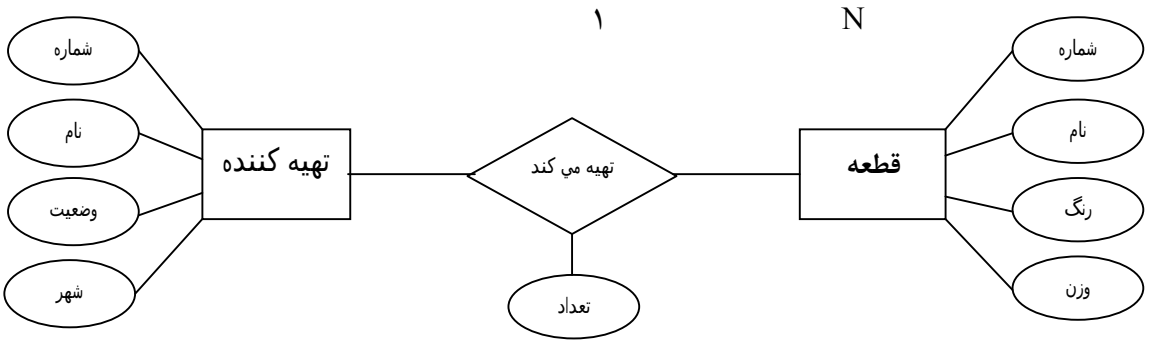
۹ – سیستم مدیریت بانک اطلاعاتی DBMS

۷-۳- شرح اجزاء معماری پایگاه داده ها:

۷-۳-۱ – دید مفهومی (ادراکی)

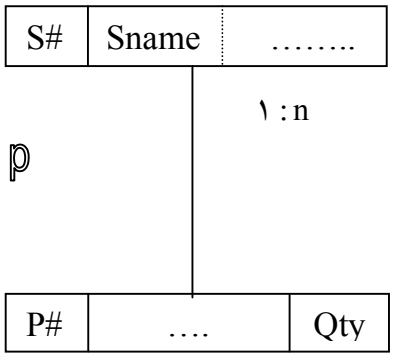
دید طراح بانک از داده های ذخیره شده در آن می باشد. این دید دیدی جامع و سراسری می باشد، یعنی جامع تمام نیازهای کاربران است. این دید تشکیل دهنده سطح ادراکی و سطح ادراکی از سطوح انتزاعی پایگاه داده ها است. دید ادراکی باید به کمک امکاناتی نظیر احکام تعریف کننده از این زبان داده ای و ساختار داده ای تعریف شود که به تعریف آن شمای ادراکی گفته می شود. در واقع شمای ادراکی در معنای عام نوعی برنامه حاوی تعریف داده ها و ارتباطات بین آنها و نیز مجموعه ای از قواعد عملیاتی می باشد. این قواعد عملیاتی ناظر به داده های محیط عملیاتی هستند. از جمله ساختارهای داده ای رایج برای تعریف شمای ادراکی می توان به ساختارهایی نظیر رابطه ای، سلسله مراتبی، شبکه ای و هایپرگراف اشاره نمود.

مثال ۱) با توجه به رابطه بین قطعه و تهیه کننده به کمک احکام سلسله مراتبی دید ادراکی پایگاه را تعریف کنید.

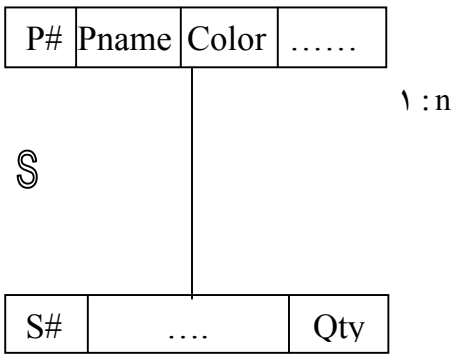


DS سلسله مراتبی نوعی درختواره است که یک ریشه دارد و در سطوح مختلف دارای اعضا یا وابستگانی می باشد به دو صورت آن را مدل می کنیم.

الف: S type Record



ب: P type Record



توجه: فیلد Qty در سلسله مراتب PS در S قرار دارد و در سلسله مراتب S P در P.

- **نمایش دید ادراکی به کمک DS سلسله مراتبی : (شمای ادراکی)**

از دید طراحی داده ها و ارتباطات بصورت یک درخت دیده می شود که ریشه آن حاوی اطلاعات در مورد قطعات و وابسته یا فرزند آن ریشه حاوی اطلاعاتی در مورد تهیه کنندگان. در ساختار داده سلسله مراتبی تعدادی درختواره وجود دارد که طراح این ساختار را به DBMS ای که آن را می پذیرد خواهد داد.

نمونه سازی از شمای ادراکی بصورت غیر صوری:

۱ – نام سلسله مراتب PS است

۲ – ریشه رکورد نوع P است و فیلدهای P (#P کاراکتر. ۱ ، Pname کاراکتر . ۲ …)

و شناسه ریشه #P است.

۳ – وابسته یا فرزند رکورد نوع S می باشد.

فیلدهای S (#S و …… Qty) است. و شناسه S #S می باشد.

مثال ۲) پایگاه رابطه ای:

در این ساختار برای طراحی پایگاه داده معمولاً برای هر موجودیت یک جدول در نظر گرفته می شود و برای هر صفت خاصه یک ستون و هر سطر که بعداً پر می شود یک نمونه موجودیت می باشد.

P

P#	Pname	Color	Weight
P_1	Pn_1	آبی	۱۰
P_2	Pn_2	زرد	۱۵

S

S#	Sname	Status	City
S_1	Sn_1	۱۰	تهران
S_2	Sn_2	۱۵	قزوین
S_3	SN_3	۷	شیراز

- برای نمایش ارتباطات بین دو یا بیش از دو موجودیت یک راه و البته رایج تر این است که جدولی دیگر طراحی می شود و ارتباطات به کمک آن نمایش داده می شود. در این جدول نشان دهنده ارتباط بین دو موجودیت شناسه موجودیتهای مرتبط آورده می شود.
- P_1 توسط S_1 تهیه می شود
- S_1 P_1 را به تعداد ۱۰۰ تهیه می کند.

SP

S#	P#	Qty
S_1	P_1	۱۰۰
S_2	P_2	۵۰
S_3	P_3	۵۵

- هر سطر در عین حال که نمایشگر یک موجودیت است در عین حال نمایشگر یک نمونه ارتباط نیز می باشد.

❖ شمای ساده پایگاه جدولی:

۱) اسم جدول S است

ستونهایش
- S # کاراکتر
- Sname کاراکتر
- Status عدد صحیح
- City کاراکتر

۲) اسم جدول P است

ستونهایش
- P # کاراکتر
- Pname کاراکتر
- Weight عدد اعشاری
- Color کاراکتر

- شناسه جدول S #S است.
- شناسه جدول P #P است

۳) اسم جدول S P است

ستونها
- #S است (همان #S که در S می باشد)
- # P است (همان #P که در P است)
- Q ty است

نکته: شناسه SP (S# , P#) با هم است.

۷-۳-۲ – دید خارجی:

دید کاربر خاص نسبت به داده های ذخیره شده در پایگاه است در محدوده نیازهای اطلاعاتی مورد نظرش .

دید خارجی در سطح خارجی معماری بانک مطرح و از سطوح انتزاعی است. دید خارجی مبتنی بر دید ادراکی است یعنی بر اساس دید ادراکی تعریف می شود. دید خارجی نیز برای معرفی شدن نیاز به یک ساختار یا مدل داده ای دارد که معمولاً همان مدلی است که در سطح ادراکی است. یعنی اگر طراح پایگاه را جدولی می بیند کاربران نیز بصورت جدولی می بینند. دید خارجی نیز باید به کمک احکامی تعریف شود که به تعریف آن شمای –خارجی گویند.

مثال:

u1

Myv1		Myv3	
S#	STA	Sname	City
S_1	۱۰	S_2	قزوین
S_2	۱۵		

نمونه ساده شده از شمای خارجی

۱ – اسم دید myv_1 است

۲ – این دید روی جدول S تعریف می شود.

۳ – ستونهایش #S و STA است.

٤ – ستون #S از ستون #S مشتق می شود.

٥ – ستون STA از ستون Status مشتق می شود.

٦ – شرط یا شرایط دید C_1 و C_2 ، و ..... است.

نکته: عمدتاً View ها تعریف می شوند تا روی آنها پرس و جو (Quary) انجام شود و پرس و جو معمولاً بازیابی است.

۷-۳-۳- دید یا سطح داخلی:

این دید در سطح داخلی، پایین ترین سطح معماری بانک مطرح است. این سطح، سطحی واسط بین محیط فیزیکی پایگاه و سطوح انتزاعی آن می باشد که DBMS به مسائل و جنبه های مختلف فایلینگ می پردازد. البته تا حدی نظارت و دخالت DBA نیز در آن نقش دارد. که میزان دخالت و محدوده اختیارات DBA در سیستم های مختلف متفاوت است. دید داخلی به وسیله شمای داخلی توصیف می شود که نه تنها انواع مختلف رکوردهای ذخیره شده را تعریف می کند بلکه مشخص می کند چه شاخصهایی وجود دارد و فیلدهای ذخیره شده چگونه نمایش داده می شوند.

۷-۳-٤ – HL زبان میزبان:

یکی از زبانهای متعارف سطح بالاست. برای برنامه نویسان کاربردی این زبان می تواند یکی از زبانهای C ++ ، جاوا و یا زبان اختصاصی باشد که به زبانهای اختصاصی اغلب زبانهای نسل چهارم نیز گفته می شود، زبان میزبان مسئول تهیه و تدارک امکانات متعدد غیر بانک اطلاعاتی نظیر متغیرهای محلی، عملیات مفهومی و منطق تصمیم گیری و غیره می باشد.

۷-۳-٥- DSL زبان داده ای فرعی:

هر DBMS یک DSL دارد. DSL مجموعه احکامی است برای تعریف داده ها و کار با داده ها و کنترل آنها. هر زبان داده فرعی مشخص عملاً ترکیبی از احکام زیر است:

۱ – احکام تعریف داده ها Data Definition Language (DDL)

۲ – احکام تعریف کار با داده ها Data Manipulation Language (DML)

۳ – احکام کنترل کار با داده ها Data Control Language (DCL)

هـر یـک از ایـن سـه دسـته احکام باید برای سطوح سه گانه پایگاه نیز وجود داشته باشد. DSL ها را از نظر نیاز یا عدم نیاز به زبان میزبان به دو دسته مستقل و ادغام شدنی تقسیم می کنند.

زبـان فرعـی داده ای مسـتقل، زبانـی اسـت که به زبان میزبان نیاز ندارد و زبان فرعی داده ای ادغام شده، زبانی است که همـراه زبان HL استفاده می شود. به بیان دیگر احکام آن باید به نحوی در احکام زبان برنامه سازی ادغام شوند. مکانیزم ادغام در سیستم های مختلف متفاوت و بطور کلی به دو صورت ادغام صریح و ادغام ضمنی وجود دارد.

در ادغـام ضـمنی، احکـام زبـان داده ای بطـور صـریح در مـتن زبـان میـزبان جـای داده نمـی شـوند بلکه از طریق حکم فراخوانی بکار برده می شوند.

برخی نکات مهم در مورد DSL

- هر DBMS دارای یک DSL است.
- هـر DSL در کـادر مفاهـیم یـک مـدل داده ای مشـخص طراحـی مـی شود و عملگرهای آن نیز در کادر همان مفاهیم عمل می کنند.
- اصـل وحـدت احکام در آن رعایت شده باشد. مثلاً برای انجام عمل درج که منطقاً یک حکم واحد داشته باشد و ترجیحاً همان حکم واحد در سطح خارجی و هم در سطح ادراکی عمل نماید.

۷-۳-٦- نگاشت: Mapping

علاوه بر سه سطح از معماری، معماری پایگاه از چند نگاشت (تبدیل) مختلف تشکیل می شود.

۷-۳-٦-۱-نگاشت مفهومی/ داخلی:

تناظـر بـین دیـد ادراکـی و بانـک اطلاعاتـی ذخیره شده را تعریف و مشخص می کند که چگونه رکوردهای ادراکی و فیلدها در سطح داخلی نمایش داده شوند.

۷-۳-٦-۲-نگاشت خارجی/ ادراکی:

تناظـر بـین دیـد خارجـی خـاص و دیـد مفهومـی را تعـریف مـی کند. در واقع مکانیسمی است برای برقراری تناظر بین دیدهای خارجی مختلف و دید واحد ادراکی. DBMS های متعارف حداقل دو محور تبدیل دارند: تبدیل داده و تبدیل احکام.

- تـبدیل داده ها یعنی تبدیل داده های تعریف شده در سطح خارجی به داده های تعریف شده در سطح ادراکی و بالاخره به داده های تعریف شده در سطح داخلی.
- تـبدیل احکام یعنی تبدیل حکم عمل کننده در سطح خارجی به حکم عمل کننده در سطح ادراکی و در نهایت به حکم یا احکامی در سطح داخلی. این تبدیل از جمله وظایف مهم هر سیستم مدیریت بانک اطلاعاتی است.

۷-۳-۷- سیستم مدیریت بانک اطلاعاتی:

سیستم مدیریت بانک اطلاعاتی نرم افزاری است که مدیریت بانک اطلاعاتی را عهده دار است و مجموعه ای است از برنامه ها که واسط بین کاربران و محیط فیزیکی ذخیره و بازیابی می باشند. این نرم افزار واسط به کاربران امکان می دهد تا داده های خود را تعریف کنند و به داده های خود دستیابی داشته و با آنها کار کنند.

- **اجزاء تشکیل دهنده DBMS:**

الف) بخش هسته ای Kernel شامل:

۱ – پیش کامپایلر

۲ – پردازشگر پرس و جو

۳ – بهینه ساز پرس و جو

٤ – مدیریت فایلها (برای سطح داخلی)

٥ – واحد دریافت درخواست کاربر و انجام مقدمات کار

٦- واحد لود پایگاه داده ها

ب) بخش مدیریتی محیط پایگاه داده ها:

۱ – واحد کنترل همزمانی عملیات

۲ – واحد کنترل جامعیت پایگاه

۳ – واحد کنترل ایمنی پایگاه

٤ – واحد کنترل ترمیم پایگاه

٥- واحد تولید نسخه های پشتیبان

ج) بخش امکانات جانبی:

۱- امکانات پرس و جو به کمک مثال و به کمک فرم

۲ – روالهای مخصوص تجزیه و تحلیل آماری که معمولاً مورد استفاده DBA هستند

۳ – ابزار های ایجاد برنامه های کاربردی

٤ – نرم افزارهای مخصوص محیط شبکه ای

٥ – امکانات گرافیکی

٦ – امکانات دستیابی به داده های دور .

اینکه سیستم مدیریت بانک چگونه درخواستهای کاربران را عملی می سازد بستگی به نوع آن دارد. بطور خلاصه نحوه اجرای درخواست کاربر بصورت زیر می باشد:

۱ – دریافت درخواست کاربر و انجام بررسی های اولیه (معتبر بودن کاربر)

۲ – بررسی و تحلیل درخواست کاربر

۳ – بررسی شمای خارجی کاربر برای مشخص شدن محدوده دید کاربر از پایگاه

٤ – بررسی شمای ادراکی برای تعیین نحوه نگاشت عملیات سطح خارجی به ادراکی

٥ – انجام تبدیلات لازم

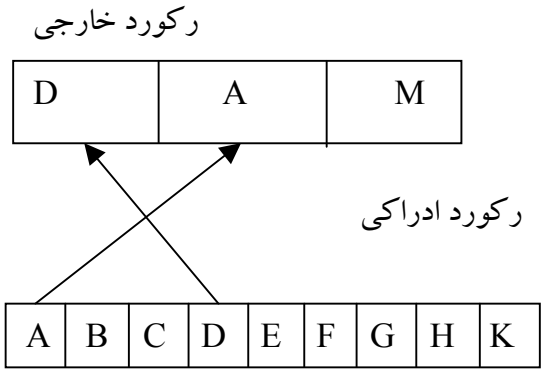
٦ – بررسی شمای داخلی و تبدیل احکام سطح ادراکی به سطح داخلی

٧ – دستیابی به فایلهای فیزیکی و اجرای درخواست کاربر

- **اصطلاح به عینیت درآوردن (materialized)**

اگـر درخواست کاربر بازیابی باشد اصطلاحاً گویند DBMS داده های مورد نظر را به عینیت در می آورد که به دو فرم وجود دارد:

١ – بـه عینیت در آوردن مستقیم: موقعیتی که داده مورد نظر کاربر آنچه در رکورد خارجی خواسته متناظر زیرین داشته باشد یعنی مشخصاً در سطح ادراکی متناظر داشته باشد.



٢ – غیر مستقیم:

موقعیتی که داده مورد نظرکاربر فیلد یا فیلدهای متناظر زیرین نداشته باشد بلکه حاصل پردازش باشد

مثال: فیلد میانگین مقادیر یک فیلد (فیلد های مجازی)

٧-٣-٨- مدیر بانک اطلاعاتی DBA :

فـردی اسـت بـا تخصـص بـالا در تکنولوژی بانکهای اطلاعاتی و دانش و فن کامپیوتر. این فرد معمولاً در پروژه های بـزرگ تیمـی از افـراد متخصـص در اختـیار دارد و وظـیفه کلی تیم طراحی، ایجاد، پیاده سازی، نگهداری و گسترش و اداره بانـک بـرای یـک محیط عملیاتی است. امروز به سبب اهمیت بسیار بالای داده در سازمانها، داده های یک سازمان نیاز به اداره کننده دارند یعنی فردی با سمت اداره کننده داده ها یا به اختصار (DA) . این فرد که لزوماً نباید متخصص در کامپیوتـر و یا بانک اطلاعاتی باشد مدیریت کل داده های سازمان را بر عهده دارد و با هماهنگی با مدیریت سازمان، خط مشی ها و تصمیماتی در مورد داده های مؤسسه خود را اتخاذ می کند.

در مدیریت سازمان وقتی از سرمایه سازمان بحث می کنند می گویند از پنج بخش تشکیل می شود.

نرم افزار، سخت افزار، نیروی متخصص، بودجه و داده.

و امـا وظایف اداره کننده بانک در طیفی از وظایف مدیریتی تا وظایف فنی و علمی جای دارد. در واقع می توان DBA را بعـنوان تیمـی تخصصـی بـه سرپرسـتی DBA (مدیر بانک اطلاعاتی) در نظر گرفت که با متخصص هایی نظیر DA ،

مسئول مستقیم تیم های برنامه سازی، مدیر کنترل کننده عملکرد خود سیستم و ... در خصوص بانک اطلاعاتی همکاری دارند.

بطور کلی می توان وظایف DBA را به شرح زیر بیان نمود:

۱ – همکاری با DA در تفهیم اهمیت و نقش داده سازمان.

۲ – همکاری در معرفی تکنولوژی بانک اطلاعاتی و جنبه های مختلف ارجحیت آن بر تکنولوژی غیر بانکی

۳ – تلاش در مجاب کردن سازمان در استفاده از تکنولوژی کارا تر

٤ – مطالعه دقیق محیط عملیاتی و تشخیص نیازهای کاربران مختلف

٥ – بازشناسی موجودیت ها و ارتباطات بین آنها و تعیین صفات خاصه هر یک از انواع موجودیتها

٦ – رسم نمودار E-R

۷ – تخمین حجم اطلاعات ذخیره شدنی در بانک

۸ – مشارکت در تعیین سیستم مدیریت بانک اطلاعاتی با توجه به امکانات کامپیوتری و محیط

۹ – مشاوره و مشارکت در تعیین سیستم کامپیوتری و پیکربندی آن از لحاظ ملزومات سخت افزاری و نرم افزاری سیستم عامل

۱۰ – طراحی سطح ادراکی بانک و نوشتن شمای ادراکی

۱۱ – ایجاد پایگاه با داده های تستی

۱۲ – تعریف دیدهای خارجی کاربران برنامه ساز

۱۳ – نظارت در نوشتن شمای خارجی

۱٤ – نظارت در جمع اوری داده ها و ورود داده ها

۱٥ – تست پایگاه با داده های واقعی (آغاز پیاده سازی پایگاه)

۱٦ – تعیین ضوابط دستیابی به بانک برای کاربران با توجه به نیازهای اطلاعاتی آنها

۱۷ – نظارت و دخالت در تهیه مستندات سیستم

۱۸ – تأمین جامعیت بانک از طریق حفظ کیفیت، کنترل دستیابی و حفاظت از محرمانگی محتوای بانک

۱۹ – کمک به کاربران و آموزش آنان در برنامه ریزی در دستیابی به داده ها و کار با آنها

۲۰ – حفظ ایمنی بانک

۲۱ – پیش بینی روشهای ترمیم و استراتژی لازم برای پشتیبانی

۲۲ – معاصر نگه داشتن پایگاه با پیشرفتهای تکنولوژیک

۲۳ – تلاش در جهت ارتقاء سطح تخصصی افراد و کاربران

۲٤ – نظارت به کارایی و پاسخ به تغییر نیازها

- **دیکشنری داده ها (کاتالوگ سیستم)**

یک DBMS برای انتخاب نحوه اجرای عملیات روی بانک اطلاعاتی تحت کنترل خود اطلاعاتی را از آن بانک تحت عنوان کاتالوگ سیستم نگهداری می کند. در واقع کاتالوگ جائی است که تمام شماهای مختلف (خارجی ، مفهومی و داخلی) و تمام نگاشتهای متناظر با آنها در آن نگهداری می شوند. به بیان دیگر کاتالوگ شامل اطلاعات تفضیلی (که گاه فرا داده نامیده می شوند) مربوط به اشیاء متعددی است که در خود سیستم قرار دارند .

بطور کلی اطلاعات زیر در آن نگهداری می شود :

- نام ساختارهای داده ای در چارچوب مدل داده ای مشخص مثلاً نام جداول در بانک رابطه ای
- نام موجودیتها و ارتباطات بین آنها
- نام صفات خاصه هر موجودیت، نوع و طیف مقادیر
- شماهای خارجی کاربران
- شمای ادراکی
- مشخصات فنی کاربران و چگونگی حق دستیابی انها به داده ها و محدوده عملیات مجاز آنها
- رویه های تبدیل بین سطوح مختلف
- تاریخ ایجاد داده ها

۷-٤- دلایل استفاده از بانک اطلاعاتی: ? Why Database

۷-٤-۱- مزایای بانک اطلاعاتی چند کاربری :

۱ – امکان مدلسازی داده های عملیاتی بر اساس سمانتیک آنها

۲ – وحدت ذخیره سازی کل داده های محیط عملیاتی

وجود سطح ادراکی در معماری پایگاه داده ها امکان می دهد تا کل داده های عملیاتی یکبار آنگونه که طراح می بیند تعریف و ذخیره شوند. این وحدت ذخیره سازی در عین تعدد نشاندهنده دیدهای کاربران است.

۳ – اشتراکی شدن داده ها

امکان استفاده کاربران از داده واحد ذخیره شده بصورت اشتراکی

٤ – کاهش میزان افزونگی

٥ – تضمین جامعیت داده ها

٦ – امکان اعمال ضوابط دقیق ایمنی

سیستم مدیریت بانک اطلاعاتی با اعمال کنترل متمرکز از هرگونه اقدام برای دستیابی غیر مجاز به داده ها جلوگیری می کند

۷ – امکان ترمیم داده ها

سیستم مدیریت بانک اطلاعاتی با مکانیسم هایی خسارت ناشی از بروز نقص ها و اشتباهات را جبران کرده و داده – های ذخیره شده را ترمیم می کند بنحوی که محتوای بانک وضعیت صحیح خود را باز یابد.

۸ – تأمین استقلال داده ها

هم دلیل این تکنولوژی و هم هدف آن می باشد

تعریف استقلال داده ای:

مصونیت دیدهای کاربران و برنامه های کاربردی در قبال تغییراتی که در سطوح معماری پایگاه پدید می آیند.

استقلال داده ای دو وجه دارد: استقلال داده ای منطقی و فیزیکی

استقلال داده ای فیزیکی یعنی مصونیت دیدهای کاربران و برنامه های کاربردی در قبال تغییراتی که در سطح داخلی پایگاه پدید می آیند، در DBMS های واقعی استقلال داده ای فیزیکی تقریباً صد در صد است زیرا با توجه به معماری چند سطحی پایگاه کاربران در سطح خارجی در یک محیط انتزاعی و منفک از فایلینگ عمل می کنند.

استقلال داده ای منطقی:

یعنی مصونیت برنامه ای کاربردی و دید کاربران در قبال تغییراتی که در سطح ادراکی پدید می آیند. تغییرات سطح ادراکی از دو جنبه پدید می آیند:

۱ – از رشد پایگاه در سطح ادراکی

۲ – در سازماندهی مجدد سطح ادراکی

دلایل رشد پایگاه:

- مطرح شدن نیازهای جدید برای کاربران
- مطرح شدن کار برانی جدید با نیازهای اطلاعاتی جدید

دلایل سازماندهی مجدد:

- تأمین محیط ذخیره سازی کاراتر برای بخشی از پایگاه
- تأمین ایمنی بیشتر برای پایگاه
- تأمین کارایی عملیاتی بیشتر برای DBMS از طریق کاهش آنومالی ها

۹ – تسریع در دریافت پاسخ پرس و جوها

۱۰ – تسهیل در دریافت گزارشهای متنوع آماری

۱۱ – امکان اعمال استانداردها

با کنترل متمرکز روی بانک اطلاعاتی، DBA می تواند اطمینان دهد که تمام استانداردهای مطلوب در نمایش داده ها مورد توجه قرار گرفته است. استانداردهای مطلوب ممکن است حاوی یک یا تمام موارد زیر باشند: استانداردهای بخش، تأسیسات، شرکت، صنعت، ملی و بین المللی.

۱۲– استفاده بهتر از سخت افزار

۷-٤-۲- معایب بانک اطلاعاتی (چند کاربری)

۱- هزینه بالای نرم افزار

۲- هزینه بالای سخت افزار

۳- هزینه بیشتر برای برنامه سازی

٤- هزینه بالا برای انجام مهندسی مجدد به منظور تبدیل سیستم از مشی فایل پردازی به مشی پایگاهی

۵- پیچیده بودن سیستم و نیاز به تخصص بیشتر

۷-۵- معماری سیستم پایگاه داده ها

منظور از معماری سیستم پایگاه داده ها ، نحوه پیکربندی اجزای سیستمی است که در آن حداقل یک پایگاه داده ، یک سیستم مدیریت پایگاه داده ،یک سیستم عامل ، یک کامپیوتر با دستگاههای جانبی و تعدادی کاربر وجود داردو خدمات پایگاهی به کاربران ارائه میکنند.این معماری بستگی به دو عنصر اصلی یعنی سخت افزار و نرم افزار مدیریت DBMS دارد. بطور کلی چهار معماری برای سیستم پایگاه داده ها وجود دارند :

۱- معماری متمرکز

۲- معماری سرویس دهنده – سرویس گیرنده

۳- معماری توزیع شده

٤- معماری با پردازش موازی

۷-۵-۱- معماری متمرکز Centeralized

در این معماری یک پایگاه داده ها روی یک سیستم کامپیوتری و بدون ارتباط با سیستم کامپیوتری دیگر ایجاد میشود. سخت افزار این سیستم می تواند کامپیوتر شخصی ، متوسط و یا بزرگ باشد.سیستمی که بر روی کامپیوتر شخصی ایجاد می شود ،بیشتر برای کاربردهای کوچک و با امکانات محدود است .

۷-۵-۲- معماری سرویس دهنده / سرویس گیرنده CLIENT/SERVER

هر معماری که در آن قسمتی از پردازش را یک برنامه ، سیستم و یا ماشین انجام دهد و انجام قسمت دیگری از پردازش را از برنامه، سیستم و یا ماشین دیگر بخواهد معماری سرویس دهنده و سرویس گیرنده نامیده می شود.

در واقع ، این معماری یک سیستم بانک اطلاعاتی را بصورت یک ساختار دوقسمتی در نظر می گیرد : سرویس دهنده و سرویس گیرنده.تمام داده ها در بخش سرویس دهنده ذخیره شده و تمام برنامه های کاربردی در بخش سرویس گیرنده قرار میگیرند.

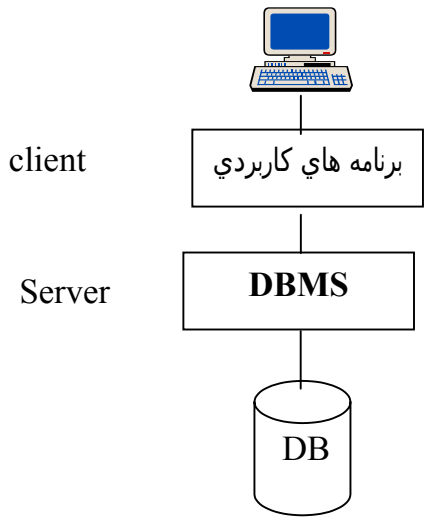
الف- سرویس دهنده :

یک سیستم بانک اطلاعاتی است که از تمام عملیات اصلی یک DBMS پشتیبانی میکند.در واقع میتوان نام دیگری برای DBMS را سرویس دهنده نیز بطور ساده در نظر گرفت.

ب -سرویس گیرنده :

سـرویس گیـرنده هـا برنامه های کاربردی مختلفی هستند که بر روی DBMS قرار دارند. از قبیل : برنامه های کاربردی نوشته شده توسط کاربران و برنامه های کاربردی تعبیه شده در سیستم.

شکل ساده شده ای از معماری سرویس دهنده /سرویس گیرنده را در زیر می بینید :



معمـاری سـرویس دهـنده ، سـرویس گیـرنده بصـورتهای چـند سرویس گیرنده – یک سرویس دهنده ، یک سرویس گیرنده – چند سرویس دهنده و چند سرویس گیرنده –چند سرویس دهنده نیز مطرح است.

مزایای این معماری نسبت به معماری متمرکز :

- تقسیم پردازش
- کاهش ترافیک شبکه در معماری حول شبکه
- استقلال ایستگاه های کاری
- اشتراک داده ها

۷-۵-۳- معماری توزیع شده : Distributed

ایـن معمـاری حاصـل تـرکیب دو تکـنولوژی اسـت : تکـنولوژی پایگاه داده ها و تکنولوژی شبکه . در یک نگاه کلی میتوان پایگاه داده توزیع شده را مجموعه ای از داده های ذخیره شده که از نظر منطقی متعلق به یک سیستم می باشند و روی سایت های مختلف یک یا بیش از یک شبکه توزیع گردیده اند ، در نظز گرفت.

برخی ویژگیهای این معماری عبارتند از :

- مجموعه ای است از داده های مرتبط و مشترک
- داده ها به بخشهای تقسیم و در سایت ها توزیع شده اند.
- بعضی از بخشها ممکن است در چند نسخه (بطور تکراری) در سایتها ذخیره شوند.
- سایتها از طریق یک شبه با هم ارتباط دارند.
- داده های ذخیره شده در هر سایت تحت کنترل یک DBMS می باشند.

مهمترین اصل در سیستم پایگاهی توزیع شده این است که سیستم باید چنان عمل کند که از نظر کاربران مشابه با یک پایگاه داده متمرکز باشد.این ویژگی تحت عنوان شفافیت در سیستمهای توزیع شده مطرح است و تفاوت سیستمهای توزیعی و سرویس گیرنده – سرویس دهنده نیز در همین است.

۷-۵-۳- ۱- مزایای این معماری

- سازگاری و هماهنگی با ماهیت سازمانهای نوین
- کارایی بیشتر در پردازش داده ها بویژه در سیستمهای بسیار بزرگ
- دستیابی بهتر به داده ها

۳-۵-۳-۲- معایب

- پیچیدگی طراحی سیستم
- پیچیدگی پیاده سازی
- هزینه بیشتر

۷-۵-٤- معماری با پردازش موازی: Parallel

این معماری با ساخت و گسترش ماشینهای موازی ، برای ایجاد پایگاه دادهای بسیار بزرگ مورد توجه قرار گرفت . این معماری گسترش یافته معماری توزیع شده است و برای تامین کارایی و دستیابی سریع طراحی میشود. برای ایجاد پایگاه داد ها با معماری پردازش موازی ، بطور کلی چندین طرح از این معماری وجود دارد که مطالعه آنها خارج از مطالب این درس است:

- معماری با حافظه مشترک
- معماری با دیسک مشترک
- معماری سلسله مراتبی

۷-٦- سیستم پایگاه داده های همراه Mobile Database System

با رشد سریع تکنولوژی ارتباطات ، نوع جدیدی از سیستم پایگاه داده ها پدید آمده و در حال گسترش است که سیستمهای پایگاه داده همراه نامیده میشوند. در این معماری ، یک یا بیش از یک کامپیوتر متوسط یا بزرگ نقش سرویس دهنده را ایفا میکند. هر کاربر کامپیوتر کوچک همراه خود را دارد که در آن داده های عملیاتی و برنامه های کاربردی مورد نیازش ذخیره شده اند.کاربر میتواند از هر جایی با سیستم سرویس دهنده مورد نظرش مرتبط بوده و پردازش های مورد نظرش را انجام دهد.

موضوعات تحقیقاتی:

۱- به نظر شما چه عواملی در انتخاب یک DBMS نقش دارند ؟

۲- یک DBMS رابطه ای را در نظر گرفته و اجزای آن را بررسی نمایید.

۳- ODBC

٤- JDBC

تمرینات این فصل:

۱) سیستم پایگاهی چه مزایایی نسبت به سیستم ناپایگاهی دارد؟
۲) نقش پایگاه داده ها در مدیریت و فعالیت یک سازمان چیست؟
۳) به نظر شما معایب تکنولوژی پایگاه داده ها چیست؟
۴) چرا معماری پایگاه داده ها باید در چند سطح طراحی می شود؟
۵) چگونه در سیستم پایگاه داده ها، "وحدت ذخیره سازی" در عین تعدد دیدهای کاربران، تامین می شود؟
۶) سطوح انتزاعی در معماری پایگاه داده ها یعنی چه؟ چگونه تامین می شود؟
۷) سطح خارجی معماری ANSI (مفهوم دید) چه مزایا و چه معایبی دارد؟
۸) مراحل طراحی و پیاده سازی پایگاه داده ها را شرح دهید.
۹) در طراحی پایگاه فیزیکی چه عواملی را باید در نظر گرفت؟
۱۰) کدامیک از فازهای طراحی پایگاه داده ها مستقل از DBMS انجام می شود؟
۱۱) استقلال داده ای چیست؟ تامین استقلال داده ای فیزیکی آسان تر است یا استقلال داده ای منطقی؟
۱۲) تغییرات در محیط فایلینگ پایگاه کدامند؟
۱۳) وظایف DBA چیست؟
۱۴) DBMS چگونه به درخواست کاربر پاسخ می دهد؟ (توضیح با رعایت ترتیب عملیات)
۱۵) متاداده (Meta Data) چیست؟ حاوی چه اطلاعاتی است؟ به چه کار می آید؟
۱۶) با یک طرح، دو بخش اصلی DBMS و محیط پایگاه داده ها را نشان دهید و اجزای تشکیل دهنده DBMS را نام ببرید.
۱۷) DSL چیست و چه خصوصیات و جنبه هایی باید داشته باشد؟
۱۸) DSL رویه ای و DSL نارویه ای چیست؟
۱۹) یکی از مزایای تکنولوژی پایگاه داده ها، ایجاد سازش بین نیازهای گاهی متضاد کاربران است. این تضادها از چه نظرهایی مطرح هستند؟
۲۰) به نظر شما تحت چه شرایطی می توان (و نه لزوما باید!) از استفاده از تکنولوژی پایگاه داده ها صرفنظر کرد؟ در این صورت چگونه محیط ذخیره و بازیابی اطلاعات را باید ایجاد کرد؟
۲۱) در انتخاب DBMS چه هزینه هایی را باید در نظر گرفت؟
۲۲) چه جنبه هایی از سطح داخلی را باید در انتخاب DBMS در نظر گرفت؟

فصل هشتم : ترمیم

۸-۱-تعریف ترمیم

ترمیم : یعنی امکان تشخیص اشکالات احتمالی ایجاد شده در حین اجرای برنامه و بازسازی بانک اطلاعاتی که احتمالاً در اثر بروز اشکال در سیستم ناقص شده است. برای تشخیص اشکال و ترمیم بانک دو کار بایستی انجام شود:

الف : اقدامات قبل از بروز مشکل

وقتی برنامه اجرای عادی خود را انجام می دهد باید DBMS یکسری اطلاعات را ذخیره کند تا اگر مشکلی پیش آمد بتواند ترمیم نماید . در این مرحله بعنوان پیش بینی بروز مشکل ،در حین اجرای برنامه اقدام به ذخیره سازی اطلاعاتی می شود تا در صورت بروز مشکل بتوان با استفاده از آنها اثر نامطلوب روی اطلاعات را خنثی نمود.

ب :اقدامات بعداز بروز اشکال

شامل اقداماتی است که DBMS با استفاده از اطلاعات ذخیره شده در مرحله قبل انجام می دهد تا ناهماهنگی و ناسازگاری ایجاد شده در بانک در اثر بروز اشکال را رفع نماید.

۸-۲- مدیریت ترمیم:

یکی از قسمتهای DBMS مدیریت ترمیم می باشد که مسئولیت حفظ یکپارچگی اطلاعات در حین اجرای برنامه به عهده آن است . این مسئولیت بصورت زیر انجام می شود:

الف: تشخیص اشکال : اگر در حین اجرای برنامه مشکلی در سیستم رخ داده باشد تشخیص داده می شود.

ب: حفظ یکپارچگی : اگر برنامه نیمه کاره رها شده باشد باعث عدم یکپارچگی اطلاعات شده و آن را رفع می کند.

۸-۲-۱-دسته بندی خطاها :

۱-خطاهای تراکنش ها

الف)خطاهای منطقی: در صورت کامل نشدن تراکنش

ب)خطاهای سیستمی : بانک اطلاعاتی ممکن است یک تراکنش در حال اجرا را متوقف کند که این امر ممکن است در اثر خطا و یا وجود بن بست صورت گیرد.

۲-خطای خرابی سیستم :

خطای سخت افزار و یا خطای نرم افزاری باشد که باعث خرابی سیستم می گردد.

۳-خطای دیسک:

خرابی هد دیسک و یا خطاهای مشابه که باعث از بین رفتن بخشی از یک دیسک می گردند.

۸-۳- ترمیم با استفاده از ثبت وقایع (Log-Based Recovery)

رایجترین شیوه رفع اشکال ، ثبت وقایع می باشد که در حین اجرای عادی تراکنش یکسری اطلاعات بنام log که مبین تغییرات اعمال شده در اطلاعات است ذخیره شده تا در صورت لزوم از آنها برای ترمیم اطلاعات استفاده گردد.در حین اجرای هر تراکنش اطلاعت زیر در log ثبت می گردند:

-ثبت شروع تراکنش : وقتیکه تراکنش Ti شروع می شود اطلاعت <Ti,Start> بر روی رکورد log ثبت می گردد.

-ثبت عملیات تراکنش که در ازای هر عمل Write انجام می گیرد . اطلاعات <Ti,Xi,V1,V2> در log ثبت می شود که V1مقدار Xj قبل از عمل Write و V2 مقدار نوشته شده در X می باشد.(بعد از عمل پردازش)

-ثبت پایان تراکنش

وقتیکه تراکنش پایان یافت رکورد <Ti,Commit> در log نوشته می شود.

برخی نکات مهم :

۱-زمان ثبت رکورد log:

قبل از اجرای هر دستور write در یک تراکنش ، رکورد شرح وقایع آن باید ایجاد شده و در حافظه ثانویه ذخیره شده باشد تا در صورت لزوم بتوان از آن برای اعمال ترمیم اطلاعات استفاده کرد.

۲-نحوه استفاده از log :

در صورت بروز مشکل در اجرای تراکنش پس از راه اندازی مجدد سیستم اطلاعات log را بررسی کرده و در صورت لزوم اقدام به ترمیم اطلاعات می کند.

۳-دستورات مورد استفاده در ترمیم:

در شیوه log دو دستور زیر برای ترمیم بانک اطلاعاتی استفاده می شوند:

الف) دستور Redo

با اجرای این دستور ، عملیات اجرا شده توسط تراکنش برای حصول یکپارچگی بانک اطلاعاتی با استفاده از اطلاعات ذخیره شده در log دوباره اجرا می شوند. بایستی توجه داشت با اجرای دستور فوق عملیات تراکنش ممکن است روی بعضی از اطلاعات دوبار و بعضی دیگر یکبار اعمال شوند.در اینصورت اجرای دوباره تراکنش نباید باعث عدم یکپارچگی اطلاعات شود که با استفاده از رکورد ثبت وقایع انجام می شود.

ب) دستور Undo

با اجرای این دستور عملیات اجرا شده توسط تراکنش برای حصول یکپارچگی بانک اطلاعاتی با استفاده از اطلاعات ذخیره شده در log خنثی می گردند.

۸-٤-متدهای ترمیم بکار رفته در روش log-based (ثبت وقایع)

می دانیم بحث ترمیم موقعی مطرح است که حداقل یک عمل نوشتن داشته باشیم . در رابطه با اعمال نتیجه یک تراکنش دو شیوه مطرح می شود:

۱-تاخیر اعمال تغییرات.

۲-اعمال آنی تاثیرات.

۸-٤-۱-روش تاخیر اعمال تاخیرات Deferred Database Modification

در این روش تمامی اعمال نوشتن تا انتهای تراکنش به تاخیر می افتند. بعبارتی اگر در یک تراکنش دو دستور write(A)و write(B) بصورت زیر داشته باشیم:

read(A)
write(A)
.read(B)
..
write(B)

دستور write(A)وwrite(B) را در آخر تراکنش انجام می دهد.

اطلاعاتی که در این روش بایستی در log ثبت گردد بصورت زیر می باشد:

-تراکنش با نوشتن دستور **<Ti,Start>** در log آغاز می شود.

با توجه به عملکرد مکانیزم ترمیم نیازی به نگهداری V1 در write(x) نمی باشد (چون عمل Undo نداریم) لذا اطلاعات **<Ti,X,V>**درlog ثبت می شود که V مقدار جدید X است.عمل نوشتن در این لحظه صورت نمی پذیرد بلکه به تاخیر می افتد.

-قبل از اینکه اولین write اجرا شود رکورد **<Ti,Commit>** را در log ثبت می کند. (commit سیستم بعد از آخرین write است اما دستور commit ای که در log ثبت می شود قبل از اولین write می باشد).

- **روش ترمیم:**

با توجه به اینکه در چه مرحله ای از تراکنش سیستم دچار مشکل شده است ترمیم بصورت زیر انجام می شود:

الف)قبل از پایان عملیات تراکنش:

در اینصورت اطلاعات درون log بصورت زیر می باشد:

<Ti,Start>
<Ti,X1,V1>
.
<Ti,Xi,Vi>

لذا از عملیات انجام شده صرفنظر می گردد. زیرا اثر اجرای تراکنش قبل از خرابی سیستم روی پایگاه داده منعکس نشده است لذا اجرای آن نادیده گرفته می شود.

ب) پس از پایان عملیات تراکنش :

در اینصورت اطلاعات log بصورت زیر است:

<Ti,Start>
<Ti,X1,V2>
<Ti,Xn,Vn2>
<Ti,Commit>

لـذا چـون عملـیات تـراکنش قـبل از خرابـی سیسـتم پایان یافته است و از طرفی ممکن است ثبت تمامی آنها انجام نشده است لذا اجرای دوباره تراکنش صورت می پذیرد یعنی دستور <redo,Ti> انجام می شود.

مثال :فرض کنید تراکنش های T0و T1را داریم و T0قبل از T1 اجرا می شود:

T0 :Read(A)
A:=A-50000
write(A)
Read(B)
B:=B+50000
write(B)

T1 :Read(C)
C:=C-100
write(C)

با توجه به اطلاعات موجود در LOG خواهیم داشت:

الف) **<T0,Start>**
<T0,A,950000>
< T0,B,2050000>

در این حالت هیچ عملی صورت نمی گیرد.

ب) **<T0,Start>**
<T0,A,950000>
< T0,B,2050000>
<T0,Commit>
<T1,Start>
<T1,C,600>

در این حالت Redo(T0)

ج) **<T0,Start>**
<T0,A,950000>
< T0,B,2050000>
<T0,Commit>
<T1,Start>
<T1,C,600>
<T1,C,500>
<T1,Commit>

در این حالت Redo(T0) و متعاقبا" Redo(T1) انجام می گیرد.

۸-٤-۲- شیوه اعمال آنی تغییرات (Immediate database Modification)

در ایـن روش حاصل هر عملیات write روی بانک اطلاعاتی سریعا" به بانک منعکس می شود بعبارت دیگر هر دستور write در محـل ظهـور خود اجرا می شود. از آنجائیکه در اینجا عمل undo نیز داریم لذا مقدار قبلی و مقدار جدید هر متغییر نیاز است.

اطلاعاتی که در log ثبت می گردند بترتیب زیر می باشد:

۱-ثبت <Ti,Start> قبل از شروع تراکنش این دستور در log ثبت می شود.

۲-ثبت <Ti,X,V1,V2> قبل از اجرای هر write

۳-ثبت <Ti,Commit> پس از اجرای آخرین دستور تراکنش

شیوه ترمیم :

با توجه به اطلاعات موجود در log به یکی از حالات زیر عمل می شود.

الف) حذف اثر تراکنش Undo(Ti)

ایـن حالـت موقعـی اجـرا می شود که احتمالا" بخشی از پایگاه اصلاح شده و اطلاعات موجود در log برای اعمال بقیه اصلاحات نیز کافی نباشد . بعبارت دیگر موقعی که دستور **<Ti,Start>**در log باشد ولی **<Ti,Commit>** نباشد.

ب)اجرای دوباره تراکنش redo(Ti)

این حالت موقعی اجرا می شود که احتمالا" بخشی از بانک اطلاعاتی اصلاح شده و اطلاعات موجود در log برای اعمال بقیه اصلاحات نیز کافی است . بعبارت دیگر در صورتی صادر می شود که <Ti,Start> و<Ti,Commit> در logباشد.

- **مثال از حالت اعمال آنی تغییرات:**

مثال قبل را در نظر بگیرید فرض کنید در log در سه زمان مختلف داده های زیر قرار گرفته باشند.

الف	ب	ج
<T0,Start>	<T0,Start>	<T0,Start>
<T0,A,1000000,950000>	<T0,A,1000000,950000>	<T0,A,1000000,950000>
<T0,B,2000000,2050000>	<T0,B,2000000,2050000>	<T0,B,2000000,2050000>
	<T0,Commit>	<T0,Commit>
	<T1,Start>	<T1,Start>
	<T1,C,600,500>	<T1,C,600,500>
		<T1,Commit>

عمل ترمیم برای هریک از سه حالت بالا به صورت زیر است:

الف)undo(T0) در B مقدار ۲۰۰۰۰۰۰ و در A مقدار ۱۰۰۰۰۰۰ ذخیره می شود

ب)undo(T1) و redo(T0)

ج)redo(T0) و redo(T1)

۸-۵- عملیات کنترل زمانی (Check Point)

هنگامیکه پس از رفع اشکال سیستم مجددا" راه اندازی می شود در اولین مرحله اطلاعات log را کنترل کرده و براساس آن دستورات redoو undo را جهت ترمیم بانک اطلاعاتی انجام می دهد این عمل اگرچه صحت بانک را به هم نمی زند ولیکن باعث دو اشکال زیر می گردد:

۱- بررسی تمام رکوردهای log زمانگیر است

۲- تعداد زیادی تراکنش دوباره اجرا می شوند در صورتیکه واقعا" نیازی به اجرای آنها نیست و لذا باعث اتلاف وقت می گردد.

بر اساس عمل ترمیم می توانند در زمانهای مختلف کنترل شود و این کار می تواند به صورت زیر انجام شود:

الف) تمامی رکوردهای log را از حافظه اصلی به حافظه ثانویه منتقل کرد.

ب) تمامی بلوکهای حاوی رکوردهای اصلاح شده به حافظه ثانویه منتقل شود.

ج) یک رکورد تحت عنوان <check point> در log وارد می شود که بیانگر این است که سیستم تا این لحظه سالم بوده و در اجرای عملیات مشکلی پیش نیامده است.

نحوه اعمال کنترل زمانی :

چگونگی برخورد با تراکنش های اجرا شده براساس قرارگرفتن <Ti,Commit> نسبت به رکورد<check point> بصورت زیر مشخص می شود:

(فرض کنید Tc آخرین رکورد check point و Tf زمان خرابی سیستم باشد)

الف) <Ti,Commit> قبل از عمل Tcباشد:

در اینصورت تراکنش نادیده گرفته می شود زیرا عملیات تمام شده و تراکنش ثبت شده است.

ب) <Ti,Commit> بعد از Tn و قبل از Tfباشد:

در اینصورت با اجرای دستور redo تراکنش اجرای دوباره می شود.

ج)عدم حضور <Ti,Commit>

در این حالت تراکنش نیمه تمام رها شده و لذا با توجه به شیوه اجرای تراکنش به یکی از حالتهای زیر عمل می شود:

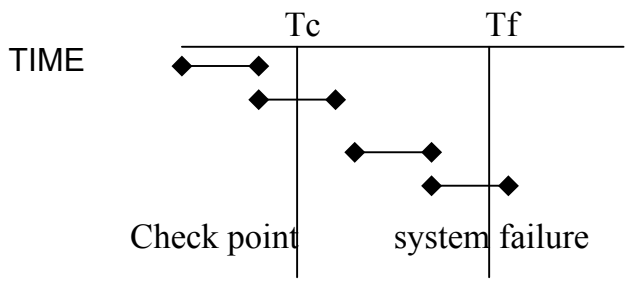
- **اعمال آنی تغییرات:**

در اینصورت اثر احتمالی تراکنش هایی که <Ti,Commit> آنها در log ظاهر نشده است با اجرای دستور undo روی بانک خنثی می شوند.

- **تاخیر اعمال اصلاحات:**

در اینصورت تراکنش هایی که <Ti,Commit> آنها در log ظاهر نشده است نادیده گرفته می شوند.

مثال : فرض کنید در زمانهای مختلف تراکنش های T1 و T4 همراه با Check point بصورت نمودار زیر ظاهر شده باشند.



با توجه به شکل داریم :

- T1 می تواند نادیده گرفته شود.

- T2و T3 دوباره اجرا می شوند.
- T4 نادیده گرفته می شود(و اثر آن خنثی می گردد).

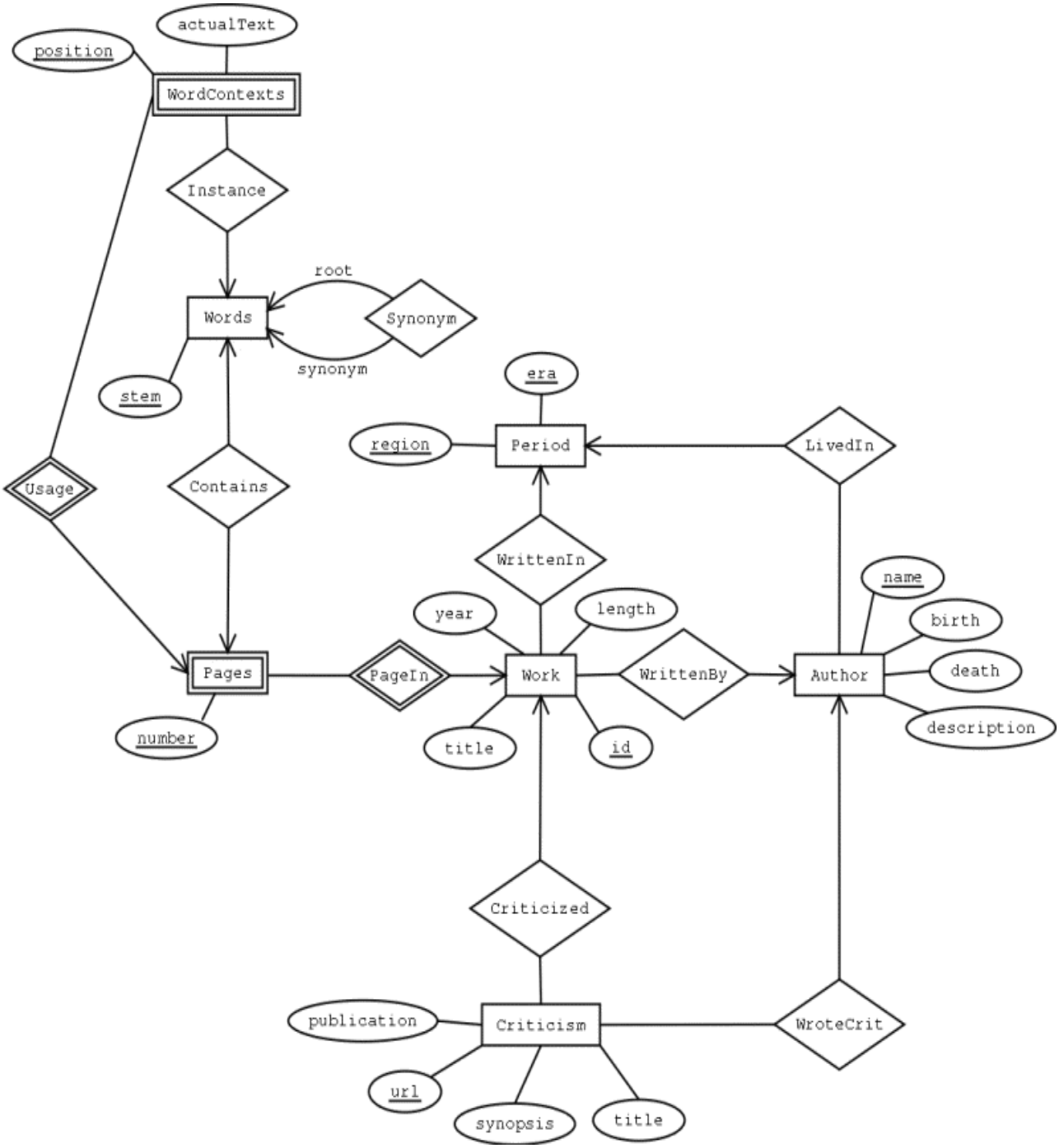
یک مثال عملی :

LitSearch

As part of an introductory databases class at Stanford, I designed LitSearch, a database application which stores data on nearly 4000 titles and their authors as well as literary criticism related to these works. It also contains a full text index of about 100 of them. The project allows users to perform searches on the book metadata, as well as full-text searches on the bodies of the works. It also features a "motif search" which uses synonyms to find passages that are similar to a phrase that the user enters into the search box. It's very unrefined, but can produce some interesting results.
The data was collected from a number of public-domain sources, including Project Gutenberg and The Internet Public Library.
This page describes the various stages of my project, from the conceptual E/R diagram, to the Java Servlet-based front end. Additionally, I decided to port my database project to MySQL, which I also describe below.

LitSearch: Entity/Relationship Diagram

Description of Entity Sets
Words: word stems that are used throughout all of the works that are cataloged in the database. It's a sort of lexicon containing every stem that the parser has ever come across.
WordContexts: the full word that a particular instance of a stem corresponds to. Includes any punctuation/whitespace surrounding the word used.
Criticism: online literary criticism of a particular work. Contains metadata for the criticism as well as the URL where the criticism may be found.
Author: information about authors.
Period: information about the various regions and eras used to classify works, such as "19th Century American"
Works: information about works (books, collections, etc.) in the database.
Pages: data on individual pages in a work. This is a weak entity set because the key here is the page number, so a work is required for uniqueness.



LitSearch: Conversion to a relational schema

The following is the translation of the E/R Diagram into relations. Everything is in BCNF and 4NF.

Conversion of Entity Sets

`Words(`<u>stem</u>`)`

```
Criticism(publication, url, synopsis, title)
Author(name, birth, death, description)
Period(region, era)
Works(id, title, year, length)
```

Conversion of Relationships

```
Pages(work, pageNumber)
WordContexts(work, pageNumber, position, actualText)
Instance(word, work, pageNumber, position)
Synonym(root, child)
WrittenIn(work, region, era)
Criticized(work, url)
WroteCriticism(author, url)
LivedIn(name, region, era)
WrittenBy(author, work)
```

Functional Dependencies

```
Criticism:    url -> publication, synopsis, title
Author:       name -> birth, death, description
Works:        id -> title, year, length
WordContexts: work, pageNumber, position -> actualText
```

LitSearch: SQL Schema

When translated into Oracle SQL, and after constraints and foreign keys are added, the schema becomes:

```
CREATE TABLE Author (
  name        varchar(128) primary key,
  birth       int,
  death       int,
  description clob
);

CREATE TABLE Criticism (
  title       varchar(255),
  critic      varchar(128),
  url         varchar(255) primary key,
  synopsis    clob,
  publication varchar(255),
  unique (title, critic)
);


CREATE TABLE Period (
  region    varchar(64),
  era       varchar(32),
  primary key(region, era)
);


CREATE TABLE Work (
  id           number(5) primary key,
  title        varchar(255),
  year         number(5),
  length       number(8) check (length >= 0)
);

CREATE TABLE Word (
```

```
  id      number(6) primary key,
  word    varchar(32)
);

CREATE TABLE WroteCriticism (
  url         varchar(255) references Criticism(url),
  name        varchar(128) references Author(name),
  primary key (url, name)
);

CREATE TABLE LivedIn (
  region    varchar(64),
  era       varchar(32),
  name      varchar(128) references Author(name),
  primary key (region, era, name),
  foreign key (region, era) references Period(region, era)
);

CREATE TABLE WrittenIn (
  region    varchar(64),
  era       varchar(32),
  work      number(5) references Work(id),
  primary key (region, era, work),
  foreign key (region, era) references Period(region, era)
);

CREATE TABLE Synonym (
  root   number(6) references Word(id),
  child  number(6) references Word(id),
  primary key (root, child)
);


CREATE TABLE Criticized (
  url     varchar(255) references Criticism(url),
  work    number(5) references Work(id),
  primary key (url, work)
);

CREATE TABLE WrittenBy (
  work   number(5) references Work(id),
  name   varchar(128) references Author(name),
  primary key (work, name)
);

CREATE TABLE Page (
  work        number(5),
  pageNumber  number(5),
  primary key (work, pageNumber)
);

CREATE TABLE Instance (
  word       number(6),
  work       number(5),
  pageNumber number(5),
  position   number(4),
  primary key (word, work, pageNumber)
);

CREATE TABLE WordContext (
  work       number(5),
```

```
  pageNumber number(5),
  position   number(4),
  actualText varchar(128),
  primary key (word, pageNumber, position)
);
```

LitSearch: Data Acquisition

Creating the Synonym table

The synonym table was generated from a comma-separated version of Roget's Thesaurus from the early 1900's (the copyright had expired). Each row in the table contains the root word (the thesaurus entry), and a number of child words (the words listed as synonyms of the word). CreateThesaurus.java is a simple Java program that handles this parsing.

Parsing Author, Work, and Criticism Metadata

The information about authors, works, and literary criticism was parsed from online resources at Project Gutenberg and the Internet Public Library. I wrote special-case parsers to handle these pages. The parsers for the author data are given below; the others are similar.

Parsing Works

Works are stored in Project Gutenberg as plain text. I wrote a script to download these texts and then parse their contents into the database. After downloading the text, the header and footer that Project Gutenberg places on the text were removed. Then the body was tokenized to find individual words. Words were then "stemmed", meaning that the suffixes were stripped off such that similar words like "falling", "fallen", and "falls" would all map to the same stem, "fall". This was done such that keyword searches would also return hits containing similar words. It had the additional benefit of keeping the vocabulary size smaller. The algorithm I used was the Porter Algorithm, for which there was a public-domain implementation available.

My source code for acquiring data is very unpolished, since we were not required to turn it in.

Creating the synonym table

- CreateThesaurus.java

Parsing Authors

- getauthors.pl
- stripauthors.pl

Parsing Works

- fetch.pl
- AddBook.java
- PorterStemmer.java

LitSearch: MySQL Port

Why MySQL?

The accounts we were given on the Oracle server had a 50MB quota. Unfortunately, the database I wanted to load consisted of about 100 works, at 2 to 5 MB each. Factoring in

indicies and such, the total disk space required to store this data was well over 1 GB. Figuring that the CS department might balk at a request for so much space for a class project, I decided to run the project on my own box. And not wanting to pay for an Oracle license, I decided to run an open-source alternative, MySQL and port my SQL code to work under MySQL.

I originally thought that the task of porting to MySQL would be relatively simple. Unfortunately, MySQL does not support some essential functionality. Specifically related to this project, MySQL doesn't support subqueries, views, stored procedures, triggers, and foreign keys. Some workarounds are discussed in MySQL's list of missing functionality. Additionally, I was unable to find a way to hint the MySQL planner, so certain operations that should have used indicies apparently were not doing so, causing severe performance problems. As a result, I was forced to change the database schema slightly, and the MySQL schema I used for creating the web application was as follows:

```
CREATE TABLE Author (
name        varchar(128) NOT NULL PRIMARY KEY,
birth       integer NOT NULL,
death       integer NOT NULL,
description text
);

CREATE TABLE AuthorCriticized (
url         varchar(255) NOT NULL,
name        varchar(128) NOT NULL,
PRIMARY KEY (url, name)
);

CREATE TABLE Criticism (
title       varchar(255),
critic      varchar(128),
url         varchar(255) NOT NULL PRIMARY KEY,
synopsis    text,
publication varchar(255),
keywords    varchar(255)
);

CREATE TABLE PageContainsWord (
word        mediumint NOT NULL,
page        mediumint NOT NULL,
PRIMARY KEY (word, page)
);

CREATE TABLE Period (
region      varchar(64) NOT NULL,
era         varchar(32) NOT NULL,
PRIMARY KEY (region, era)
);

CREATE TABLE PeriodLived (
region      varchar(64) NOT NULL,
era         varchar(32) NOT NULL,
name        varchar(128) NOT NULL,
PRIMARY KEY (region, era, name)
);

CREATE TABLE PeriodWritten (
region      varchar(64) NOT NULL,
era         varchar(32) NOT NULL,
```

```
work        integer NOT NULL,
PRIMARY KEY (region, era, work)
);


CREATE TABLE Syn (
root        integer NOT NULL,
child       integer NOT NULL,
PRIMARY KEY (root, child)
);

CREATE TABLE UniquePage (
id           mediumint NOT NULL PRIMARY KEY,
work         smallint NOT NULL,
page         smallint NOT NULL,
global_start integer NOT NULL,
global_end   integer NOT NULL
);

CREATE UNIQUE INDEX uniquepage_idx1 ON UniquePage(global_start);

CREATE TABLE Word (
id          integer NOT NULL PRIMARY KEY,
word        varchar(32) NOT NULL
);

CREATE INDEX word_idx1 ON Word(word);

CREATE TABLE WordDetails (
gpos        integer NOT NULL PRIMARY KEY,
context     char(24)
);

CREATE TABLE WordInstance (
word        mediumint NOT NULL,
gpos        integer NOT NULL,
prev        mediumint NOT NULL,
PRIMARY KEY (word, gpos)
);

CREATE TABLE Work (
id           integer NOT NULL PRIMARY KEY,
title        varchar(255),
year         integer,
length       integer,
gutenberg_id varchar(20),
include      integer
);

CREATE TABLE WorkCriticized (
url          varchar(255) NOT NULL,
work         integer NOT NULL,
PRIMARY KEY (url, work)
);

CREATE TABLE WrittenBy (
work         integer NOT NULL,
name         varchar(128) NOT NULL,
PRIMARY KEY (work, name)
);
```

In retrospect, I probably should have used PostgreSQL, which is also open-source, and supports subqueries and most of the functionality that Oracle supports. But I didn't know about it at the time, so I ended up doing the MySQL port.

LitSearch: Views & Triggers

Views

This section creates two views, one which displays a human-readable view of various information regarding a book including the title, year written, author, region written and era written. The second view displays the text of words which are synonyms. The "Synonym" table stores the id numbers of words that are synonyms -- the view shows what the text of those words are.

```
CREATE VIEW ReadableBookInfo AS
  SELECT Work.title as title, Work.year as year_written,
         Author.name as author, WrittenIn.region as region,
         WrittenIn.era as era
  FROM Work, Author, WrittenIn, WrittenBy
  WHERE Work.id = WrittenBy.work and
        WrittenBy.name = Author.name and
        WrittenIn.work = Work.id;

CREATE VIEW Synonyms AS
  SELECT w1.word as root, w2.word as child
  FROM Word w1, Word w2, Synonym syn
  WHERE w1.id = syn.root AND
        w2.id = syn.child;
```

Triggers

This section creates two triggers on the database. The first causes a little fake review to be entered in to the databse every time a new work is added to the database. The second creates an entry in the synonym table with both entries as the same value (since every word is a synonym of iteself) every time a new word is added to the vocabulary.

```
CREATE TRIGGER GoodReviewsTrig
  AFTER INSERT ON Work
  FOR EACH ROW
  WHEN (NEW.title LIKE '%computer%')
  BEGIN
    INSERT INTO Criticism VALUES
     (:NEW.title || ' is a great book',
      'Keith Ito',
      'http://www.stanford.edu/~keithito/' || :NEW.id || '.html',
      'I thought that ' || :NEW.title || ' was the best book of the year',
      'Keiths Reviews',
      'great book');
  END GoodReviewsTrig;
.
run;

CREATE TRIGGER ReflexiveSynTrig
  AFTER INSERT ON Word
  FOR EACH ROW
  WHEN (NEW.id > 0)
```

```
  BEGIN
     INSERT INTO Syn VALUES (:NE W.id, :NEW.id);
  END ReflexiveSynTrig;

.
run;
```

فهرست منابع ومراجع:

١- H.Korth and A.silberschatz ,Database System Concepts , Fourth Edition ,Mc Graw Hill ,2001.

٢- C.J.Date , Introduction To Database Systems ,7th Edition , Addison Wesley ,2000.

٣- Elmasri and Navathe, Fundamentals of Database Systems, third edition,Addison Wesley, 1999.

٤- M.kroenke , Database Processing fundementals,Design &Implementation ,8th Edition.2002.

٥- R.Stephens,Teach Yourself SQL In 21 Days. Second Ed.

٦- روحانی رانکوهی ، سید محمد تقی .مقدمه ای بر پایگاه داده ها "چاپ چهارم " انتشارات جلوه .١٣٧٨.

٧-روحانی رانکوهی ، سید محمد تقی .مفاهیم بنیادی پایگاه داده ها" چاپ اول " انتشارات جلوه .١٣٨٠.