جزوه درس

# اصول طراحی پایگاه داده ها


تهیه کننده

**علی چوداری خسروشاهی**


مراجع

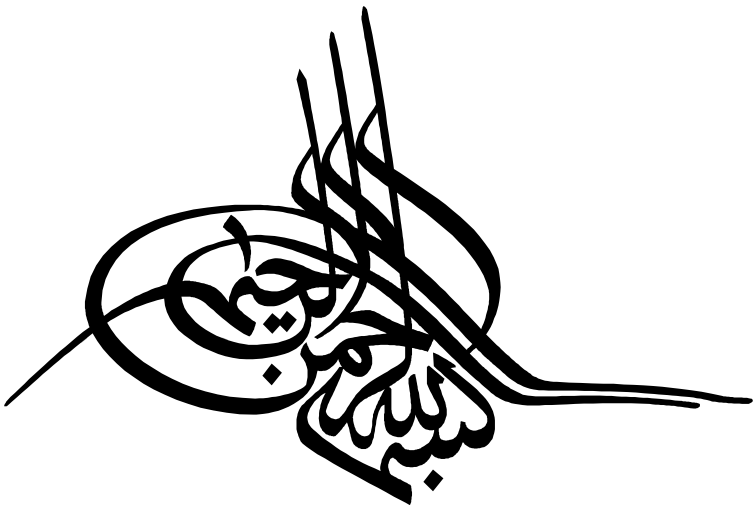
عنوان: **مفاهیم بنیادی پایگاه داده ها**

نویسنده : سید محمد تقی روحانی رانکوهی

عنوان: **بانک اطلاعاتی علمی کاربردی** (جلد ۱)

نویسنده: دکتر مصطفی حق جو

ویژه دانشجویان کارشناسی کامپیوتر – نرم افزار



بنام خدا

# پیشگفتار

ما تلاش کرده ایم در این جزوه تمام سرفصلهای درس پوشش داده و مطالب مفیدی را در اختیار شما قرار دهیم تا شما با خواندن آن کلیاتی را از درس بدست آورید. در مورد این جزوه یادآوری این نکته مهم، ضروری است که این جزوه جهت کمک به دانشجویان در کاهش یادداشت برداری، ترسیم شکلها، مثالها در هنگام تدریس بوده است. بنابر این در کنار این جزوه، هر دانشجو مطابق با ذوق و سلیقه خود، جزوه ای دست نویس خواهد داشت که حاوی یادداشت ها به منظور تکمیل و تفهیم این جزوه است.

این جزوه، ادعای جایگزینی مراجع اصلی این درس را ندارد بلکه تنها خلاصه ای از مطالب مهم از مراجع درس است. در گردآوری این جزوه از مراجع زیر استفاده شده است:

- **Data Base System Concepts**
  نویسنده: *Silberschatz*
- **مفاهیم بنیادی پایگاه داده ها**
  نویسنده : *سید محمد تقی روحانی رانکوهی*
- **بانک اطلاعاتی علمی کاربردی (جلد ۱)**
  نویسنده: *دکتر مصطفی حق جو*

در اینجا لازم است از تلاش تمام دانشجویانی که اینجانب را در تدوین این جزوه یاری نموده اند کمال تشکر را داشته باشم. همچنین در این جزوه احتمال اشتباه وجود دارد، به این جهت در مطالعه مطالب جزوه دقت کافی را داشته باشید.

از دانشجویان عزیز تقاضا می‌شود در مطالعه مطالب آن دقت کافی را داشته باشند و وجود هرگونه ایراد ، و همچنین نظرات و پیشنهادات خود را به آدرس پست الکترونیکی اینجانب اطلاع دهند.

Akhosroshahi@IAUT.ac.ir
Akhosroshahi@Gmail.com

**باتشکر**

**علی چوداری خسروشاهی**

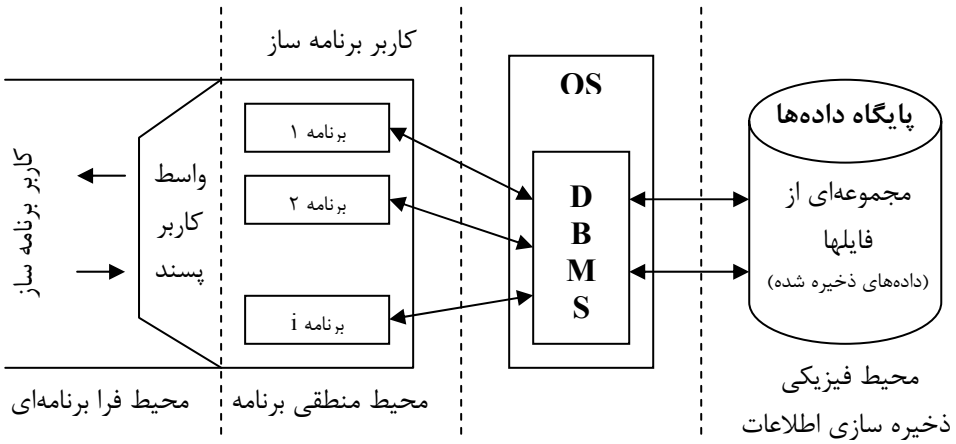
فهرست مطالب

# فصل اول

## ۱- مقدمه درس

### DBMS[1] -۱-۱

DBMS یکی از سیستمهای ذخیره و بازیابی اطلاعات است و یک نرم افزار می باشد که کلیه دسترسی به داده ها از طریق DBMS انجام میشود. پایگاه دادهها تحت کنترل متمرکز نرم افزاری به نام سیستم مدیریت پایگاه دادههـا (DBMS) ایجاد و بهره برداری میشوند. در حقیقت DBMS یک واسط ما بین دادهها و برنامه میباشد.




**شکل ۱-۱: DBMS نرم افزار واسط ذخیره و بازیابی اطلاعات**

### DBA[2] -۲-۱

یک شخص و یا یک تیم می باشد که وظیفه ی طراحی و سیاست گذاری پایگاه داده را بر عهده دارد.

### DBP[3] -۳-۱

یک شخص و یا یک تیم می باشد که وظیفه ی پیاده سازی و تصمیمات گرفته شـده توسـط DBA را بـر عهـده دارد.

## ۱-۴- تاریخچه

سیستم های پایگاه داده ای را میتوانند به ۳ گروه تقسیم بندی شوند:

- سیستمهای پیش رابطه ای[4]
- سیستمهای رابطه ای
- سیستمهای پسارابطه ای[5]

از دسته ی اول میتوان مدلهای سلسله مراتبی[1] و مدل شبکه ای[2] را در نظر گرفت و از دسته ی سوم میتوان مدل تابعی[3] و مدل شی گرا[4] را نام برد.

---

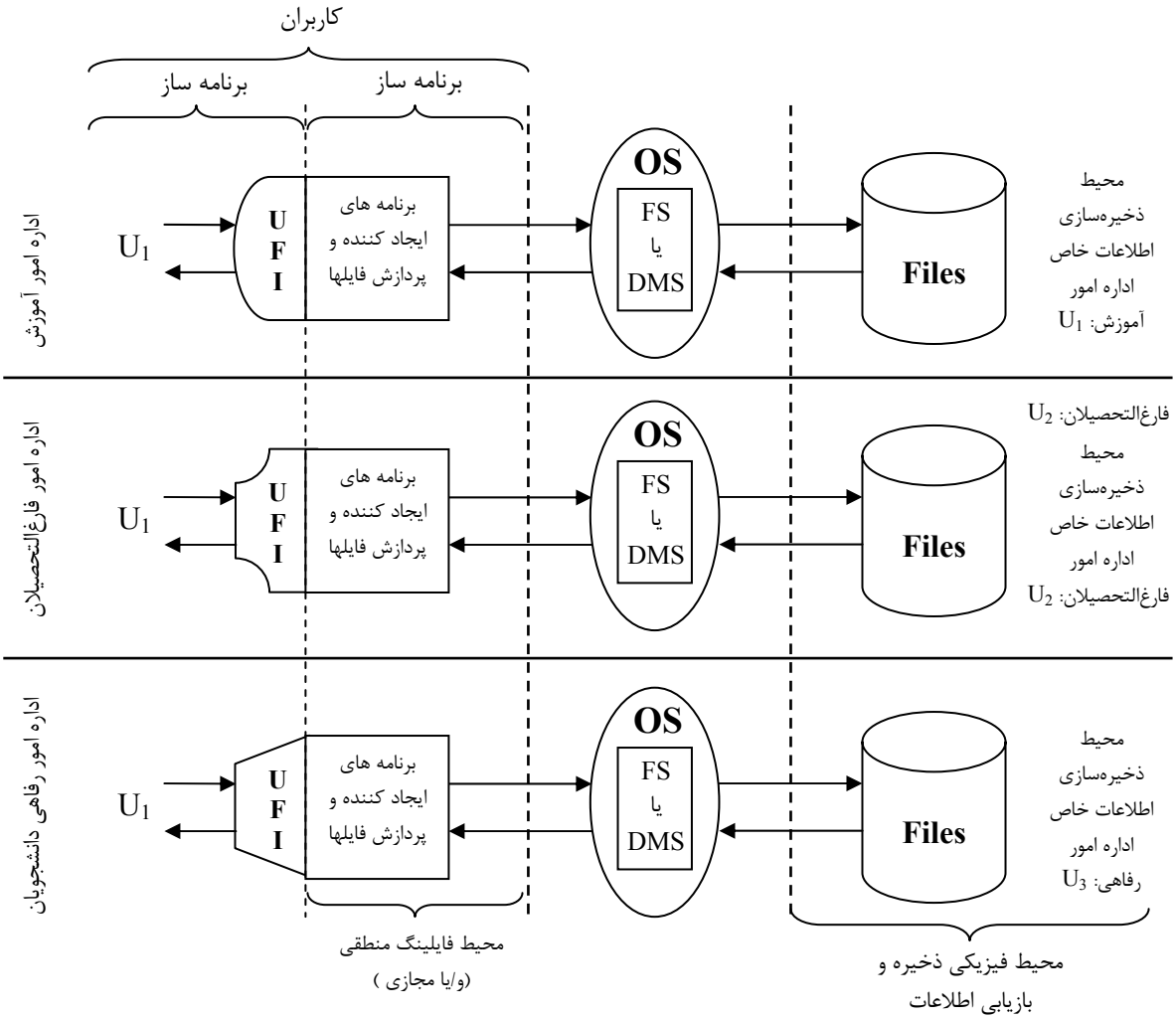
[1] Data Base Management System (DBMS)
[2] Data Base Administrator (DBA)
[3] Data Base Programmer (DBP)
[4] Pre-rational
[5] Post relational

## ۱-۵- پایگاه داده ها و عناصر اصلی محیط آن

### ۱-۵-۱- تعریف پایگاه داده ها

*پایگاه داده ها مجموعه ای است از داده های ذخیره شده و پایا به صورت مجتمع به هم مرتبط ، حد الا مکان با کمترین افزونگی ، تحت مدیریت یک سیستم کنترل متمرکز مورد استفاده ی یک یا چند کاربر ،به طور همزمان و اشتراکی.*

قبل از مبحث پایگاه داده از سیستم فایلینگ برای ذخیره و بازیابی اطلاعات استفاده می شد. در حالت کلی می توان سیستم فایلینگ را به صورت شکل زیر در نظر گرفت:




**شکل ۲-۱: نمایش ساده شده مشی فایلینگ**

### ۱-۵-۲- ایرادات روش فایلینگ

روش فایلینگ ایراد اتی را داشت که برخی از این ایراد ها عبارتند از:

- عدم وجود محیط مجتمع ذخیره اطلاعات و عدم وجود سیستم یک پارچه.

[1] Hierarchical model
[2] Network model
[3] Functional
[4] Object oriented

- عدم وجود سیستم کنترل متمرکز روی کل داده های سازمان.
- تکرار در ذخیره سازی اطلاعات.
- خطر بروز پدیده نا مطلوب ناسازگاری داده ها.
- مصرف نا بهینه ی امکانات سخت افزاری و نرم افزاری ، حجم زیاد برنامه سازی ، استفاده ی نـا بهینـه از مهارت و وقت تیمهای برنامه سازی.
- دشواری در گسترش سیستم های کاربردی و ایجاد کاربرد های جدید.
- وابسته بودن برنامه های کاربردی به محیط ذخیره سازی داده ها

**۱-۵-۳- عناصر سیستم پایگاه داده**

سیستم پایگاه داده از ۴ عنصر تشکیل شده است:

- سخت افزار
- نرم افزار
- کاربر
- داده

**سخت افزار:**

در سیستم پایگاه داده، سه دسته سخت افزار وجود دارد:

۱. سخت افزار ذخیره سازی داده ها
۲. سخت افزار پردازش گر
۳. سخت افزار ارتباط

نحوه ی اتصال این اجزا ۶ نوع معماری مختلف را ایجاد خواهد کرد:

۱. معماری متمرکز[۱]
۲. معماری مشتری-خدمتگذار
۳. معماری توزیع شده[۲]
۴. معماری با پردازش موازی[۳]
۵. معماری چند پایگاهی[۴]
۶. معماری موبایل[۵]

[1] Centralized
[2] Distributed
[3] Parallel processing
[4] Multidatabase
[5] Mobile database system

# فصل دوم

## ۲- مدلسازی معنایی داده ها

داده های ذخیره شدنی در پایگاه داده ها ابتدا باید در بالاترین سطح انتزاع مدلسازی معنایی شوند. **مدلسازی معنایی داده ها** یعنی ارایه ی مدلی از محیط عملیاتی با توجه به معنای داده ها، به کمک مفاهیمی مستقل از جنبه هایی مربوط به نمایش منطقی و نمایش فیزیکی داده ها. به مدلسازی معنایی گاهی گاه **طراحی ادراکی**[1] (مفهومی) گفته می شود.

### ۲-۱- مدل سازی با روش ER

در روش ER[2] سه مفهوم معنایی وجود دارد و معنای داده های هر محیطی به کمک همین سه مفهوم نمایش داده می شود که عبارتند از:

- نوع موجودیت
- صفت
- نوع ارتباط

#### ۲-۱-۱- نوع موجودیت

عبارتست از مفهوم کلی ''شی'' ، ''چیز'' ، ''پدیده'' و بطور کلی هر آن چه که می خواهیم در موردش ''اطلاع'' داشته باشیم و شناخت خود را در موردش افزایش دهیم ، اعم از اینکه وجود فیزیکی یا ذهنی داشته باشد. هر نوع موجودیت از نظر کاربر نام و معنای مشخصی دارد.

**نکته**: هر نوع موجودیت نمونه ها[3] یا مصادیق در خور جهان واقع دارد.

باید سه ضابطه ی زیر را در تشخیص موجودیت ها در نظر بگیریم.

۱. یک نوع موجودیت از یک محیط، معمولاً نمونه هایی (بیش از یک نمونه) متمایز از یکدیگر دارد.
۲. یک نوع موجودیت معمولاً بیش از یک صفت دارد و کاربر به مجموعه ای از اطلاعات در مورد آن نیاز دارد.
۳. معمولاً حالت کنشگری (فاعلیت) یا کنش پذیری (مفعولیت) دارد.

**نکته**: یک نوع موجودیت ممکن است قوی[4] (مستقل) یا ضعیف[5] (وابسته) باشد.

- موجودیت قوی موجودیتی است که مستقل از هر نوع موجودیت دیگر باشد و به خودی خود در محیط مطرح است.
- موجودیت ضعیف موجودیتی است که وجودش وابسته به یک نوع موجودیت دیگر است. اگر موجودیت قوی از مدل معنایی حذف شود موجودیت ضعیف هم حذف میشود.

**نکته**:در یک محیط موجودیت های زیادی وجود دارد اما از بین این موجودیت ها مدل سازی پایگاه داده باید با توجه به نیازهای اطلاعاتی کاربران انتخاب شود. بنابراین اساسا قبل از مدل سازی باید خواسته ها و نیازها به درستی تحلیل و برآورد شوند.

---

[1] Conceptual design
[2] Entity Relationship
[3] instance
[4] Strong
[5] Weak

با توجه به مطالبی که گفته شد یک نوع موجودیت ، خصوصیات زیر را خواهد داشت:

- نام
- معنای مشخص
- مجموعه ای از صفات
- مجموعه ای از نمونه ها
- حالت کنش گری یا کنش پذیری
- عدم وابستگی به یک نوع دیگر

**۲-۱-۲- صفت**

صفت در واقع خصیصه یا ویژگی یک نوع موجودیت است و هر نوع موجودیت مجموعه ای از صفات دارد که حالت یا وضعیت آن را توصیف میکند. هر صفت از نظر کاربر یک **نام** ، یک **نوع** و یک **معنای** مشخص دارد.

یک فقره اطلاعات عبارت است از نام یک صفت و یک مقدار مطلوب منتسب به آن.

صفت ها را می توان از چندین نظر رده بندی کرد:

**۲-۱-۲-۱- ساده یا مرکب**

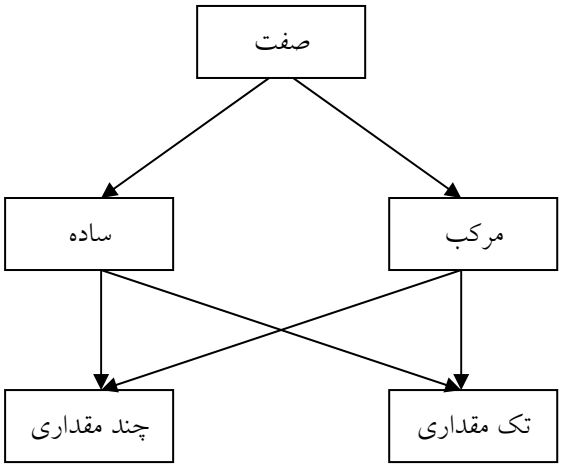
صفت ساده صفتی است که مقدار آن از لحاظ معنایی ساده یا اتمیک یا تجزیه نشدنی باشد.

صفت مرکب صفتی است که از چندین صفت ساده تشکیل شده باشد، به صورتی که تجزیه شدنی باشد و اجـزای حاصل از تجزیه خود صفات ساده باشند.

**۲-۱-۲-۲- تک مقداری یا چند مقداری**

هر صفت ساده یا مرکب می تواند تک مقداری یا چند مقداری باشد صفت تک مقداری صفتی است که برای نمونه از یک موجودیت حداکثر یک مقدار می تواند داشته باشد.

صفت چند مقداری صفتی می باشد که برای حداقل یک نمونه از موجودیت بیش از یک مقدار را می تواند بگیـرد. به عنوان مثال شماره ی دانشجویی صفت تک مقداری است ولی صفت مدرک تحصیلی اسـتاد صـفت چنـد مقـداری است، چون هر استاد چندین مدرک تحصیلی می تواند داشته باشد.




**۲-۱-۲-۳- صفت شناسه یا نا شناسه**

صفت شناسه موجودیت ، صفتی است که دو ویژگی را داشته باشد،

- مقدار یکتایی داشته باشد ، یعنی در هیچ دو نمونه از یک موجودیت مقدارش یکسان نباشد و آن صفت وجه تمایز ما بین موجودیت ها باشد. حدالامکان طول مقادیرش کوتاه باشد.
- هیچ مقدار پذیر یا Null value :یعنی اینکه صفت میتواند مقدار ناشناخته ای داشته باشد. یعنی اینکه می توان مقدار صفت را مشخص نکرد، به عنوان مثال شماره تلفن برای دانشجو ممکن است دانشجو هیچ شماره ی تلفنی نداشته باشد، بر عکس نام دانشجو نمی تواند این وضعیت را داشته باشد، یعنی اینکه دانشجو باید حتما نام مشخص داشته باشد.

**۲-۱-۲-۴- Derived یا مشتق یا ذخیره شده**

صفت ذخیره شده صفتی است که مقدارش در پایگاه داده ذخیره شده باشد. صفت مشتق صفتی است که در پایگاه داده ذخیره شده نباشد، بلکه بتوان مقدار آن را از سایر صفات محاسبه کرد، به عنوان مثال سن برای دانشجو صفت مشتق میباشد چون در پایگاه داده ذخیره نمیشود و می توانیم مقدار آن را از طریق تاریخ تولد محاسبه کنیم.

با توجه به آنچه که گفته شده هر صفت جنبه های زیر را خواهد داشت:

- نام
- معنا
- دامنه مقادیر
- نوع مقدار
- واحد مقدار
- یک یا چند محدودیت ناظر به صفت
- طول مقدار
- کد نمایش مقدار

**۲-۱-۳- نوع ارتباط**

معمولا ما بین موجودیت ها ارتباطاتی وجود دارد نوع ارتباط عبارتست از تعامل[1] ما بین n موجودیت($n>=1$ ) و ماهیتا نوعی بستگی بین انواع موجودیت ها می باشد.

هر نوع ارتباط یک معنای مشخص دارد و با یک نام بیان می شود، همچنین می توان گفت نوع ارتباط عملی است که بین انواع موجودیت های جاری بوده، است و یا خواهد بود. به عنوان مثال در جملات زیر افعال بیان کننده ی ارتباط ما بین موجودیت ها می باشد:

دانشجو درس را **انتخاب** می کند.

استاد درس را **تدریس** می کند.

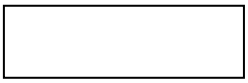
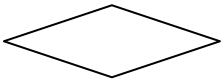
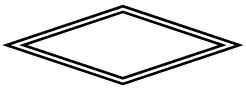
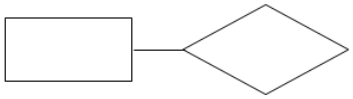
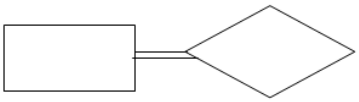
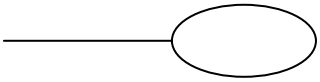
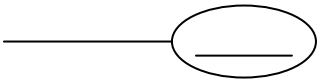
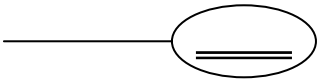
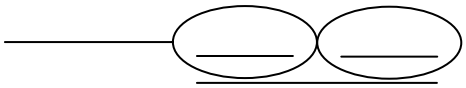
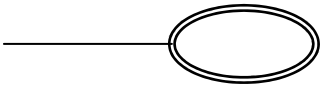
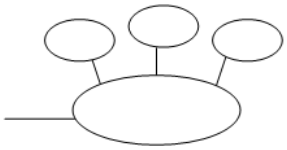
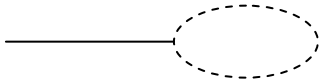
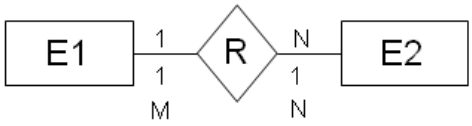
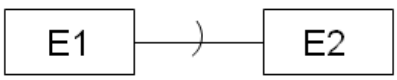
و مثالهای دیگر... .

**۲-۱-۴- نمودار ER**

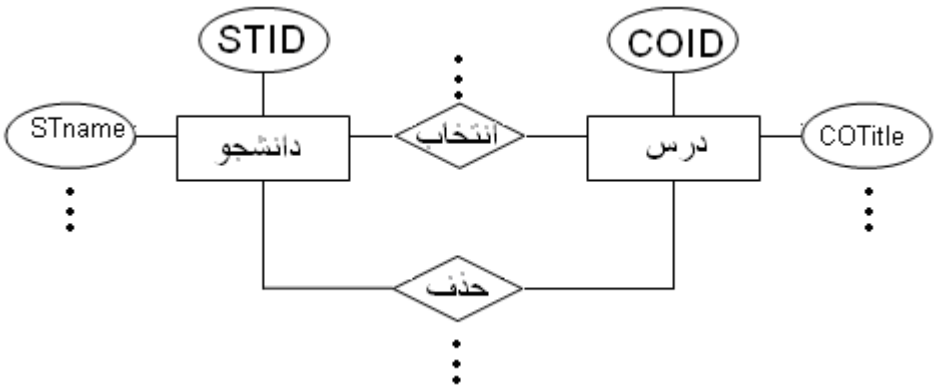
نموداری است که در آن سه مفهوم اساسی مدل ER، یعنی نوع موجودیت، صفت و نوع ارتباط نمایش داده می شوند.

جدول زیر نمادهای رسم نمدار ER و EER را نشان می دهد.

[1] Interaction $

| معنا | نماد |
| --- | --- |
| نوع موجودیت |  |
| نوع موجودیت ضعیف |  |
| نوع ارتباط |  |
| نوع ارتباط موجودیت ضعیف با قوی |  |
| مشارکت نوع موجودیت در نوع ارتباط |  |
| مشارکت الزامی |  |
| صفت |  |
| صفت شناسه اول |  |
| صفت شناسه دوم (در صورت وجود) |  |
| صفت شناسه مرکب (دو صفتی ) |  |
| صفت چند مقداری |  |
| صفت مرکب |  |
| صفت مشتق (مجازی یا محاسبه شدنی) |  |
| چندی ارتباط R |  |
| ارتباط گونه ای است از... E1 is a E2 |  |

ما بین دو موجودیت ممکن است بیش از یک ارتباط باشد به عنوان مثال دانشجو درس را انتخاب و حذف می کند. انتخاب و حذف کردن دو ارتباط ما بین دانشجو و درس ما باشد علاوه بر این ارتباطات دیگری هم می تواند وجود داشته باشد.مثال زیر را می توان برای این دو ارتباط رسم کرد.




**شکل ۱-۲: دو نوع ارتباط بین دو نوع موجودیت**

**۲-۱-۵- خصوصیت نوع ارتباط**

**۲-۱-۵-۱- خصوصیت کلی:**

۱. هر ارتباط یک نام دارد.
۲. هر ارتباط یک معنای مشخص دارد و این معنا با معنای هر ارتباط دیگر متفاوت است.
۳. هر ارتباط نمونه هایی دارد.

**۲-۱-۵-۲- وضعیت مشارکت در ارتباط**

مشارکت یک نوع موجودیت و یک نوع ارتباط ممکن است الزامی یا اختیاری باشد. مشارکت یک نوع موجودیت در یک ارتباط را الزامی گوییم اگر تمام نمونه های آن موجودیت در آن نوع ارتباط شرکت کنند، در غیر این صورت مشارکت اختیاری خواهد بود. شکل زیر الزامی بودن هر دو موجودیت را در انتخاب ارتباط نشان می دهد.

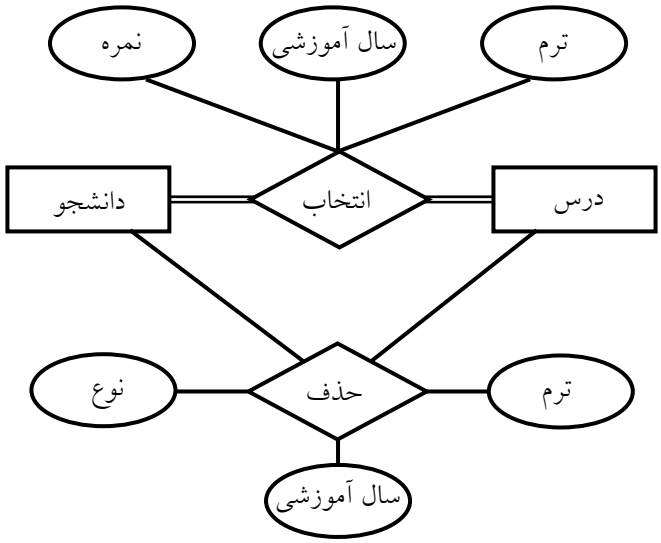

**شکل ۲-۲: نمایش مشارکت الزامی**

**نکته**: هر نوع موجودیت شرکت کننده در یک ارتباط یک نقش مشخص را ایفا میکند که معمولاً با یک عبارت فعلی بیان می شود، این نقش در واقع همان تاثیر عملی است که انجام می دهد.

**۲-۱-۶- نوع ارتباط مثابه نوع موجودیت**

در حالت کلی می توان گفت ارتباط خود نوعی موجودیت می باشد چون لازمه ی موجود ارتباط وجود حداقل یک موجودیت می باشد پس منطقا می توان ارتباط را نوعی موجودیت ضعیف در نظر گرفت.

**نکته**: چون ارتباط خود نوعی موجودیت می باشد بنابراین می تواند شامل صفت یا صفاتی باشد گاهی به صفت ارتباط صفت توصیفی[1] می گویند.




**شکل ۳-۲: ارتباط می تواند صفت (صفات) داشته باشد**

### ۲-۱-۷- درجه ارتباط

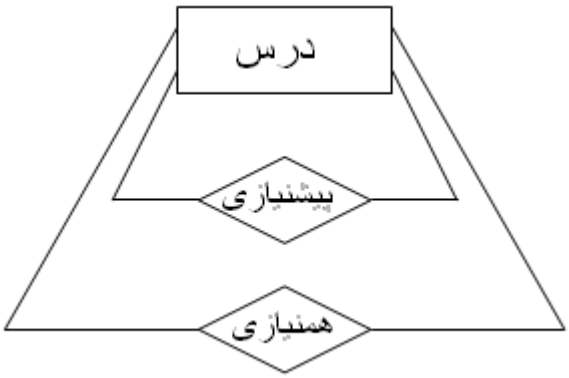
تعداد موجودیتهای شرکت کننده در ارتباط را درجه ی ارتباط گویند. جدول زیر انواع درجات را نشان می دهد.

| *تعداد شرکت کنندگان* | *درجه* | |
|---|---|---|
| | *لاتین* | *فارسی* |
| **۱** | unary | **یگانی** |
| **۲** | binary | **دو گانی** |
| **۳** | ternary | **سه گانی** |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| **N** | **n-ary** | **چند گانی** |

در ارتباط درجه ۱ ارتباط یک موجودیت با خودش نشان داده می شود یعنی در حقیقت نحوه ی ارتباط یک نمونه از موجودیت با نمونه های دیگر از همان موجودیت بررسی میشود. به این گونه ارتباطات ارتباط با خود یا بازگشتی می گویند. در مثال زیر یک نمونه ارتباط با خود را می بینیم.

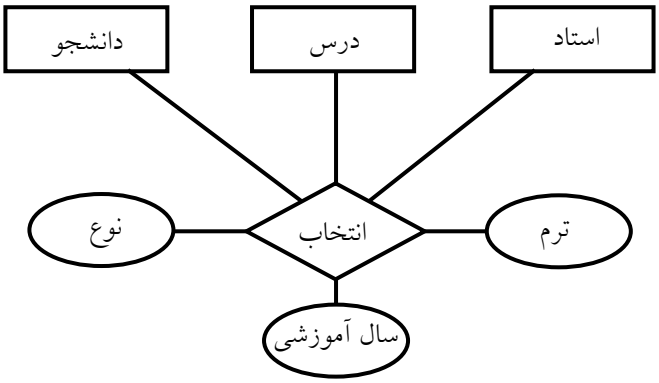
در این شکل ارتباط پیش نیاز و هم نیاز از نوع ارتباط درجه ۱ می باشند.

[1] Descriptive attribute




**شکل ۴-۲: دو نوع ارتباط یک نوع موجودیت با خودش**

چون در ارتباط فقط یک موجودیت دخالت دارد (درس) ارتباط درجه ۱ است و درس با نمونه های دیگر درس می تواند هم نیاز یا پیش نیاز باشد.




**شکل ۵-۲: ارتباط بین سه موجودیت**

معنی این ارتباط چنین است: "دانشجوی st ، درس c را با استاد pr ، **انتخاب** می کند".

### ۲-۱-۸- چندی ارتباط

یک ارتباط از نظر چندی می تواند یکی از حالات زیر را داشته باشد.

۱. یک به یک[1]
۲. یک به چند[2]
۳. چند به چند[3]

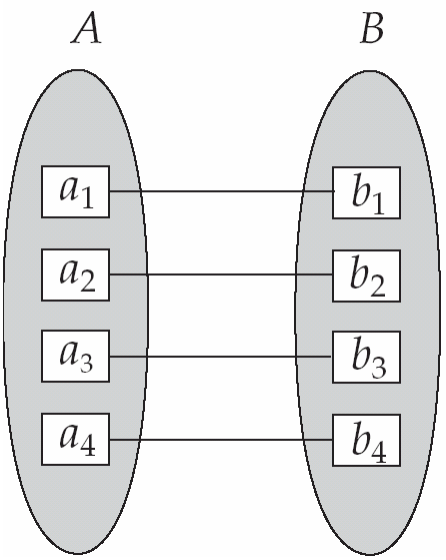
در نمودار ER این سه گونه تناظر را بصورت زیر نمایش می دهیم:


شکلهای زیر حالت های مختلف این تناظر را مابین دو مجموعه A و B نشان می دهند.

[1] one-to-one
[2] one-to-many
[3] many-to-many

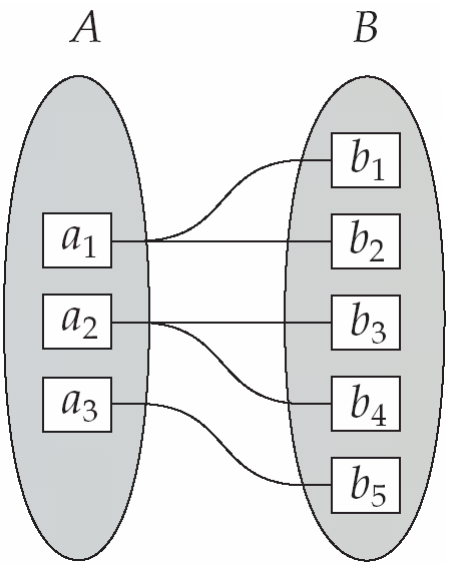
اگر دو موجودیت E وF را داشته باشیم ارتباط E و F از نظر چندی ارتباط می تواند به یکی از صورت های زیر باشد.

- در این حالت یک نمونه ازE حد اکثر با یک نمونه ازF ارتباط دارد و بر عکس (one-to-one).



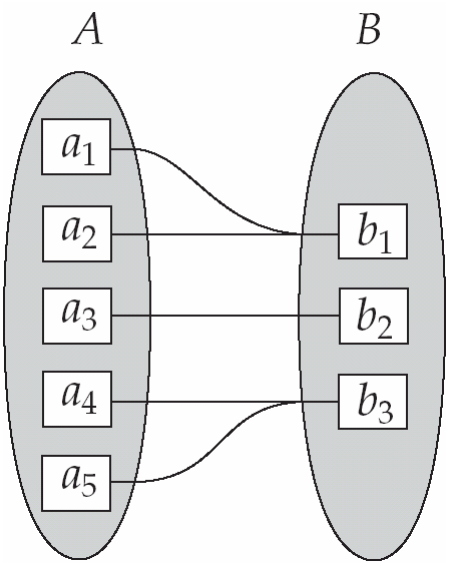


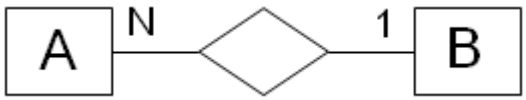
- در این حالت یک نمونه از E با چند نمونه ازF ارتباط دارد و هر نمونه از F فقط با یک نمونه از E ارتباط دارد (one-to-many).



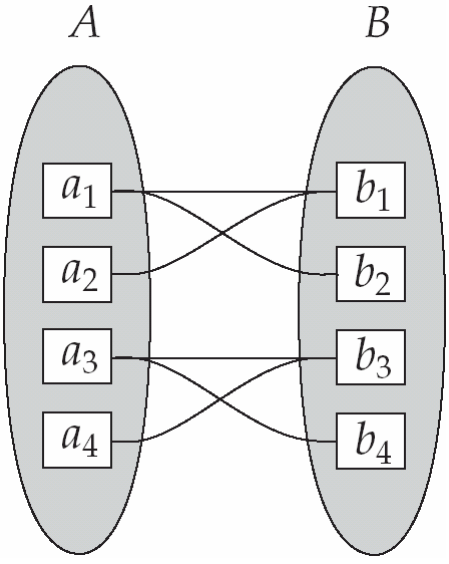


- در این حالت هر نمونه از E با یک نمونه از F اما هر نمونه از F با چند نمونه از E ارتباط دارد(many-to-one).

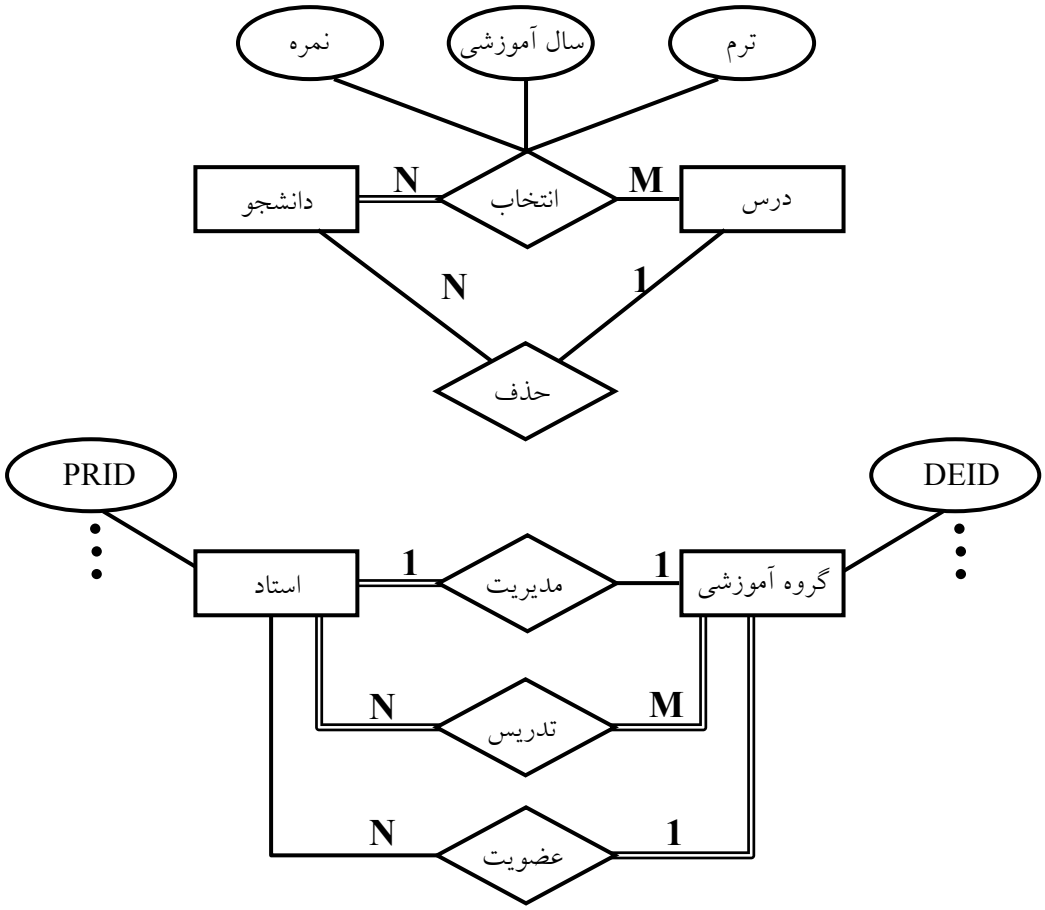



- در حالت چهارم هر نمونه از E با چند نمونه از F و هر نمونه از F با چند نمونـه از E ارتبـاط دارد (many-to-many).




مثال:




**شکل ۶-۲: نمایش چندی ارتباط**

در مثال قبل ارتباط حذف از نوع یک به چند می باشد و مفهوم آن است که هر دانشجو می تواند یک درس را حذف کند و هر درس توسط چند دانشجو حذف می شود. همچنین شرکت استاد در مدیریت گروه آموزشی اختیاری می باشد اما هر گروه آموزشی باید توسط یک استاد مدیریت شود (الزامی).

چندی نوع ارتباط براساس قواعد جاری در خرد جهان واقع موسوم به قواعد فعالیت ها تشخیص داده می شود یعنی چندی را براساس قوانین سیستم تشخیص می دهیم. ممکن است چندی یک ارتباط از یک سیستم به یک سیستم دیگر کاملاً متفاوت باشد.

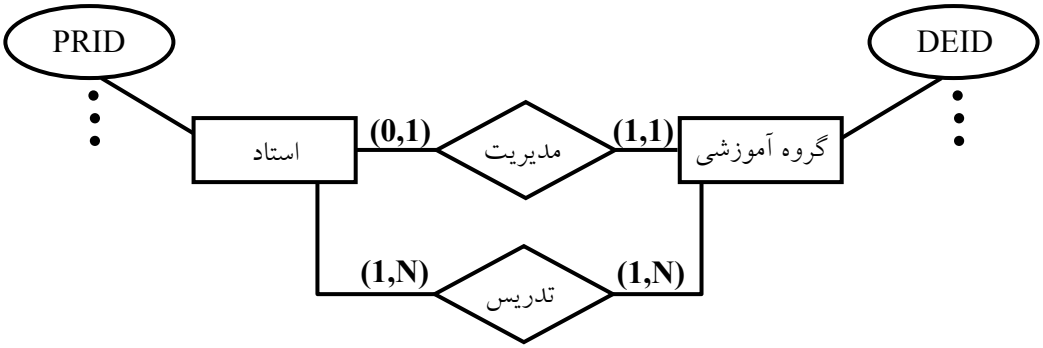
### ۲-۱-۹- حد[1] ارتباط

این روش روش دیگری برای نمایش چندی ارتباط می باشد حد یک ارتباط براساس جفت عدد صحیح به صورت (max,min) نشان داده می شود که در آن:

$$0 \le Min \le Max \quad , \quad 1 \le Max$$

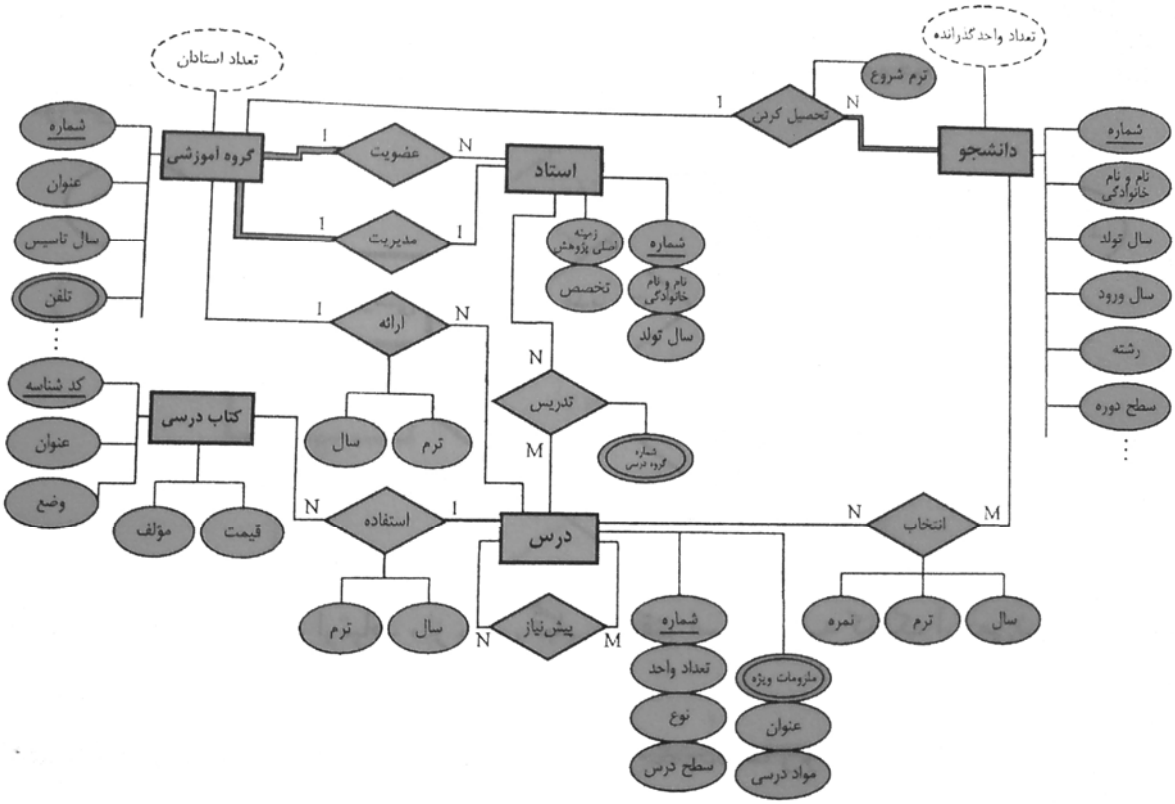
معنای این دو عدد این است که در هر لحظه هر نمونه ی e از موجودیت E باید حداقل در min و حداکثر در Max نمونه از ارتباط R شرکت داشته باشد. اگر min=0 باشد یعنی مشارکت غیر الزامی و اگر min>0 باشد یعنی مشارکت الزامی است. از طریق این اعداد می توان حتی حالت یک به یک بودن، یک به چند و چند به چند بودن را نیز تشخیص داد. این روش نمایش دقیقتر از روش قبل می باشد.

[1] Cardinality




**شکل ۷-۲: نمایش حد ارتباط**

**مثال: مدلسازی معنایی داده های دانشکده** (بسیار ساده شده)




**شکل ۸-۲: بخشی از نمودار ER (بسیار ساده شده) پایگاه داده آموزش دانشکده**

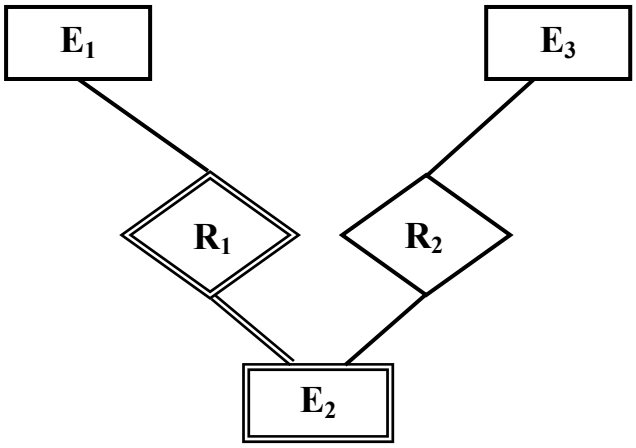
با توجه به آنچه که گفته شد هر نوع ارتباط خصوصیات زیر را دارد:

- نام
- معنا
- نمونه ها
- حداقل یک شرکت کننده
- درجه
- وضعیت مشارکت شرکت کننده ها در ارتباط

- چندی

**۲-۱-۱۰- نوع موجودیت ضعیف**

موجودیت E ضعیف است اگر وجودش وابسته به یک نوع موجودیت دیگر مانند F باشد. به بیان دیگر مابین E و F وابستگی وجودی برقرار است، به گونه ای که اگر F حذف شود E نیز حذف خواهد شد. باید توجه داشت که هر چند موجودیت ضعیف شناسه ندارد اما یک صفت ممیزه دارد که به آن کلید جزیی نیز گفته می شود ، نوع موجودیت ضعیف از نوع موجودیت قوی شناسه می گیرد. در واقع شناسه ی نوع موجودیت ضعیف ترکیب شناسه ی موجودیت قوی و صفت ممیزه ی موجودیت ضعیف است. همچنین موجودیت ضعیف خود می تواند موجودیت ضعیف دیگر نیز داشته باشد، در شکل زیر E2 موجودیت ضعیف وE1 موجودیت قوی آن میباشد، همچنین یک موجودیت قوی دیگر با نام E3 وجود دارد، که با E2 ارتباط R2 را دارد.



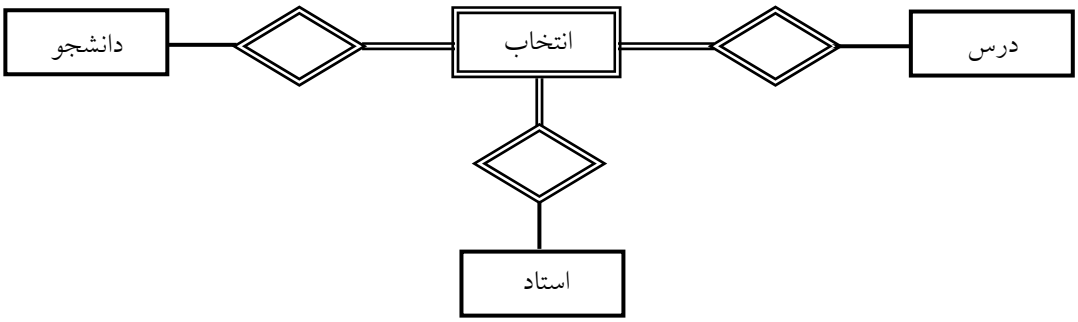

**شکل ۹-۲: ارتباط موجودیت ضعیف با موجودیت قوی**

نکات مهم در مورد نوع موجودیت ضعیف عبارتست از:

- درجه ی ارتباط معمولا ۲ است اما می تواند بیشتر هم باشد.
- چندی ارتباط همیشه ۱ به N است از طرف موجودیت قوی چندی ۱ و از طرف موجودیت ضعیف چندی N.
- موجودیت ضعیف از خود شناسه ندارد بلکه یک صفت ممیزه دارد.
- مشارکت نوع موجودیت ضعیف در ارتباط همیشه الزامی است.

**۲-۱-۱۱- ارتباط به مثابه نوع موجودیت ضعیف**

میتوانیم یک ارتباط را به صورت یک موجودیت ضعیف هم در نظر بگیریم، به عنوان مثال ارتباط درجه ی۳ انتخاب که قبلا توضیح داده شد و با سه موجودیت دانشجو، درس و استاد در ارتباط می باشد، می توان با یک موجودیت ضعیف به صورت زیر نشان داد.

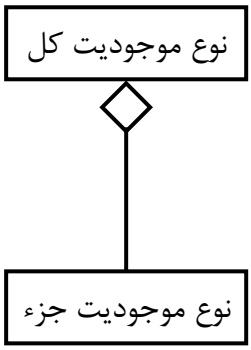


**شکل ۱۰-۲: ارتباط به صورت نوع موجودیت ضعیف**

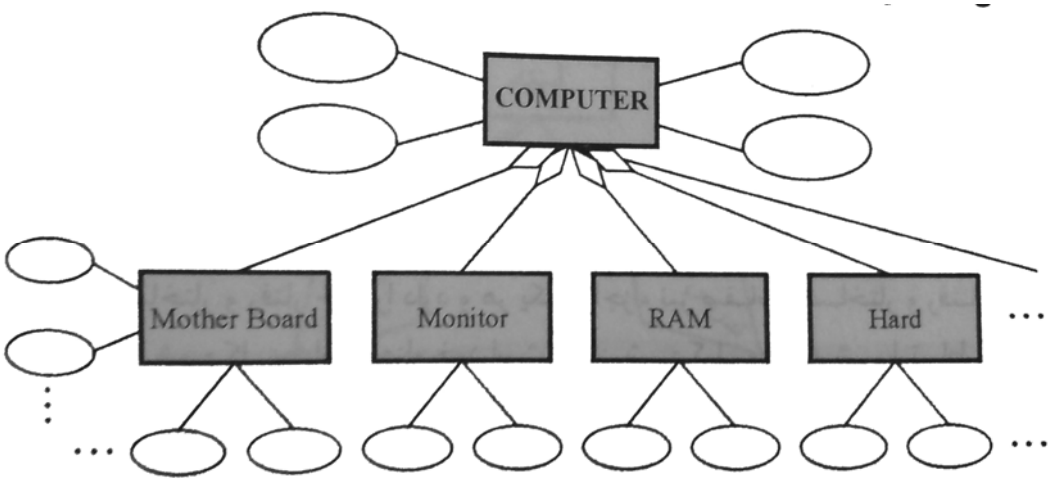
**۲-۱-۱۲- تجزیه و ترکیب**

تجزیه یا جدا سازی یعنی یک شی کل را به اجزای تشکیل دهنده ی آن تقسیم کنیم. شی کل شامل اجزای خود است و ما بین شی کل و اجزایش ارتباط شمول[1] وجود دارد. این نوع ارتباط در روش EER ارتباط "جزیی است از...[2]" گفته میشود.

نماد زیر برای نمایش ارتباط موجودیت کل و نوع موجودیت جز استفاده می شود.




**مثال**: در زیر یک نمونه از یک تجزیه و ترکیب را می بینید.




**شکل ۱۱-۲: مثال تجزیه و ترکیب**

**۲-۱-۱۳- تخصیص و تعمیم**

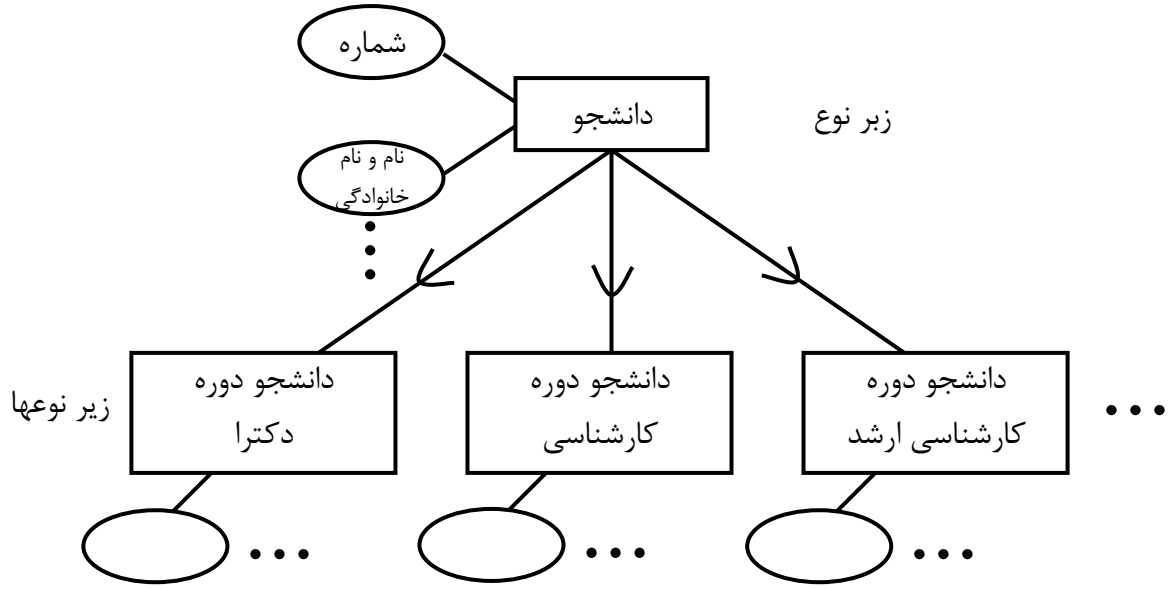
تخصیص عبارتست از بازشناسی گونه های خاص یک شی براساس یک ضابطه ی مشخص. می گوییم بین هر زیر نوع موجودیت[3] و زبر نوع[4] آن ارتباط "هست یک...[5] " وجود دارد. به بیان دیگر هر زیر نوع گونه ی خاصی است از حداقل یک زبر نوع.

[1] contentment
[2] IS-A PART-OF
[3] Subentity type
[4] Superentity type
[5] IS-A

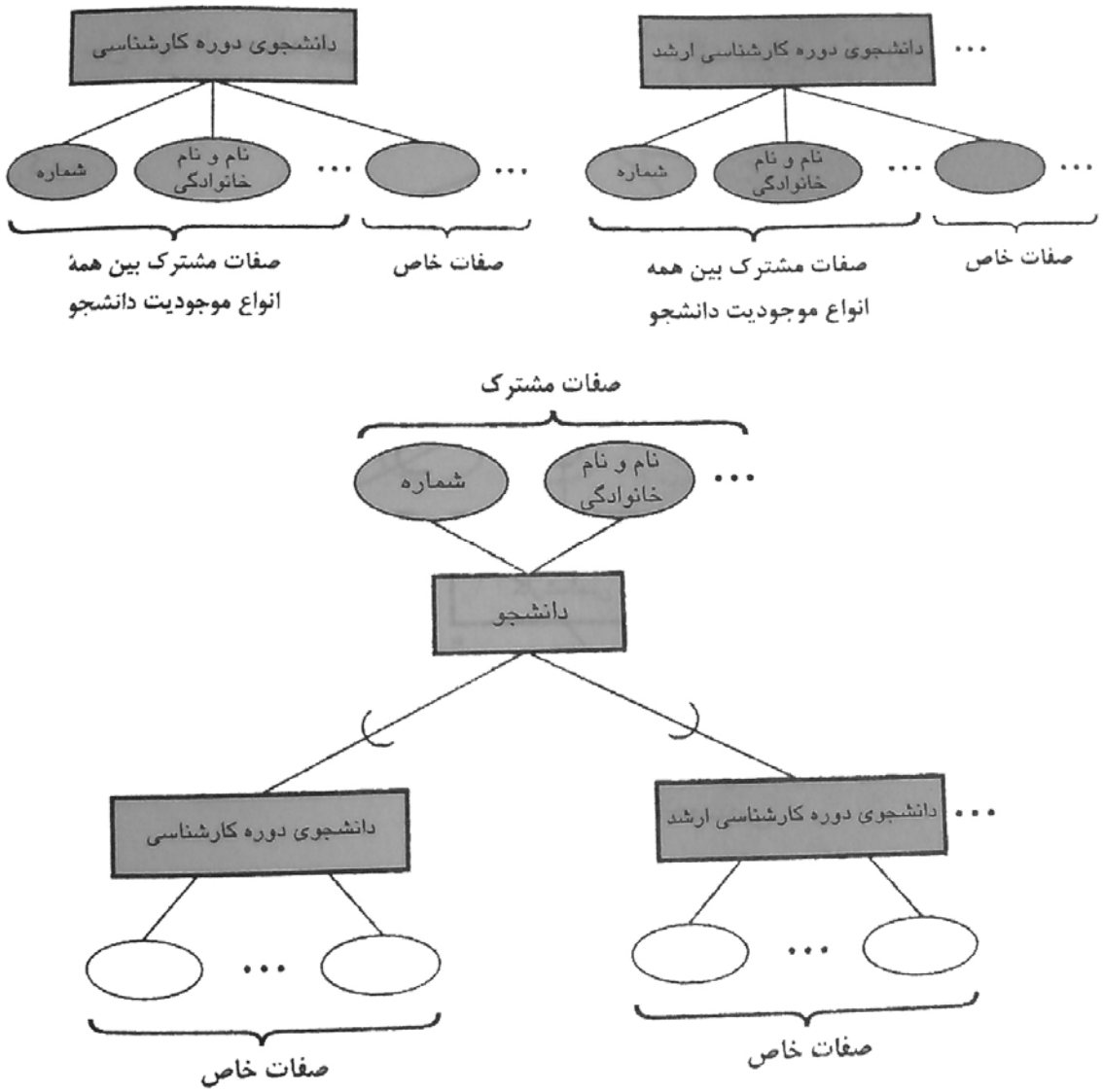
زبر نوع مجموعه ای از صفات دارد که بین تمام زیر نوع های آن مشترک است و بنابر این ، هر زیر نوع، صفات زبر نوع خود را به ارث می برد. به علاوه هر زیر نوع ، صفات خاص خود را دارد.

تعمیم ، عکس عمل تخصیص است ، به این معنا که با داشتن زیر نوعهای خاص ، صفات مشترک بین آنها (ازجمله شناسه) را در یک مجموعه صفات برای یک زبر نوع موجودیت در نظر می گیریم، طبعاً این مجموعه صفات مشترک جدا شده را ، دیگر برای هر زیر نوع تکرار نمی کنیم.

از این خاصیت زمانی استفاده خواهیم کرد که در سیستم چندین موجودیت داشته باشیم که دارای صفات مشترکی باشند در این حالت یک زبر نوع ایجاد کرده و صفات مشترک را برای آن در نظر می گیریم و بقیه ی موجودیت ها را به عنوان زیر نوع آن در نظر می گیریم. در این زیر نوع ها دیگر صفات مشترک لحاظ نخواهد شد.



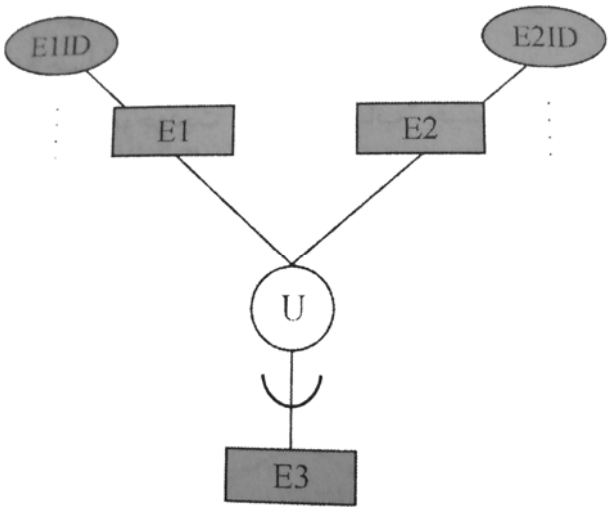

**شکل ۱۲-۲: مثال تخصیص**




**شکل ۱۳-۲: مثال تعمیم**

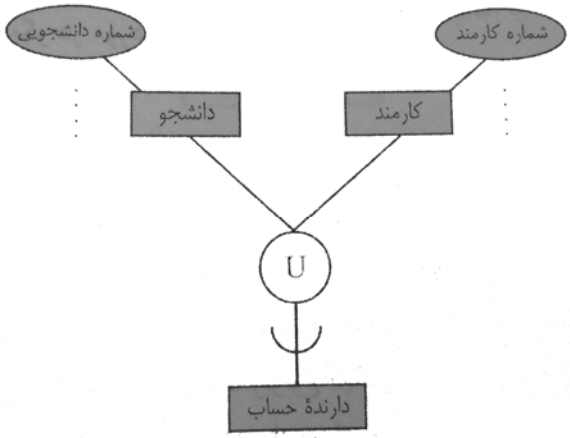
### ۲-۱-۱۴- دسته بندی

ممکن است زبر نوع ها یک زبر نوع از یک نوع نباشند. به این زبر نوع ها اصطلاحا دسته (طبقه) گفته می شـود و برای نمایش آن از نماد U استفاده می شود، به صورت شکل زیر نشان داده می شود.




**شکل ۱۴-۲: دسته بندی**

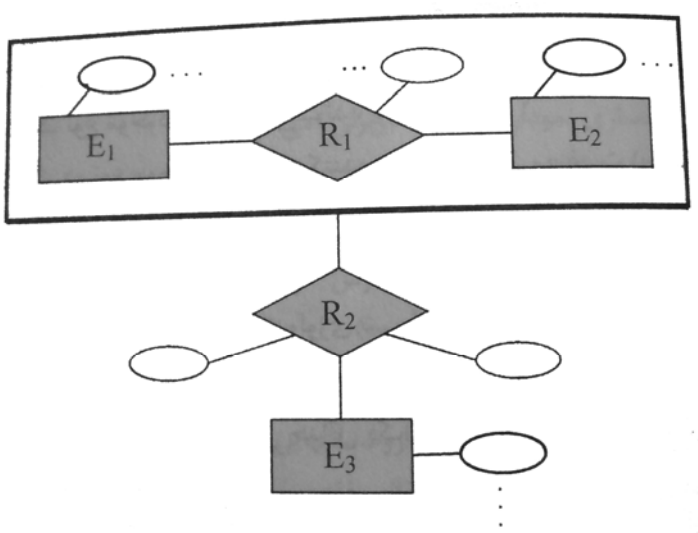
مثال زیر نمونه ای از این حالت را نشان می دهد. در این مثال دارنـده ی حسـاب از اجتمـاع کارمنـد و دانشـجو تشکیل شده است یعنی دارنده ی حساب یا کارمند است یا دانشجو.



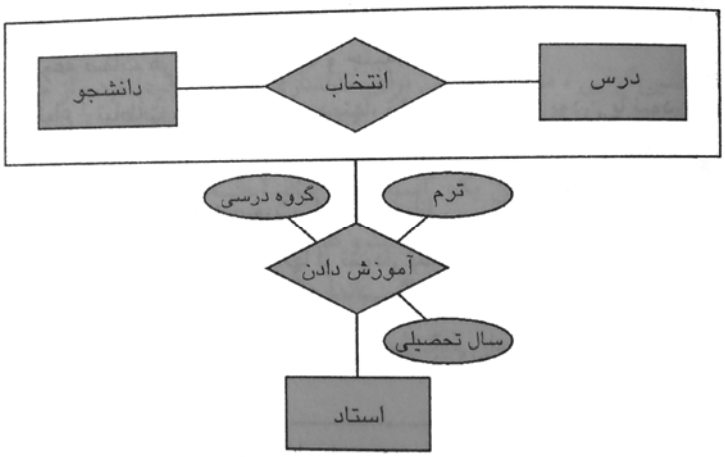

**شکل ۱۵-۲: مثال دسته بندی**

**۲-۱-۱۵- تجمع**

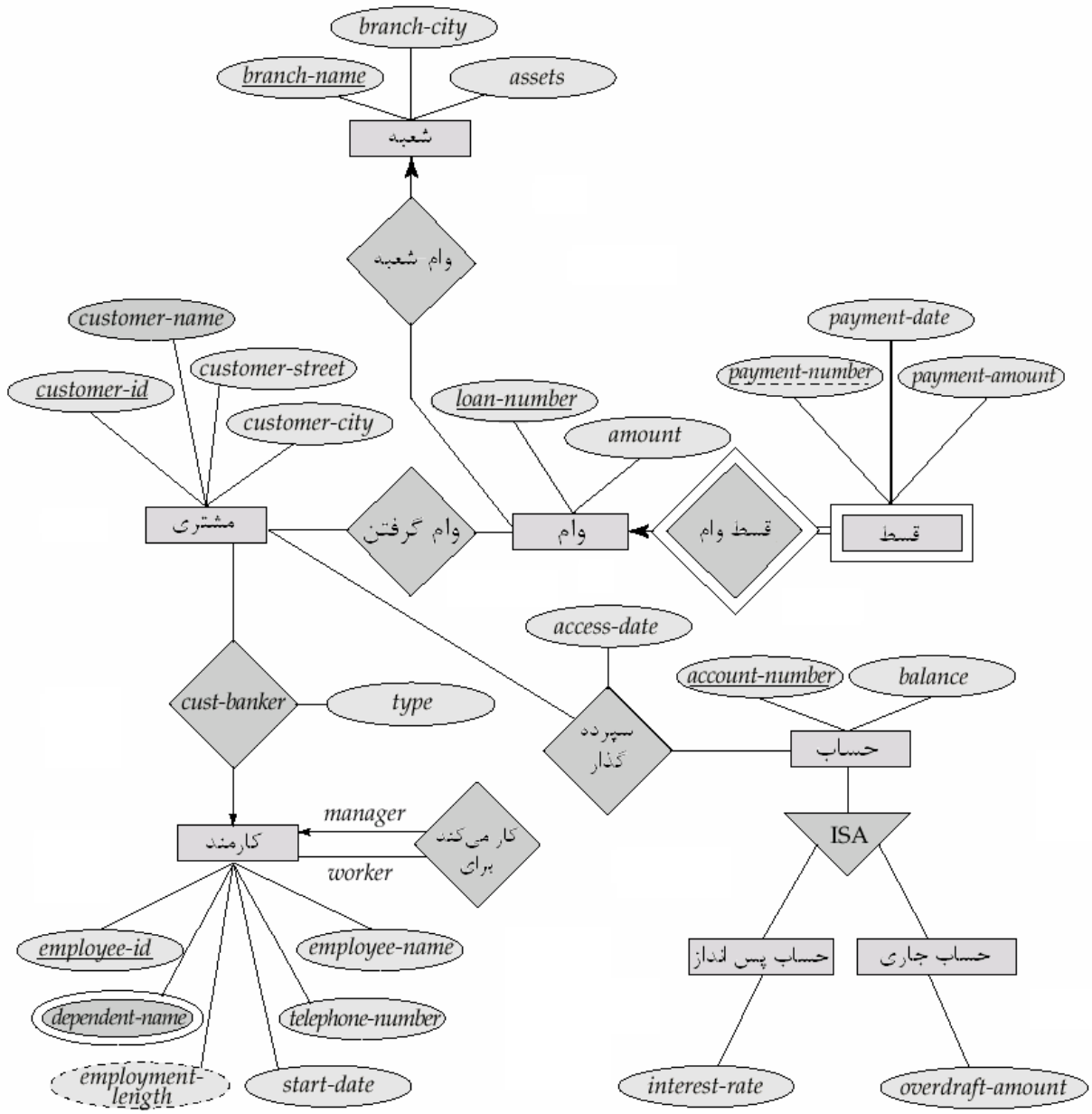
عبارتست از ساختار یک موجودیت جدید با ۲ یا بیش از ۲ موجودیت که با هم در یک ارتباط شـرکت دارنـد، بـه صورت یک نوع موجودیت واحد. به عنوان مثال شکل زیر عمل تجمع را نشان می دهد.




**شکل ۱۶-۲: نمایش تجمع**

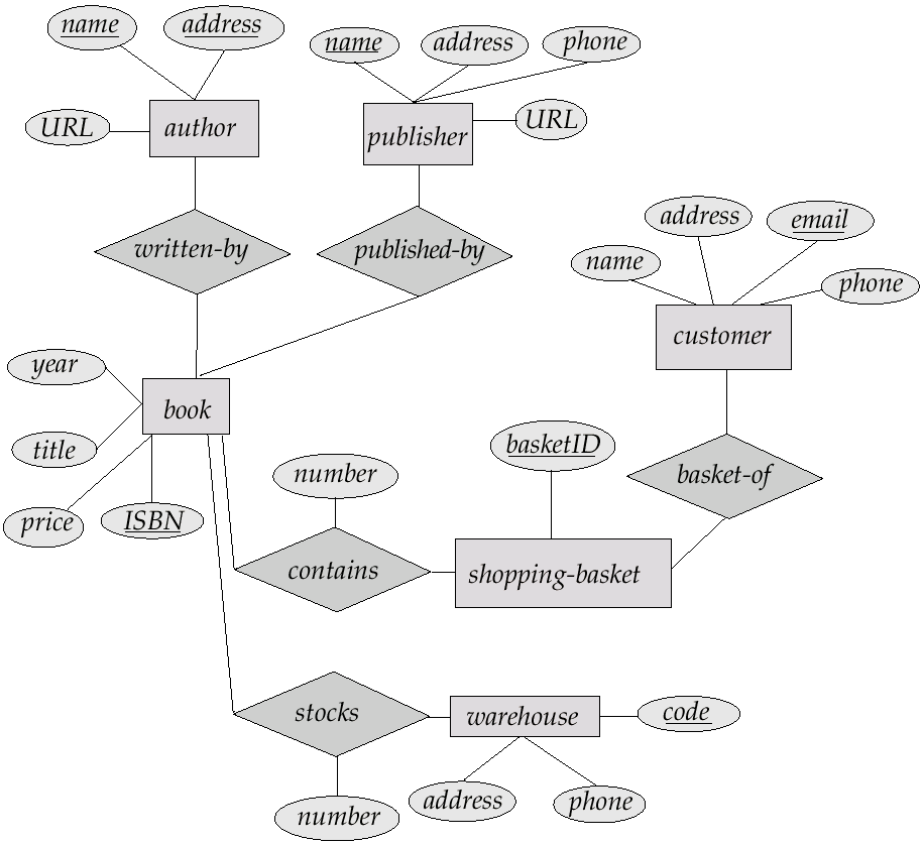



**شکل ۱۷-۲: مثال تجمع**




**شکل ۱۸-۲: مثالی از نمودار ER یک موسسه بانکی (مثالی از کتاب silberschots)**

**توجه**: برای فهم نمادهای استفاده شده در این نمودار به ضمیمه A مراجعه کنید.

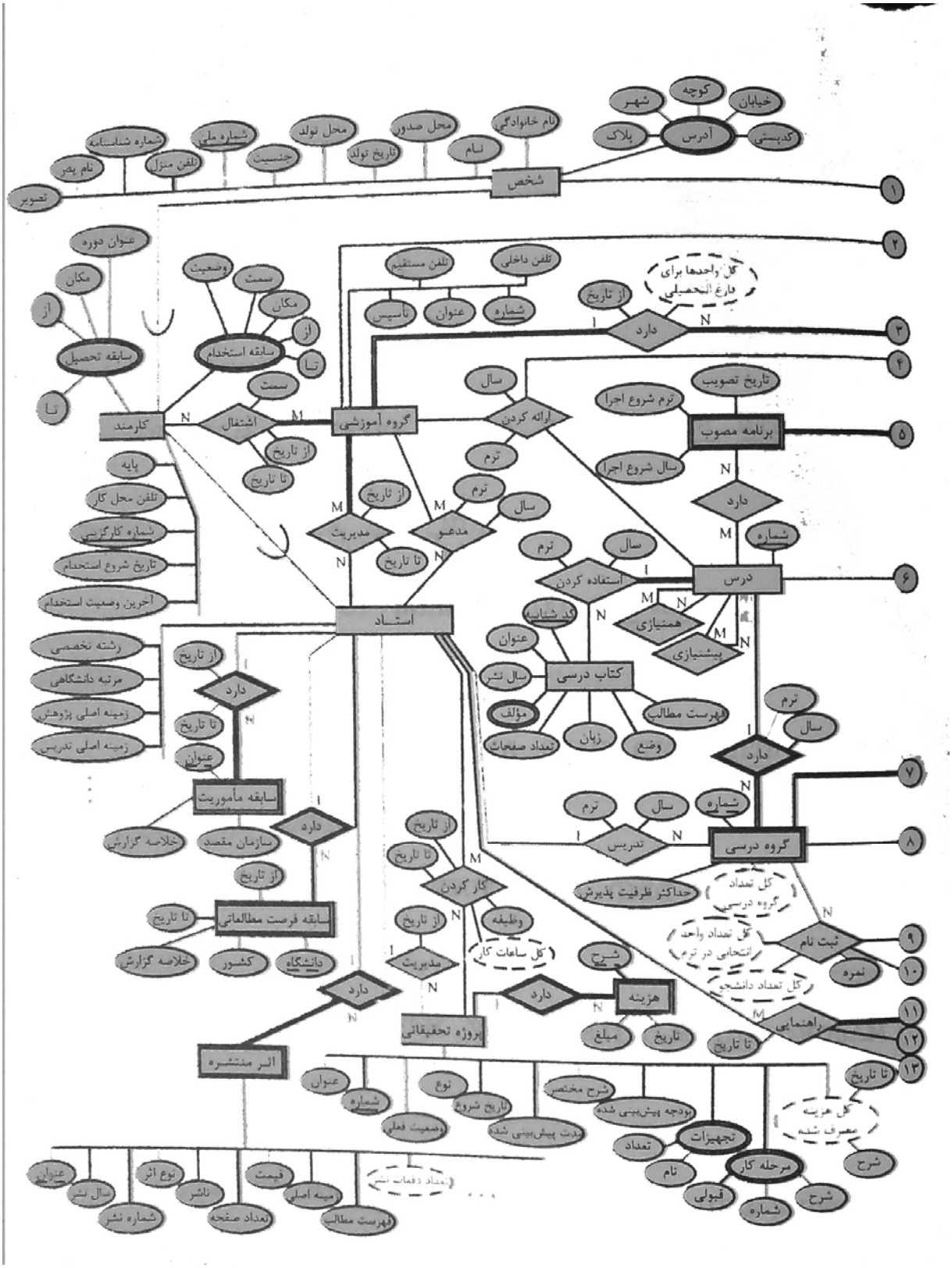



**شکل ۱۹-۲: مثالی از کتاب silberschots online bookstore**

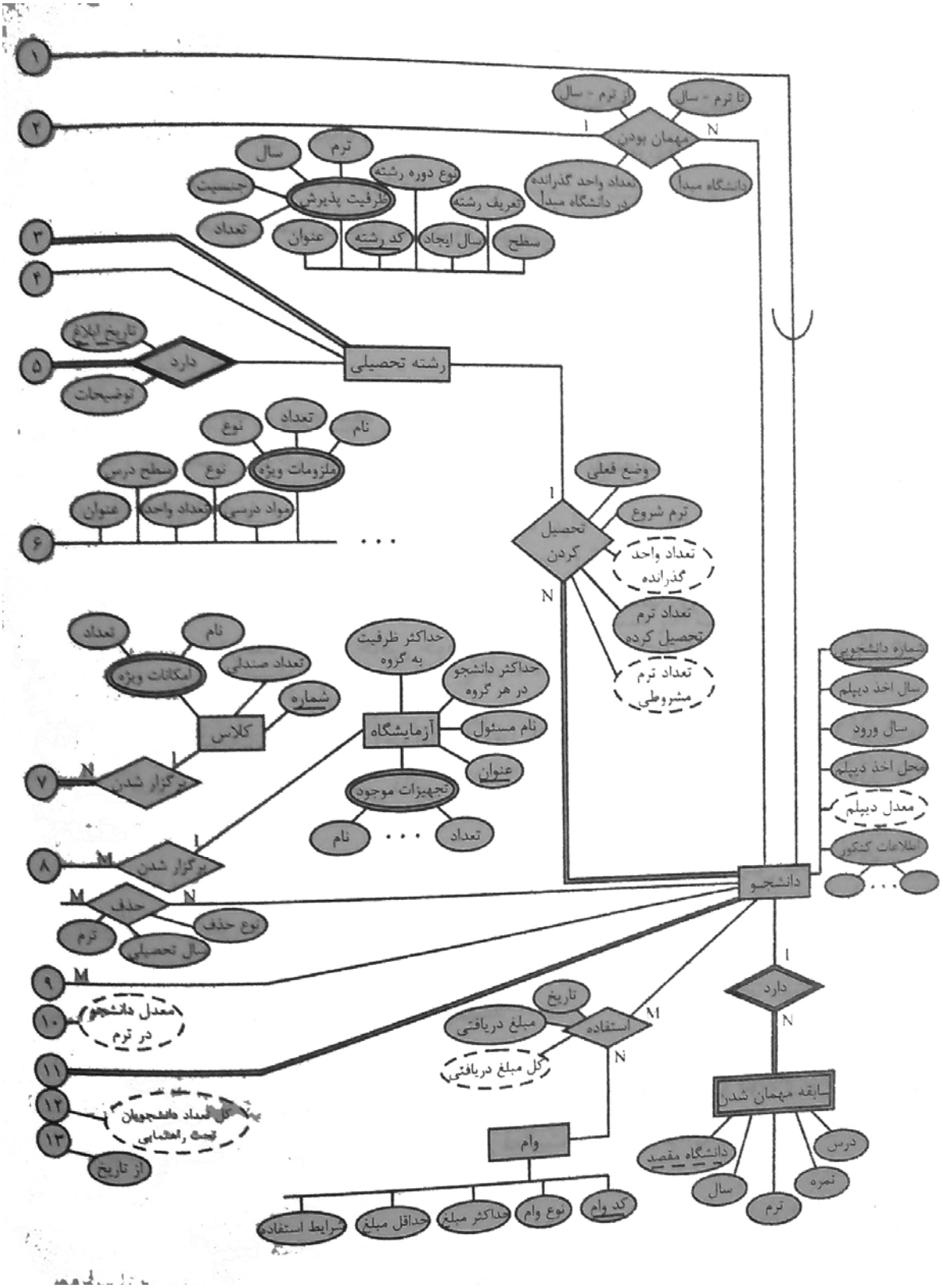
**تمرین**: شکل ۱۹-۲ را در نظر بگیرید که یک کتابفروشی online را مدل می کند.

۱. در نظر بگیرید که کتابفروشی می خواهد کاست موسیقی و دیسک فشرده را به مجموعه خود اضافه کند. موسیقی های یکسان ممکن است در شکل کاستها یا دیسکهای فشرده، با قیمتهای متفاوت ارائه شوند. نمودار ER را برای مدل کردن این موارد اضافی تغییر دهید، از اثرات آن روی shopping-basket صرفنظر شود.

۲. حالا نمودار ER را برای عمومیت دادن به منظور مدل کردن حالتی که shopping-basket ممکن است شامل هر ترکیبی از کتابها، کاستهای موسیقی، یا دیسکهای فشرده باشد تغییر دهید.




**شکل ۲۰-۲: بخشی از نمودار EER دانشکده (از کتاب مرجع جزوه)**




**شکل ۲۰-۲: بخشی از نمودار EER دانشکده (از کتاب مرجع جزوه)**

# فصل سوم

## ۳- مفاهیم اساسی مدل رابطه‌ای

### ۳-۱- تعاریف

**دامنه**[1]

مجموعه‌ای از مقادیر ممکن صفت (attribute) است. از نظر ریاضی، مجموعه‌ای است از مقادیر که یک یا بیش از یک صفت از آن مقدار می گیرند.

**رابطه**[2]

رابطه عبارت است از زیرمجموعه‌ای از ضرب کارتزین Sn× …× S3× S2×S1 ، و می گوییم رابطه R از درجه n است. هر یک از S1، S2 ، S3 و ... میدان یا دامنه نامیده می شود.

**تاپل**[3]

ارتباط مجموعه‌ای از مقادیر در یک رابطه را تاپل گویند.

تناظر بین مفاهیم رابطه‌ای و مفاهیم جدولی

در جدول زیر این تناظر نشان داده شده است.

| مفهوم تئوریک | مفهوم جدولی |
|---|---|
| رابطه | جدول |
| تاپل | سطر |
| صفت | ستون |
| میدان | مجموعه مقادیر ستون |
| درجه | تعداد ستونها |
| کاردینالیتی | تعداد سطرها |

### ۳-۲- ویژگیهای رابطه

- **ویژگی ۱:** رابطه تاپل تکراری ندارد.

**دلیل**: زیرا بدنه رابطه مجموعه ای است و مجموعه نمی تواند عضو تکراری داشته باشد.

- **ویژگی ۲:** تاپل نظم ندارند.

**دلیل**: بدنه رابطه مجموعه است و مجموعه در حالت کلی، فاقد نظم است.

- **ویژگی ۳:** صفات رابطه نظم مکانی ندارند (از چپ به راست).

**دلیل**: سرآیند رابطه مجموعه است و مجموعه در حالت کلی فاقد نظم است.

- **ویژگی ۴:** تمامی صفات، تک مقداری هستند.

**دلیل**: این ویژگی دلیل نظری ندارد.

[1] Domain
[2] Relation
[3] Tuple

**نکته**: در مدل رابطه‌ای هم نوع موجودیت و هم نوع ارتباط با مفهوم رابطه نمایش داده می شوند و در نتیجه هم نمونه موجودیت و هم نمونه ارتباط ، با مفهوم تاپل نشان داده می‌شوند.

## ۳-۳- کلید در مدل رابطه‌ای

چند مفهوم در بحث کلید وجود دارد که عبارتند از:

- ابر کلید[1]
- کلید کاندید[2]
- کلید اصلی[3]
- کلید دیگر[4]
- کلید خارجی[5]

### ۳-۳-۱- ابر کلید

هر زیر مجموعه از مجموعه عنوان رابطه که یکتایی مقدار در گستره (بدنه) رابطه داشته باشد. به بیان دیگر، هر ترکیبی از اسامی صفات رابطه که در هیچ دو تاپل مقدار یکسان نداشته باشد.

### ۳-۳-۲- کلید کاندید

هر زیر مجموعه از مجموعه عنوان رابطه که دو خاصیت زیر را داشته باشد، کلید کاندید رابطه است:

۱. یکتایی مقدار
۲. کاهش ناپذیری. یعنی اگر یکی از عناصر از مجموعه را حذف کنیم زیر مجموعه باقی مانده دیگر خاصیت یکتایی مقدار نداشته باشد.

**نکته**: هر ابر کلید لزوماً کلید کاندید نیست، اما هر کلید کاندید زیر مجموعه ابر کلید های رابطه است.

### ۳-۳-۳- کلید اصلی

یکی از کلیدهای کاندید رابطه که طراح انتخاب می کند و به سیستم معرفی می شود.
ظابطه های انتخاب عبارتند از:
۱- از نظر کاربر، شناسه معمول نوع موجودیت باشد.
۲- طول کوتاهتر داشته باشد.

### ۳-۳-۴- کلید دیگر

هر کلید کاندید، غیر از کلید اصلی، کلید دیگر (بدیل) نام دارد.

### ۳-۳-۵- کلید خارجی

دو رابطه R1 و R2 (نه لزوماً متمایز) را در نظر می گیریم. هر زیر مجموعه از صفات رابطه R2 که هر مقدار معلومش با یک مقدار از کلید کاندید R1 برابر باشد، کلید خارجی در رابطه R2 است.

---

[1] Super Key (S.K.)
[2] Candidate Key (C.K.)
[3] Primary Key (P.K.)
[4] Alternate Key (A.K.)
[5] Foreign Key (F.K.)

صفت (صفات) کلید خارجی باید هم میدان با صفت (صفات) کلید کاندید باشد، و معمولاً همنام با کلید کاندید است ولی گاه لازم می شود از مکانیزم دگرنامی[1] استفاده کنیم.

### ۳-۴- قواعد جامعیت در مدل رابطه‌ای

جامعیت[2] پایگاه داده ها یعنی : صحت، دقت و سازگاری داده‌های ذخیره شده در پایگاه در تمام لحظات. یعنی صحت داده ها و پردازشها و پی روی از مقررات سیستم.

در مدل رابطه ای سه نوع جامعیت مورد تاکید قرار می گیرد

۱- جامعیت دامنه[3]

۲- جامعیت درون رابطه‌ای[4]

۳- جامعیت ارجاع[5]

#### ۳-۴-۱- جامعیت دامنه

تمامی صفات در تمامی رابطه ها از نوع دامنه خود باشند.

#### ۳-۴-۲- جامعیت درون رابطه‌ای

یعنی هر رابطه به تنهایی صحیح باشد. مثلاً عضو تکراری نداشته باشد و کلیدهایش درست باشند و کلیدها دارای مقدار تهی (Null) یا تکراری نباشند.

#### ۳-۴-۳- جامعیت ارجاع

یعنی کلید خارجی درست تعریف شده باشد. مثلاً کلید خارجی یک رابطه حتماً در رابطه دیگر کلید باشد و مقداری که به کلید خارجی داده می شود در جدول دیگر وجود داشته باشد.

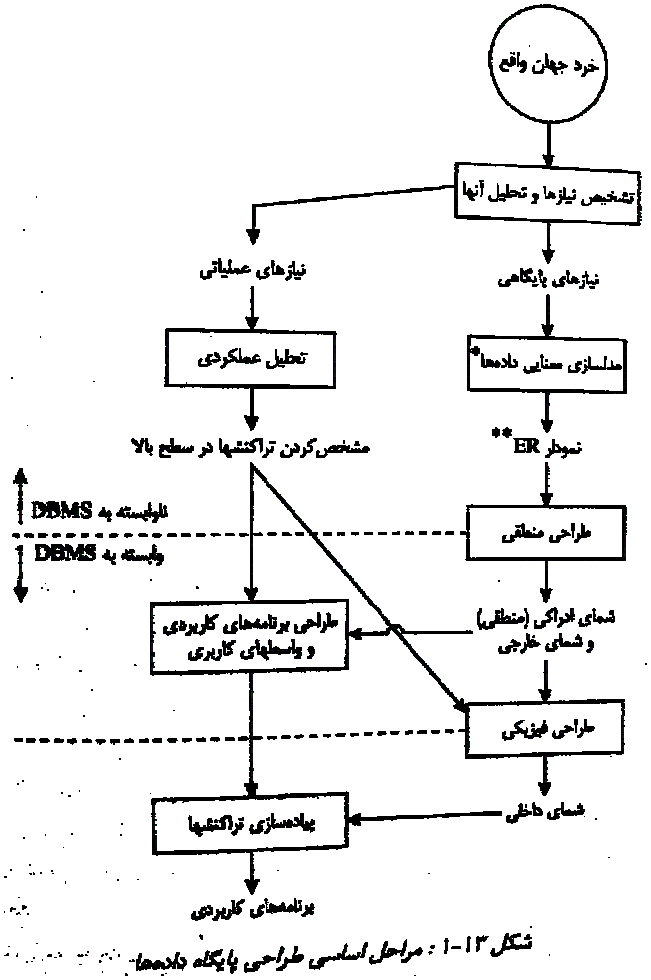
[1] Renaming
[2] Integrity
[3] Domain Integrity
[4] Intra-relation Integrity
[5] Referential Integrity

# فصل چهارم

## ۴- طراحی پایگاه داده های رابطه ای

طراحی پایگاه داده مراحلی دارد و در هر مرحله فعالیتهایی انجام می‌شود. مراحل اساسی طراحی پایگاه داده ها عبارتند از:

۱- مطالعه و شناخت خرد جهان واقع
۲- انجام مهندسی نیازها
۳- مدلسازی معنایی داده ها
۴- طراحی منطقی پایگاه داده ها
۵- طراحی فیزیکی پایگاه داده ها
۶- انجام تحلیل عملکرد : تعیین تراکنشهاطراحی برنامه های کاربردی




شکل ۱۳-۱ : مراحل اساسی طراحی پایگاه داده‌ها

**شکل ۱-۴: مراحل اساسی طراحی پایگاه داده ها**

برای طراحی منطقی پایگاه داده ها دو روش وجود دارد:

۱- روش بالا به پایین[1]

[1] top-down design method

۲- روش سنتز رابطه ای[1]
۳- روش ترکیبی

## ۴-۱- تبدیل مدلسازی به طراحی منطقی (روش بالا به پایین)

فرض ما بر این است که مراحل قبل انجام شده است یعنی:

- شناخت خرد جهان واقع و انجام مهندسی نیازها
- مدلسازی معنایی داده ها

**نکته**: کار طراحی ماهیت هنری هم دارد و طراحی نوعی هنر است. در این کار ای بسا ظرافت و دقایق فنی وجود دارد.

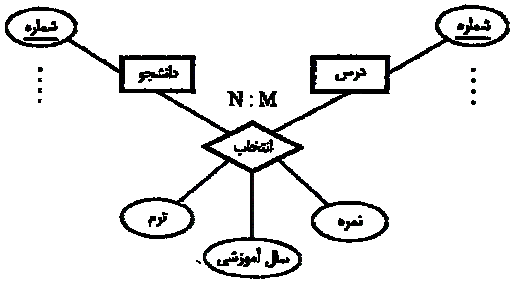
### ۴-۱-۱- روش تبدیل نمودار ER به رابطه ها

#### ۴-۱-۱-۱- حالت اول

- تعداد نوع موجودیت : $n \geq 2$
- وضع موجودیت ها : مستقل
- چندی ارتباط : N : M

در این حالت $n+1$ ارتباط نیاز است. یک رابطه برای هر یک از n موجودیت مستقل و یک رابطه برای نمایش ارتباط بین آنها. اگر ارتباط بین این انواع موجویتها، صفت (ساده یا مرکب) چند مقداری نداشته باشد در اینصورت کلید کاندید رابطه نمایشگر ارتباط بین n موجودیت، از ترکیب کلیدهای کاندید n رابطه نمایشگر n موجودیت بدست می آید. در غیر اینصورت، حد اقل یکی از صفات ارتباط هم جزء تشکیل دهنده کلید کاندید (که مرکب است) ، می شود. پس در این حالت کلیدهای خارجی، اجزاء تشکیل دهنده کلید کاندید رابطه نمایشگر ارتباط هستند.

مثال حالت اول:




در این حلت همان رابطه های STT ، COT و STCOT را داریم که در گفتار دهم دیدیم.

**STT**( $\underset{\text{C.K.}}{\underline{\text{STID}}}$ , ……)

**COT**( $\underset{\text{C.K.}}{\underline{\text{COID}}}$ , ……)

**STCOT**( $\underset{\text{C.K.}}{\underline{\underset{\text{F.K.}}{\text{STID}} , \underset{\text{F.K.}}{\text{COID}}}}$ , ……)

[1] Relational synthesis

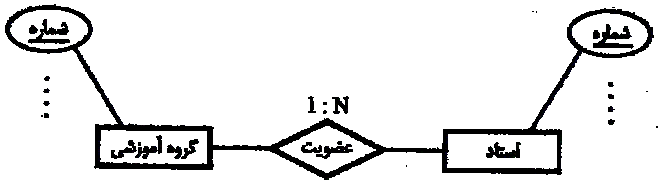
توجه داشته باشید که در این طراحی وضعیتی که در آن دانشجویی در یک درسی مردود می شود و دوباره همان درس را در ترم دیگرانتخاب می کند در نظر گرفته نشده است. اگر این وضعیت را بخواهیم در نظر بگیریم، دیگر کلید کاندید رابطه STCOT فقط ترکیب STID و COID نیست بلکه باید TR و حتی YRYR را نیز دخالت داد، یعنی کلید کاندید رابطه ، (STID , COID , TR , YRYR) می شود.

**۴-۱-۱-۲- حالت دوم**

- تعداد نوع موجودیت : دو
- وضع موجودیت ها : مستقل
- چندی ارتباط : 1 : N

در این حالت دو رابطه کفایت می کند. یک رابطه برای نمایش نوع موجودیت طرف یک و یک رابطه برای نمایش نوع موجودیت طرف N و نیز ارتباط 1:N. در رابطه اخیر ، کلید کاندید رابطه اول ، به عنوان کلید خارجی رابطه دوم ، ارتباط مورد نظر را نشان می دهد (اصطلاحاً می گوییم طرف ۱ به طرف N کلید می دهد) وکلید خارجی جزء تشکیل دهنده کلید کاندید رابطه دوم نیست. بصورت خلاصه کلید اصلی رابطه اول به عنوان کلید خارجی به این رابطه اضافه می شود.

**مثال حالت دوم**




**DEPT**( DEID , DTITLE , .....)
C.K.

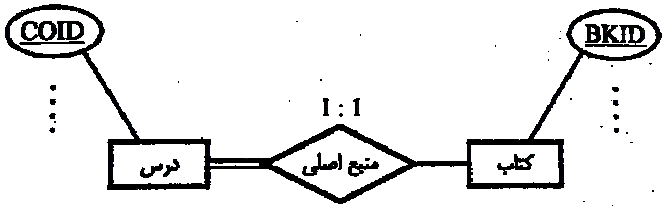
**PROF**( PRID , PRNAME , ..... , DEID)
C.K. F.K.

**۴-۱-۱-۳- حالت سوم**

- تعداد نوع موجودیت : دو
- وضع موجودیت ها : مستقل
- چندی ارتباط : 1 : 1

در این حالت دو رابطه لازم است. یک رابطه برای نمایش یکی از دو نوع موجودیت و یک رابطه برای نمایش موجودیت دیگر و ارتباط بین دو نوع موجودیت.

مثال حالت سوم



**BOOK**( BKID , BKTITLE , ……..)
C.K.

**COT**( COID , COTITLE , …… , BKID)
C.K. F.K.

توجه داشته باشید که در این حالت، کلید کاندید رابطه نشان دهنده نوع موجودیت با مشارکت غیر الزامی در ارتباط، در رابطه نشان دهنده نوع موجودیت با مشارکت الزامی در ارتباط، به عنوان کلید خارجی، در نظر گرفته می شود.

**نکته**: می توان با یک رابطه نیز نشان داد: وقتی مشارکت هر دو نوع موجودیت در ارتباط الزامی باشد و تعداد صفات موجودیت های شرکت کننده در ارتباط زیاد نباشد.

**COBK**( COID , COTITLE , … , BKID , BKTITLE , ……)
C.K. C.K.

توجه داشته باشید که کلید کاندید این رابطه هر یک از دو صفت COID و BKID است و هر یک از این دو می توانند به عنوان کلید اصلی انتخاب شوند.

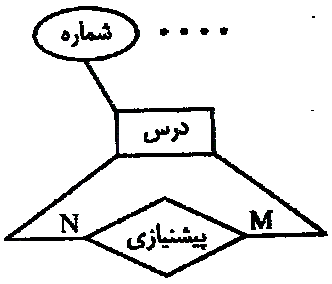
**نکته**: همیشه می توان در حالت دوم و سوم، مثل حالت اول عمل کرد، یعنی به جای دو یا یک رابطه، همان سه رابطه را طراحی کرد. این کار بویژه وقتی مشارکت در ارتباط غیر الزامی باشد و تعداد نمونه های نوع موجودیتهای شرکت کننده در ارتباط کم باشد، توصیه می شود.

**۴-۱-۱-۴- حالت چهارم**

- تعداد نوع موجودیت : یک
- وضع موجودیت ها : مستقل
- چندی ارتباط : N : M

این حالت حالت خاص حالت اول است. دو رابطه لازم است: یک رابطه برای نمایش خود موجودیت و یک رابطه برای نمایش ارتباط، اعم از اینکه الزامی باشد یا نباشد.

**مثال حالت چهارم**




**COT**( COID , TITLE , ……)
C.K.

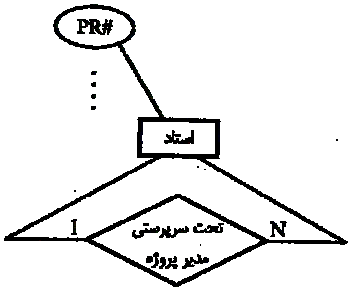
**PREREQ**( COID , PRCOID )
F.K. F.K.
C.K.

**۴-۱-۱-۵- حالت پنجم**

- تعداد نوع موجودیت : یک
- وضع موجودیت ها : مستقل
- چندی ارتباط : 1 : N

این حالت که حالت خاص حالت دوم است، یک رابطه کفایت می کند.

**مثال حالت پنجم**



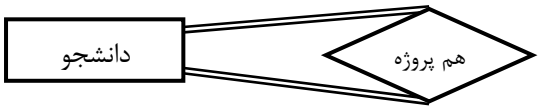

**PRJMGR**( PRID , …… , PRMGRID )
C.K. F.K.

**۴-۱-۱-۶- حالت ششم**

- تعداد نوع موجودیت : یک
- وضع موجودیت ها : مستقل
- چندی ارتباط : 1 : 1

این حالت که حالت خاص حالت سوم است، یک رابطه کفایت می کند، به شرط اینکه مشارکت در ارتباط الزامی باشد. البته می توان با دو رابطه هم طراحی کرد.

**مثال حالت ششم**




طراحی با یک رابطه :

**STUD**( STID , STNAME , …… , PJSTID )
C.K. F.K. شماره دانشجویی هم تیم

و یا :

**STPJST**( STID , STNAME , …… , PJSTID , SSTNAME , ……)
C.K. F.K.

طراحی با دو رابطه:

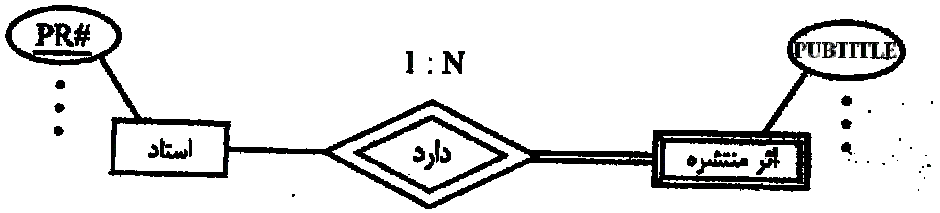
**STUD**( STID , STNAME , …… )
C.K.

**STOJCOST**( STID , PJSTID )
F.K. F.K.
C.K.

**۴-۱-۱-۷- حالت هفتم : نمایش موجودیت ضعیف**

موجودیت ضعیف دارای شناسه یکتا نیست بلکه صفت ممیزه دارد. برای نمایش این نوع موجودیت یک رابطه طراحی می کنیم که در عنوان آن، صفات موجودیت ضعیف و کلید کاندید موجودیت قوی که با آن ارتباط دارد وجود دارد. یعنی کلید کاندید موجودیت قوی به عنوان کلید خارجی اضافه می شود. کلید کاندید این رابطه از ترکیب کلید کاندید موجودیت قوی و صفت ممیزه بدست می آید.

مثال حالت هفتم




**PRPUB**( PRID , PUBTITLE , …… )
F.K.
C.K.

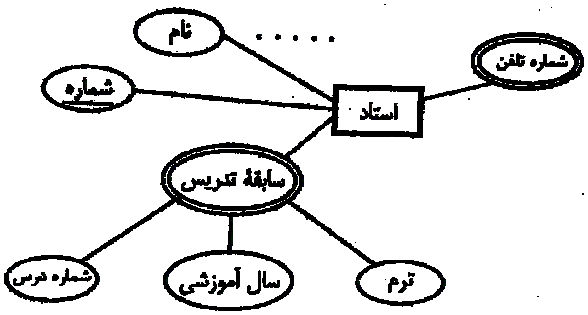
**۴-۱-۱-۸- حالت هشتم : وجود صفت چند مقداری**

اگر MVA ، یک صفت چند مقداری ، EID شناسه نوع موجودیت E و $A_1$ ، $A_2$ ، … ، $A_i$ سایر صفات تک مقداری (ساده یا مرکب) موجودیت E باشند، در اینصورت برای نمایش این موجودیت دو رابطه نیاز است.

**$R_1$**( EID , $A_1$ , $A_2$ , … , $A_i$ )
C.K.

**$R_2$**( EID , MVA )
F.K.
C.K.

**مثال حالت هشتم**




**PROF**( PRID , PRNAME , …… )
C.K.

**PRTEACHIS**( PRID , COID , TR , YRYR )
F.K.
C.K.

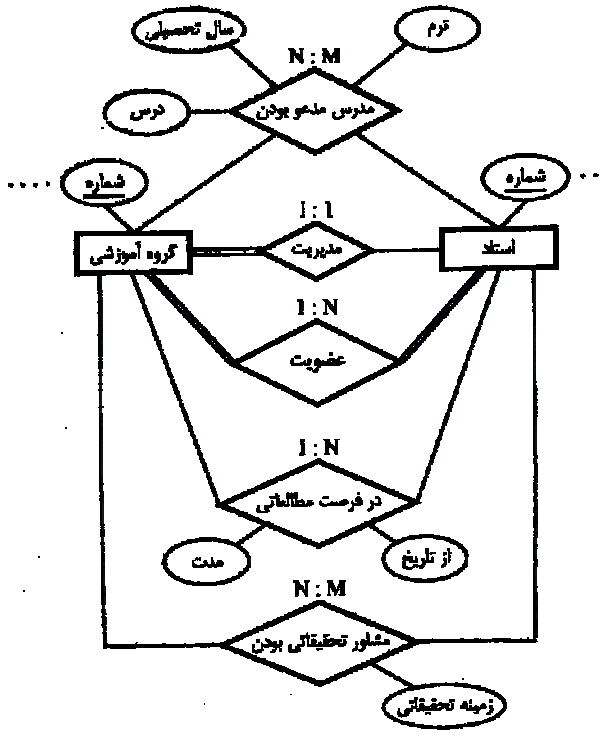
**PRTEACHIS**( PRID , TEL )
F.K.
C.K.

**۴-۱-۱-۹- حالت نهم : بیش از یک ارتباط بین دو موجودیت**

فرض می کنیم که هر دو توع موجودیت مستقل باشند. تعداد رابطه ها لازم در این حالت بستگی به چندی هر ارتباط دارد. در طراحی این حالت، بصورت زیر عمل می شود:

- هر نوع موجودیت مستقل شرکت کننده در یک ارتباط با چندی N:M با یک رابطه نشان داده می شود.
- هر نوع ارتباط N:M را با یک رابطه نشان می دهیم.
- هر یک از ارتباطهای با چندی 1:N، اگر مشارکت دو نوع موجودیت در همه ارتباطها الزامی باشد، را می توان با یک کلید خارجی در رابطه نشان دهنده نوع موجودیت طرف (N) ، نشان داد.
- اگر مشارکت دو موجودیت در یک ارتباط 1:N، الزامی نباشد بهتر است برای چنین ارتباطی یک رابطه جداگانه طراحی شود که صفات آن، شناسه دو نوع موجودیت و صفات خود ارتباط ، در صورت وجود ، هستند.
- اگر یک و یا بیش از یک ارتباط 1:N وجود داشته باشد و مشارکت دو نوع موجودیت در ارتباطها الزامی باشد، هر یک از این ارتباطها را می توان با یک کلید خارجی در یکی از دو رابطه نشان دهنده یکی از دو نوع موجودیت، نشان داد، مگر اینکه ملاحظات خاص دیگر مطرح باشد.
- اگر مشارکت هر دو نوع موجودیت در یک ارتباط 1:1 الزامی نباشد، بهتر است این ارتباط را با یک رابطه چندگانه نمایش داد.

مثال حالت نهم



برای ارتباط "مدیریت"

**DEPT**( DEID , DETITLE , …… , PRID)
C.K. F.K.

برای ارتباط "عضویت"

**PROF**( PRID , PRNAME , …… , DEID)
C.K. F.K.

برای ارتباط "فرصت مطالعاتی"

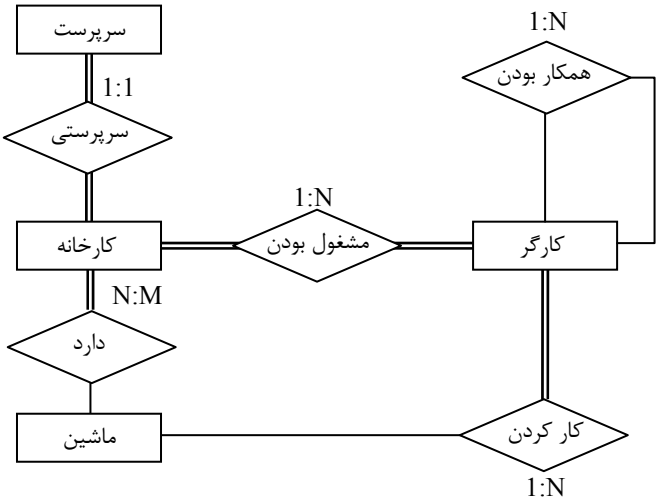
**PROF-IN-SAB**( PRID , BEGDATE , DURATION , DEID)
C.K. F.K.

**PROF-CONSULT**( PRID , DEID , RESEARCH-AREA)
C.K.

**PROF-INVIT**( PRID , DEID , TR , YRYR , COID)
C.K.

**تمرینات**

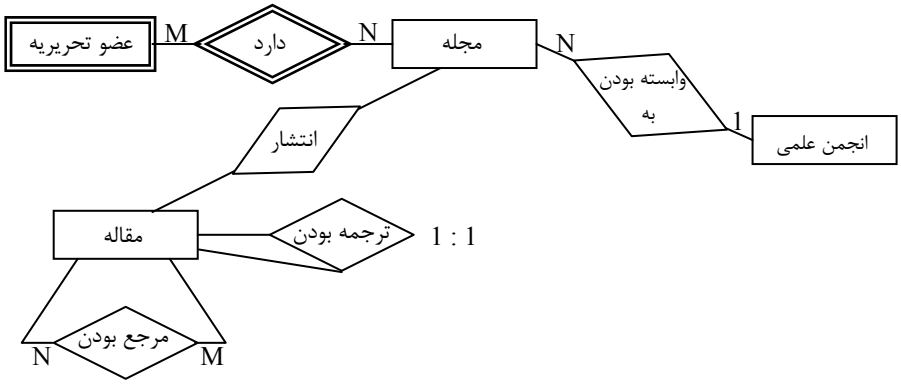
**تمرین ۱:** نمودار ER زیر را در نظر می گیریم: کلید اصلی موجودیتها عبارتند از: #F : شماره کارخانه، #W : شماره کارگر، #M : شماره ماشین، #A : شماره سرپرست.




پایگاه رابطه ای این محیط را طراحی کنید.

**توجه**: صفت (صفات) هر موجودیت را متناسباً انتخاب کنید.

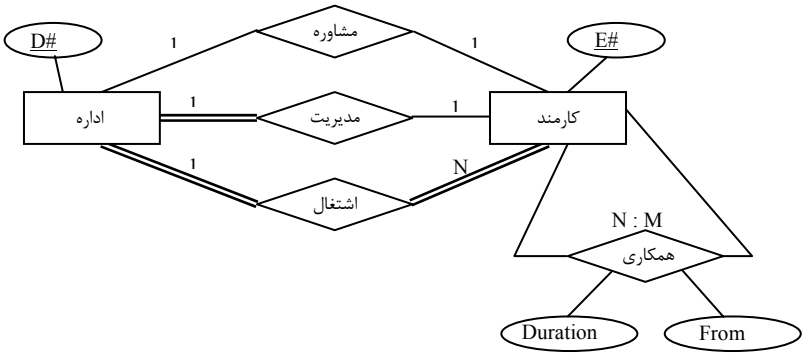
**تمرین ۲:** با استفاده از روش طراحی بالا به پایین نمودار EER زیر را با مدل رابطه ای تبدیل کنید؟



کلید اصلی موجودیتها عبارتند از: مجله : عنوان، انجمن علمی: عنوان، مقاله: عنوان و کد مقاله، کلید صفت ممیزه عضو تحریریه: نام

(**توجه**: صفت (صفات) هر موجودیت و هر ارتباط را متناسباً انتخاب کنید.)

**تمرین ۳:** با استفاده از روش طراحی بالا به پایین نمودار EER زیر را با مدل رابطه ای تبدیل کنید؟



# فصل پنجم

## ۵- جبر رابطه‌ای

### ۵-۱- جداول نمونه

توجه: مطالب این فصل از کتاب "بانکهای اطلاعاتی علمی کاربردی" تالیف دکتر مصطفی حق جو می باشد. پایگاه داده نونه‌ای که مثالهای این فصل بر اساس آن مطرح شده، پایگاه داده دانشگاه است که، بصورت شکل زیر می باشد.

Stud (s#, sname, city, avg, clg#)
**دانشجو** (شماره دانشکده، معدل کل، شهر محل تولد، نام، شماره)
Prof (pname, office, esp, degree, clg#)
**استاد** (شماره دانشکده، مدرک تحصیلی، تخصص، دفتر کار، نام)
Crs (c#, cname, unit, clg#)
**درس** (شماره دانشکده ارائه دهنده، تعداد واحد، نام، شماره)
Sec (sec#, c#, s#, term, pname, score)
**گروه درس** (نمره، نام استاد، ترم، شماره دانشجو، شماره درس، شماره گروه)
Clg (clg#, clgname, city, pname)
**دانشکده** (نام رئیس، نام شهر، نام دانشکده، شماره)

نمونه جداول بانک اطلاعات دانشگاه در زیر نمایش داده شده اند:

| Stud | | | | |
|---|---|---|---|---|
| S# | Sname | city | avg | Clg# |
| 71133848 | محمدی | تهران | 17.25 | 10 |
| 72130502 | وکیلی | اصفهان | 14.06 | 10 |
| 72203305 | علینقی زاده | مشهد | 16.42 | 1 |
| 73120504 | کمانی | یزد | 17.56 | 4 |
| 73166801 | احمدی | کرمان | 15.44 | 5 |
| 74182532 | جوادی | تهران | 16.8 | 5 |
| 74209836 | حسین زاده | تبریز | 1707 | 6 |

| Crs | | | |
|---|---|---|---|
| C# | Cname | Unit | Clg# |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 |
| 10174 | مدار منطقی | 3 | 10 |
| 12100 | معارف ۱ | 2 | 12 |
| 12564 | ریاضی عمومی ۱ | 4 | 1 |
| 51515 | شیمی عالی | 3 | 5 |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 |

| Prof | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pname | office | esp | degree | Clg# |
| ابوطالبی | 3 | مواد | دکتری | 6 |
| اشرفی زاده | 8 | شیمی | دکتری | 5 |
| جاهد مطلق | 1 | کامپیوتر | دکتری | 10 |
| جلالی | 5 | برق | دکتری | 7 |
| حسنی | 2 | ریاضی | دکتری | 1 |
| ذاکر | 4 | فیزیک | دکتری | 2 |
| صادقیان | 3 | صنایع | دکتری | 4 |
| قربانی | 12 | کامپیوتر | دکتری | 10 |
| مفتون | 1 | زبان | دکتری | 3 |
| میرشمسی | 4 | کامپیوتر | فوق لیسانس | 10 |
| نقره کار | 3 | معماری | دکتری | 11 |
| هاشمی اصل | 10 | کامپیوتری | فوق لیسانس | 10 |

| Sec | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sec# | S# | C# | Term | Score | Pname |
| 1724 | 71133848 | 10172 | 761 | 14.5 | هاشمی اصل |
| 1747 | 71133848 | 10174 | 752 | 15.75 | میرشمسی |
| 1747 | 72130502 | 10174 | 752 | 12.5 | میرشمسی |
| 1748 | 72203305 | 10172 | 761 | 16.25 | قربانی |
| 1516 | 74182532 | 51516 | 752 | 17 | اشرفی زاده |

| Clg | | | |
|---|---|---|---|
| Clg# | Clgname | City | Pname |
| 1 | ریاضی | تهران | حسنی |
| 2 | فیزیک | مشهد | جاهد مطلق |
| 3 | زبان | مشهد | نقره کار |
| 4 | صنایع | تهران | صادقیان |
| 5 | شیمی | تهران | ذاکر |
| 6 | مواد | تبریز | مفتون |
| 7 | برق | تهران | صادقیان |
| 10 | کامپیوتر | تهران | اشرفی زاده |
| 11 | معماری | یزد | ابوطالبی |
| 12 | معارف | تهران | جلالی |

در جبر رابطه ای ما با دو بخش روبرو خواهیم بود:

- عملوند یا نوع دادهای

- عملگرها

### ۵-۲- عملوند یا نوع داده ای

در جبر رابطه ای همیشه ورودی عملگر ها و نتایج خروجی آنها یک رابطه خواهد بود پس همیشه در جبر رابطه ای با رابطه (جدول) سر و کار خواهیم داشت.

### ۵-۳- عملگر ها

در جبر رابطه ای عملگر ها به ۴ دسته تقسیم می شوند:

۱. دسته ی اول: عملگر های ساده مانند:σ (select) , Π(project)
۲. دسته ی دوم: عملگر های مجموعه ای: U ، ∩ و -
۳. دسته ی سوم: عملگر های پیوند:X ، $X_\theta$ ، ∞ و ∝
۴. دسته ی چهارم: شامل سایر عملگر ها مانند:÷ , ← , P

ما این عملگر ها را به دو دسته تقسیم خواهیم کرد:

عملگرهای اصلی

عملگرهای اضافی

عملگرهای اضافی عملگرهایی می باشند که بتوان نتیجه آنها را با عملگرهای اصلی بدست آورد. بعنوان مثال عملگر اشتراک اضافی و عملگر تفاضل اصلی می باشند چون داریم:

$$A \cap B = A-(A-B)$$

#### ۵-۳-۱- دسته ی اول عملگرهای Π (project) و σ (select)

دستور select و دستور project فقط شامل یک عملوند می باشند که از نوع رابطه می باشد ، عملگر select بر روی سطر های جدول اعمال می شود و می تواند از روی سطرها ، سطرهایی را که شرط مشخص شده را داشته باشند انتخاب کند.

**مثال** مشخصات دانشجویان یزدی را پیدا کنید.

$$\sigma_{City="یزد"}(Stud)$$

خروجی این دستور بصورت جدول زیر خواهد بود.

| S# | Sname | city | avg | Clg# |
|---|---|---|---|---|
| 73120504 | کمانی | یزد | 17.56 | 4 |

**مثال**: مشخصات دانشجویان یزدی دانشکده ی شماره ۴ را پیدا کنید.

$$\sigma_{City="یزد" \wedge C\lg\#=4}(Stud)$$

عملگر project بر روی ستون های جدول اعمال می شود و می تواند ستون یا ستون های مشخص شده را از جدول ورودی جدا کند.

**مثال**: ستون های شماره ی دانشجویی ، نام دانشجو و کد دانشکده را از جدول دانشجو انتخاب کنید.

$$\Pi_{S\#,Sname,C\lg\#}(Stud)$$

**خروجی**:

| S# | Sname | Clg# |
|---|---|---|
| 71133848 | محمدی | 10 |
| 72130502 | وکیلی | 10 |
| 72203305 | علینقی زاده | 1 |
| 73120504 | کمانی | 4 |
| 73166801 | احمدی | 5 |
| 74182532 | جوادی | 5 |
| 74209836 | حسین زاده | 6 |

**مثال**: شهرهای محل تولد دانشجویان

$$\Pi_{City}(Stud)$$

**نکته**: باید دقت داشته باشید که استفاده از عملگر project باعث حذف تکرار خواهد شد به عنوان مثال در مثـال قبلی ممکن است چندین دانشجو از یک شهر وجود داشته باشد اما این عملگر تکرار ها را حذف کرده و هر شهر فقط یک بار در خروجی آورده خواهد شد.

**خروجی**:

| city |
|---|
| تهران |
| اصفهان |
| مشهد |
| یزد |
| کرمان |
| تبریز |

**مثال**: ستون های شماره دانشجویی ، نام ، کد دانشکده و معدل دانشجویانی که معدل آنها بالای ۱۵ است.

در این مثال ما مجبوریم که هم از عملگر select و هم از عملگر project استفاده کنیم اما کدامیک از اینها زودتر انجام شود اهمیت دارد.

جواب ۱ $$\Pi_{S\#,Sname,C\lg\#,Avg}(\sigma_{Avg>15}(Stud))$$

جواب ۲ $$\sigma_{Avg>15}(\Pi_{S\#,Sname,C\lg\#,Avg}(Stud))$$

**خروجی:**

| S# | Sname | avg | Clg# |
|---|---|---|---|
| 71133848 | محمدی | 17.25 | 10 |
| 72203305 | علینقی زاده | 16.42 | 1 |
| 73120504 | کمانی | 17.56 | 4 |
| 73166801 | احمدی | 15.44 | 5 |
| 74182532 | جوادی | 16.8 | 5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 74209836 | حسین زاده | 1707 | 6 |

در این مثال هر دو حالت صحیح می باشد اما اگر صورت مساله را به صورت زیر تغییر دهیم:

**مثال**: ستون های شماره ی دانشجویی ، نام و کد دانشکده ی دانشجویانی که معدل آنها بالای ۱۵ می باشد.

جواب ۱ $\prod_{S\#,Sname,C\lg\#}(\sigma_{Avg>15}(Stud))$

در این جواب ورودی جریان select جدول stud می باشد که یکی از ستونهای آن avg است و دستور select می تواند شرط avg > 15 را بر روی آن اعمال کند و ورودی دستور project جدول حاصل از نتیجه ی عمل select می باشد. که این نتیجه شامل کل ستون های جدول stud می باشد سپس project ستونهای s# و clg# و sname را از آن اجرا می کند. اما جوابی که در زیر نشان داده می شود صحیح نیست.

جواب ۲ $\sigma_{Avg>15}(\prod_{S\#,Sname,C\lg\#}(Stud))$

در این جواب ورودی select خروجی حاصل از دستور project می باشد که جدولی است شامل ستونهای s# و sname و clg# ، اما شرطی که برای select شده avg> 15 میباشد در حالی که جدول ورودی آن شامل این ستون نیست پس نمیتوان شرط را اعمال کرد.

**۵-۳-۲- دسته ی دوم: عملگر های مجموعه ای**

این عملگر ها شامل عملگر های اجتماع ، اشتراک و تفاضل می باشند. هنگام استفاده از این عملگر ها باید شرط همتا بودن[1] ما بین عملوندهای آن برقرار باشد یعنی:

۱. عملوند ها تعداد ستونهای یکسانی داشته باشند.
۲. ستونهای متناظر در عملوند ها هم نوع (هم دامنه) باشند.

به عنوان مثال دستور زیر صحیح نمیباشد :

$$Stud \cup Prof$$

چون با اینکه تعداد ستونهای یکسانی دارند، اما ستونهای متناظر آنها هم دامنه نیستند. به عنوان مثال s# با pname هم دامنه نیست.

مثال: لیست نام افرادی که در دانشکده هستند.

$$\prod_{Sname}(Stud) \cup \prod_{Pname}(Prof)$$

مثال : لیست نام دانشجویان هم نام با اساتید.

$$\prod_{Sname}(Stud) \cap \prod_{Pname}(Prof)$$

مثال : لیست نام دانشجویان غیر هم اسم با اساتید.

$$\prod_{Sname}(Stud) - \prod_{Pname}(Prof)$$

نکته : باید دقت داشته باشید که ترتیب عملوند ها در اجتماع و اشتراک مهم نیست اما در تفاضل مهم می باشد و داریم:

A U B = B U A
A ∩ B = B ∩ A

[1] same arity

$$A - B \neq B - A$$

### ۵-۳-۳- عملگر های پیوند[1]

زمانی که برای هر یک مسئله به بیش از یک جدول نیاز داشته باشیم یکی از راه حلها استفاده از عملگر های پیوند می باشد.

#### ۵-۳-۳-۱- عملگر ضرب دکارتی یا کارتزین

این عملگر دارای دو عملوند میباشد، جدول حاصل از این عملوند مشخص کننده ی کلیه ی حالت های ممکن از تلفیق این دو جدول خواهد بود ممکن است این دو جدول شامل ستونهای همنام باشند در این حالت برای شناسایی ستون مورد نظر از نقطه گذاری استفاده خواهیم کرد. به عنوان مثال:

$$Crs \times Clg$$

کلیه حالتهای ممکن از تلفیق دو جدول Crs و Clg را به ما خواهد داد. بخشی جدول حاصل از این عملگر بصورت زیر خواهد بود.

| C# | Cname | Unit | Crs.Clg# | clg.Clg# | Clgname | City | Pname |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 3 | زبان | مشهد | نقره کار |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 1 | ریاضی | تهران | حسنی |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 11 | معماری | یزد | ابوطالبی |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 12 | معارف | تهران | جلالی |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 10 | کامپیوتر | تهران | اشرفی زاده |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 2 | فیزیک | مشهد | جاهد مطلق |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 4 | صنایع | تهران | صادقیان |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 5 | شیمی | تهران | ذاکر |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 6 | مواد | تبریز | مفتون |
| 10172 | شبیه سازی | 3 | 10 | 7 | برق | تهران | صادقیان |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 4 | صنایع | تهران | صادقیان |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 3 | زبان | مشهد | نقره کار |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 7 | برق | تهران | صادقیان |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 5 | شیمی | تهران | ذاکر |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 12 | معارف | تهران | جلالی |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 11 | معماری | یزد | ابوطالبی |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 6 | مواد | تبریز | مفتون |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 1 | ریاضی | تهران | حسنی |
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 10 | کامپیوتر | تهران | اشرفی زاده |

[1] Join

| C# | Cname | Unit | Crs.Clg# | clg.Clg# | Clgname | City | Pname |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 71203 | کنترل خطی | 3 | 7 | 2 | فیزیک | مشهد | جاهد مطلق |

**مثال** : نام و شماره ی دروسی که توسط استاد قربانی ارایه می شود را مشخص کنید.

$$\Pi_{cname,crs.c\#}(\sigma_{pname="قرباني" \wedge crs.c\#=\sec.c\#}(crs \times \sec))$$

نکته: ما اکثرا زمانی دو جدول را با همدیگر الحاق خواهیم کرد که با همدیگر ارتباط مستقیم داشته باشند. یعنی کلید اصلی یک جدول داخل جدول دیگر به عنوان کلید خارجی قرار داده شده باشد به همین دلیل در مثال قبل بعد از ضرب دکارتی شرطی که قرار داده شده است برابر بودن کلید خارجی با کلید اصلی میباشد. (crs.c# = sec.c#)

**۵-۳-۳-۲- پیوند شرطی**[1]

پیوند شرطی همانند ضرب دکارتی می باشد با این تفاوت که در پیوند شرطی، شرطی نیز محقق می شود ، پس از انجام ضرب این شرط بر روی جدول بدست آمده اعمال شده و نهایتا سطر یا سطرهایی باقی میماند که شرط مشخص شده را دارا هستند.

مثال : جواب مساله ی قبلی را این بار با استفاده از پیوند شرطی بررسی کنید.

$$\Pi_{cname,crs.c\#}(crs \underset{pname="قرباني" \wedge crs.c\#=\sec.c\#}{\times} \sec)$$

**۵-۳-۳-۳- پیوند طبیعی**[2]

پیوند طبیعی با ضرب دکارتی و پیوند شرطی تفاوتهای زیر را خواهد داشت:

۱. به صورت خود کار شرط تساوی روی ستونهای هم نام اعمال می شود. در صورتی که دو جدول ورودی ستون هم نام نداشته باشند نتیجه پیوند طبیعی برابر ضرب دکارتی خواهد بود.
۲. ستونهای تکراری، حذف خواهند شد و دیگر نیازی به نقطه گذاری نخواهد بود.
۳. پیوند طبیعی بر خلاف ضرب دکارتی و پیوند شرطی عملگر گرانی نیست. ضرب دکارتی و پیوند شرطی عملگرهای گرانی می باشند چون اولا سرعت پایینی دارند و ثانیا به حافظه ی زیادی نیاز دارند.

**مثال** : جواب مساله ی قبلی را این بار با استفاده از پیوند طبیعی بنویسید.

جواب ۱ $\Pi_{cname,c\#}(\sigma_{pname="قرباني"}(crs \infty \sec))$

جواب ۲ $\Pi_{cname,c\#}(crs \infty (\sigma_{pname="قرباني"}(\sec)))$

جواب ۳ $\Pi_{cname,c\#}(crs) \infty (\Pi_{c\#}(\sigma_{pname="قرباني"}(\sec)))$

**۵-۳-۳-۴- نیم پیوند**[3]

نیم پیوند همانند پیوند طبیعی می باشد با این تفاوت که جدول حاصله فقط شامل ستونهای عملوند سمت چپ خواهد بود.

[1] Teta join
[2] Natural join
[3] Semi-join

**نکته**: درست است که گفتیم جدول نتیجه شامل تمام ستونهای عملوند سمت چپ خواهد بود اما ممکن است شامل تمام سطرهای عملوند سمت چپ به عنوان مثال:

$$Stud \propto Sec$$

Stud شامل اطلاعات کلیه دانشجویان می باشد و Sec شامل اطلاعات انتخاب واحد دانشجویان می باشد پس از انجام نیم پیوند از بین کل دانشجویان، اطلاعات دانشجویانی باقی می ماند که انتخاب واحد کرده اند ولی اطلاعات دانشجویانی که ثبت نام کرده اند اما انتخاب واحد نکرده اند در جدول نتیجه آورده نخواهد شد.

**نکته**: باید توجه داشته باشید که $A \propto B \neq B \propto A$

**مثال**: جواب مساله ی قبلی را این بار با استفاده از نیم پیوند بنویسید.

جواب ۱ $$\prod_{cname,c\#}(crs) \propto (\sigma_{pname="قرباني"}(sec))$$

جواب ۲ $$\prod_{cname,c\#}(crs) \propto (\prod_{c\#}(\sigma_{pname="قرباني"}(sec)))$$

**مثال**: مشخصات کامل رؤسای دانشکده ها.

جواب ۱ $$prof \infty (\prod_{pname}(c\lg))$$

جواب ۲ $$prof \propto (\prod_{pname}(c\lg))$$

**مثال** : خروجی دستور prof œ clg چیست؟

جواب: دو جدول prof و clg در ستونهای pname و #clg با همدیگر مشترک می باشند و این دو ستون در این جداول باید با همدیگر برابر باشند پس نتیجه ی این عبارت مشخص کننده ی اطلاعات اساتیدی می باشد که رییس دانشکده ی خودشان می باشند.

مثال: خروجی دستور زیر چیست؟

$$\sigma_{term=771 \wedge c\lg\#=1}(crs \propto sec)$$

ظاهراً جواب این دستور مشخص کننده ی دروسی می باشد که در ترم اول سال ۷۷ در دانشکده ی شماره ی ۱ ارایه شده است اما در حالی که جواب ، جواب صحیحی نمی باشد چون جدول حاصل از $crs \propto sec$ شامل ستون ترم نمی باشد پس این دستور ، دستور صحیحی نیست.

$$\sigma_{term=771}(crs) \propto \sigma_{c\lg\#=1}(sec)$$

### ۵-۳-۴- عملگر های دیگر

#### ۵-۳-۴-۱- عملگر نام گذاری

عملگر نامگذاری با علامت $\rho_b^a$ مشخص می شود با این کار نام b نیز بر روی جدول a گذاشته می شود. زمانیکه مجبور باشیم در دو طرف عملگر join از یک جدول استفاده کنیم، با استفاده از این عملگر می توان نام یکی از عملوندها را به صورت موقت تغییر داد. به عنوان مثال اگر بخواهیم اساتیدی که دفتر کارشان مشترک باشد را پیدا کنیم خواهیم داشت:

$$prof \underset{prof.office=p.office \wedge prof.pname \neq p.pname}{\times} \rho_p(\prod_{pname,office}(prof))$$

**۵-۳-۴-۲- دستور جایگزینی**

از این عملگر استفاده خواهیم کرد تا بتوانیم جدول حاصل از دستورات را برای استفاده های بعدی ذخیره کنیم.

**مثال**: اطلاعات دروسی را مشخص کنید که توسط استاد قربانی تدریس می شوند.

$$temp \leftarrow \prod_{c\#}(\sigma_{pname="قرباني"}(\text{sec}))$$

$$crs \infty temp$$

**۵-۳-۴-۳- عملگر تقسیم**

کاربرد عملگر تقسیم زمانی می باشد که بخواهیم همه ی حالتهای یک اتفاق را بررسی کنیم. به عنوان مثال:

۱- دانشجویانی که همه ی درس های استاد تبریزی را انتخاب کردند.

۲- اساتیدی که در همه ی دفاتر کار کرده اند.

۳- درسهایی که توسط همه ی دانشکده ها ارایه می شوند.

برای حل مساله هایی به از این صورت باید از عملگر تقسیم استفاده کنیم. هنگاه استفاده از این عملگر اولین کار مشخص کردن مقسوم علیه می باشد. مقسوم علیه بخشی از مساله می باشد که شامل شرط همه است. سپس مقسوم را بر مقسوم علیه تقسیم کرده تا جواب بدست آید.

هنگام استفاده از این عملگر باید نکات زیر رعایت شوند :

۱. صفات موجود در مقسوم علیه باید زیر مجموعه ای از صفات مقسوم باشد.
۲. جدول حاصل شده از تقسیم شامل صفات مقسوم به غیر از صفات مشترک آن با مقسوم علیه خواهد بود.

**مثال**: دانشجویانی که همه ی درسهای استاد تبریزی را انتخاب کرده اند.

$$temp \leftarrow \prod_{c\#}(\sigma_{pname="تبريزي"}(\text{sec}))$$

$$\prod_{s\#,sname,c\#}(stud \infty \text{sec}) \div temp$$

**تمرین** :

۱. نام و شماره ی دانشجویی ، دانشجویانی که دروس ۴ واحدی دانشکده شماره ۱ را در ترم اول سال ۷۷ انتخاب کرده اند
۲. اطلاعات دانشجویان دانشکده ی کامپیوتر
۳. شماره و نام دروس همچنین تعداد واحد دروسی که دانشجویی به نام علی آنها را انتخاب کرده اند.

**۵-۳-۵- بهینه سازی**

برای یک مساله ممکن است جواب های زیادی وجود داشته باشد اما سعی خواهیم کرد از بین جوابها جواب بهینه را انتخاب کنیم. یعنی دستوری را انتخاب خواهیم کرد که سرعت بالا و مصرف حافظه ی کمتری داشته باشد. برای بهینه سازی سعی می کنیم تا حد ممکن تا قبل از join کردن اندازه ی جداول را کوچک کنیم، این کوچکتر کردن می تواند از لحاظ تعداد ستون یا از لحاظ تعداد سطر انجام شود.

**مثال**: دروس ۴ واحدی که در ترم اول سال ۷۷ (۷۷۱ ) ارایه شده اند:

جواب ۱ $\sigma_{unit=4}(crs \propto (\sigma_{term=771}(sec)))$

جواب ۲ $\sigma_{unit=4}(crs) \propto (\sigma_{term=771}(sec))$

جواب ۳ $\sigma_{unit=4}(crs) \propto (\sigma_{term=771}(\prod_{rerm,c\#}(sec)))$

جواب ۴ $\sigma_{unit=4}(crs) \propto (\prod_{c\#}(\sigma_{term=771}(sec)))$

در این جوابها مشاهده می کنید که جوابها از جواب شماره ی ۱ تا جواب شماره ی ۴ به ترتیب بهینه می شوند.

**قواعد بهینه سازی**

۱. تا حدی که ممکن است باید سعی کنیم عملگر select را قبل از بقیه ی عملگر ها استفاده کنیم.
۲. شرطهای ترکیبی را به شرطهای ترتیبی تبدیل کنید به عنوان مثال می توانیم به جای عبارت б p1 Λ p2(e) از عبارت б p1(бp2(e)) استفاده کنیم.
۳. سعی خواهیم کرد تا حد ممکن عملگر project را زودتر انجام دهیم ولی و دیرتر از select .

**استفاده از حالتهای معادل**

می توان برای بهینه از دستورات معادل استفاده کرد ، به عنوان مثال crs∞sec از لحاظ جواب معادل sec∞crs می باشد اما کارایی آنها با هم برابر نیست، به عنوان مثال فرض کنید جدول crs جدول کوچکی می باشد و می توانیم کل آن را یکجا روی حافظه داشته باشیم اما جدول sec جدول کوچکی نمی باشد و می توانیم بخش کوچک آن را روی حافظه داشته باشیم ، زمانی که به سطری از sec که روی حافظه قرار دارد نیاز داشته باشیم مجبور هستیم بخشی از sec را از حافظه خارج کنیم تا بتوانیم بخش مورد نیاز را به حافظه بیاوریم.این کار باعث کاهش کارآیی خواهد شد.

زمانی بخواهیمsec∞ crs را محاسبه کنیم باید هر یک از سطرهای crs با کل سطرهای sec مقایسه شود. در چنین شرایطی هر یک از بخشهای جدول sec به تعداد سطرهای crs به حافظه آورده شده و از حافظه خارج می شود ولی زمانی که بخواهیم crs ∞sec را محاسبه کنیم هر یک از سطرهای sec باید با کل سطرهای crs مقایسه شود. در این شرایط هر یک از بخشهای جدول sec فقط یک بار به حافظه آورده و از حافظه خارج می شود که پس این جواب نسبت به جواب قبلی بهینه تر است پس هنگام join کردن سعی خواهیم کرد بجای اینکه یک جدول کوچک را با یک جدول بزرگ join کنیم ، یک جدول بزرگ را با یک جدول کوچک join خواهیم کرد.

دستورات معادل

$A \infty B = B \infty A$
$(A \infty B) \infty C = A \infty (B \infty C)$
$A \times B = B \times A$
$( A \times B ) \times C = A \times ( B \times C )$
$A \cup B = B \cup A$
$( A \cup B ) \cup C = A \cup ( B \cup C )$
$A \cap B = B \cap A$
$( A \cap B ) \cap C = A \cap ( B \cap C )$
$\sigma_p ( A \cap B ) = \sigma_p ( A ) \cap \sigma_p ( B )$
$\sigma_p ( A - B ) = \sigma_p ( A ) - B = \sigma_p ( A ) - \sigma_p ( B )$

**۵-۳-۶- تغییر داده های جداول**

تغییر داده های جداول در ۳ بخش انجام می شود.

۱. افزودن داده به جداول (Insert)
۲. حذف داده ها از جاول (delete)
۳. تغییر داده های جداول (updata)

**۵-۳-۶-۱- افزودن داده به جداول**

در جبر رابطه ای افزودن داده به جداول با استفاده از اجتماع و انتصاب انجام می شود.

**مثال**: می خواهیم اطلاعات درس جدیدی به نام database را به جدول crs اضافه کنیم این کار بصورت زیر انجام خواهد شد.

$$crs \leftarrow crs \cup \{"C14","database",3,4\}$$

در این مثال با یک دستور فقط یک سطر به جدولcrs اضافه می شود می توانیم با یک دستور بیش از یک سطر را به جدول اضافه کنیم.

**مثال**: جدول good stud را در نظر بگیرید که شامل صفات sname و avg می باشد اگر بخواهیم اطلاعات دانشجویان ممتاز دانشکده ی شماره ی ۱۰ را به این جدول اضافه کنیم خواهیم داشت:

$$goodstud \leftarrow goodstud \cup (\prod_{sname,avg} (\sigma_{avg \geq 17 \wedge c\lg\#=10} (stud)))$$

**۵-۳-۶-۲- حذف داده های از جداول**

این کار در جبر رابطه ای با استفاده از تفاضل و جایگزینی انجام می شود. با این کار ممکن است یک یا چند سطر از جدول حذف شود یا ممکن است هیچ سطری از جدول حذف نشود.

**مثال**: دانشجویانی که معدل آنها کمتر از ۱۸ می باشد از جدول goodstud حذف کنید:

$$goodstud \leftarrow goodstud - (\sigma_{avg<18} (goodstud))$$

**۵-۳-۶-۳- تغییر داده های جداول**

این کار در جبر رابطه ای با استفاده از گزینش و جایگزینی انجام می شود.

مثال: افزودن یک واحد به تمام دروس

$$\sigma_{unit \leftarrow unit+1} (crs)$$

مثال: تغییر تعداد واحد درس database از ۳ به ۴.

$$\sigma_{unit \leftarrow 4} (\sigma_{cname="database"} (crs))$$

## فصل ششم

# ۶- آشنایی با یک زبان رابطه ای

## ۶-۱- زبان SQL[1]

زبان SQL یکی از زبانهایی می‌باشد که برای پایگاه داده ها مدل رابطه ای طراحی شده است. نسخه های SQL عبارتند از SQL1,SQL2,SQL3.

هر زبان پایگاه داده ها از ۳ بخش زیر تشکیل شده است:

- DDL[2] زبان تعریف داده ها
- DML[3] زبان کار با داده ها
- DCL[4] زبان کنترل داده ها

**نکته**: کلیه مثالهای این بخش بر اساس جداول زیر می باشد

STT (STID, STNAME, STDEG, STMGR, STDEID)
(شماره گروه آموزشی، رشته تحصیلی، سطح دوره تحصیل، نام، شماره) **دانشجو**
COT(COID, COTITLE, CREDIT, COTYPE, CODEID)
(شماره گروه آموزشی ارائه کننده درس، نوع ، تعداد واحد، عنوان، شماره) **درس**
STCOT (STID, COID, TR, YRYR, GRADE)
(نمره، سال تحصیلی، ترم، شماره درس، شماره دانشجو) **درس دانشجو**

**شکل ۱-۶**: پایگاه داده دانشگاه (رانکوهی)

## ۶-۲- انواع داده ای

Char(n), Varchar(n)
Integer, Smallint, Numeric(p,d), Read, Double, Float, Bit
Data, Time, TimeStamp, Interval

ضمیمه B انواع داده ای SQL و کاربرد آنها را مشخص می کند.

## ۶-۳- دستور تعریف میدان

```
Create Domain domain_name datatype
        [default-definition]
        [domain-constraint-definition-list]
```

برای تعریف دامنه از دستور Create Domain استفاده می شود. بخش Default که نوشتن آن اختیاری می باشد برای مشخص کردن مقدار پیش فرض دامنه استفاده می شود، و بخش constraints نیز که نوشتن آن اختیاری است به منظور اعمال محدودیت به دامنه می باشد.

[1] SQL(Standard Query Language)
[2] DDL (Data Declaration Language)
[3] DML (Data Manipolation Language)
[4] DCL (Data Control Language)

**مثال**:

```
Create Domauin Degree Char(3)  Default  '???'
        Constraints Valid_Degrees
        Check Value in ('bs','ms','doc','???")
```

### ۶-۴- دستور تغییر دامنه

```
Alter Domain domain-name
```

این دستور میتواند تغییراتی از جمله تغییر در مقدار پیش فرض , تغییر محدودیتهای جامعیتی و برخی امکانات دیگر ایجاد کند.

### ۶-۵- دستور حذف میدان

```
Drop Domain domain-name option
```

با این دستور میتوان دامنه تعریف شده را حذف کرد. در این دستور option میتواند یکی از عبارات Cascade و یا Restrict باشد.

**تمرین**: عملکرد Restrict و Cascade در دستور Drop Domain بررسی کنید.

### ۶-۶- دستور ایجاد جدول

```
Craete Table table_name
{ (ColumnName DataType[Not Null][Unique]
  [Default defayltOption][Check (search condition)][,…]) }
  [Primary Key (list of Columns),]
  {[Unique (listOfColumns),][,..]}
  {[Foreign Key (listOfForeignKeyColumns)
 Refrences ParentTableName [(ListOfCondidateColumns)],
    [match {partial | full}]
    [on update RefrentialAction]
    [on delete RefrentialAction]][,..]}
{[Check (SearchCondition)][,…]}
```

دستورCreate Table برای ایجاد جدول استفاده میشود در این دستور همچنان که شکل کلی آن نشان میدهد ابتدا باید نام ستون و نوع داده ای آن را مشخص کنیم. اگر برای یک ستون عبارت not null مشخص شود که هنگام وارد کردن داده به برای جدول صفت مربوطه نمیتواند خالی باشد, اگر برای یک ستون عبارت Unuque مشخص شده باشد نشان میدهد که مقدار ستون باید منحصر به فرد باشد و نمیتواند تکراری باشد. بخش default نیز مقدار پیش فرض را نشان میدهد. یک جدول میتواند بیش از یک ستون داشته باشد. بخش Primary Key مشخص کننده کلید اصلی جدول میباشد. بخش Foreign Key مشخص کننده کلید خارجی جدول است و بعد عبارت Refrences باید نام جدولی را مشخص کنیم که این کلید خارجی به آنجا ارجاع داده میشود. برای هر کلید خارجی می توان حالت On Update و On Delete را تعریف کرد. برای هر یک از این حالتها میتوان یکی از فعالیتهای زیر انجام شود:

1-No Action
2-Cascade
3-Set Null

4-Set Default

یک جدول می تواند بیش از یک کلید خارجی داشته باشد. بخش Check نیز برای تعریف محدودیتهای جامعیتی بر روی جدول استفاده شود.

**مثال:**

```
Create table STCOT
    (STID stnum not null,
    COID conum not null,
    TR Term not null,
    YRYR year not null,
    Garde grade,
    Primary key(STID,COID),
    Foreign Key (STID) refrences STT
      On update cascade
      On delete cascade,
    Foreign key(COID) refrences COT
      On update cascade
      On delete cascade,
    Check (TR>=1 and TR<=3)
    Check (YRYR>=60-61 and YRYR<=98-99)
    Check (Grade>=0 and Grade<=20);
```

```
Alter Table table-name alteration
```

### ۶-۷- دستور تغییر جدول

بخش Altaeration مشخص کننده نوع تغییر بوده و یکی از مقدارها ی زیر را دارد:

۱. اضافه کردن ستون به جدول ADD Column

۲. تغییر ستون یک جدول Alter Column

۳. حذف ستون از جدول Drop Column

۴. وضع یک قاعده جامعیتی جدید ADD Constraint

۵. حذف قاعده جامعیتی از جدول Drop Constraint

با توجه به این موارد دستور تغییر جدول چنین خواهد بود:

```
Alter Table TableName
[Add [Columne] ColumneName DataType [Not Null][Unique]
[Default DefaultOptions] [Check (SearchOptions)]]
[Drop [Column] ColumnName [Restrict | Cascade]]
[Add [Constrant [ConstrantName]] TableConstrantDefinition]
[Drop Constrant ConstrantName [Restrict | Cascade]]
[Alter [Column] Set Default DefaultOptions]
[Alter [Column] Drop Default]
```

مثال زیر ستون وضعیت را به جدول STT اضافه میکند:

```
Alter Table STT
Drop Table table_name Option;
```

### ۶-۸- دستورحذف جدول

در این تعریف Option می تواند یکی از عبارات Cascade یا Restrict باشد.

### ۶-۹- دستور بازیابی

این دستور یکی از قدرتمندترین دستورات در SQL است که میتواند اعمال select، project و join جبر رابطه ای را انجام دهد. مقابل Select نام ستونهایی را می آوریم که می خواهیم اطلاعات آنها در خروجی آورده شود (عمل project جبر رابطه ای) و اگر علامت * آورده شود به منزله همه ستون ها است.

```
Select [Distinct | All] item(s)-list
    From table(s)-list
        [Where Condition(s)]
        [Group by column(s)]
        [Having Condition(s)]
```

در بخش From نام جدول یا جداولی را مشخص میکنیم که می خواهیم اطلاعات را از آنها استخراج کنیم. اگر در این بخش بیش از یک جدول نوشته شود عمل join رابطه ای از نوع ضرب دکارتی انجام خواهد شد اما اگر فقط یک جدول نوشته شود عمل join انجام نخواهد شد.

در بخش where شرطی را مشخص خواهیم کرد و این شرط بر روی تک تک سطرهای جدول اعمال می‌شود. در صورتی که سطر شرط مشخص شده را دارا باشد در خروجی آورده خواهد شد و در غیر این صورت در خروجی آورده نمی شود (عمل select جبر رابطه ای).

یک دستور SQL نمونه بصورت زیر می باشد:

```
select A1, A2, ..., An
    from r1, r2, ..., rm
        where P
```

در این مثال $A_j$ ها صفت، $r_j$ ها رابطه و P گزاره شرطی می باشند.

دستور جبر رابطه‌ای معادل با این دستور برابر است با:

$$\prod_{A_1, A_2, \ldots, A_n} (\sigma_P (r_1 \times r_2 \times \ldots \times r_m))$$

**مثال**: دستور select بنویسید که نام و شماره دانشجویان دوره کارشناسی را مشخص کند؟

```
Select STID,STname
    From STT
        Where SREDG='bs';
```

**مثال**: مشخصات کامل دانشجویان گروه آموزشی D222 را بنویسید؟

```
Select   STID,STName,STDEG,STMJR,STDEID
    From STT
        Where STDEID = 'D222';
```

```
Select *
    From STT
        Where STDEID = 'D222';
```

**نکته**: همچنان که در مثال قبل دیده میشود می توان بجای مشخص کردن کلیه ستونها از * استفاده کرد.

**۶-۹-۱- مرتب سازی خروجی**

برای مرتبسازی خروجی میتوان از Order by استفاده کرد. order by جزء آخرین بخشهای دستور Select می باشد و می توان خروجی را بر اساس صفت یا صفات مشخص شده مرتب کند. پیش فرض مرتبسازی به صورت صعودی است(ASC) اما میتوان با استفاده از قید (DESC) ترتیب مرتبسازی را به نزولی تغییر داد.

**مثال**: دستور زیر شماره و تعداد واحد تمامی دروس را مشخص کرده و آنها را بر اساس تعداد واحد بصورت نزولی مرتب می کند.

```
Select   COID,CREDIT
    From COT
    Order by CREDIT DESC;
```

**۶-۹-۲- استفاده از عبارات اسکالر در دستور SELECT**

میتوان در بخش item(s)-list در دستور SELECT از عبارات اسکالر جمع , تفریق , ضرب و تقسیم استفاده کرد.

**مثال**: دستوری بنویسید که شماره و عنوان هر کتاب و قیمت آنرا به ریال بدهد. (جدول Book بصورت زیر است
Book(BKID,BKTITLE,BKPRICE,…….)

```
Select  BKID , BKTITLT , BKPRICR*f
    From Book;
```

در این مثال f ضریب تبدیل دلار به ریال است.

**۶-۹-۳- دگر نامی (قید AS)**

با استفاده از قید AS می توان نام دیگری برای یک ستون در نظر گرفت.

به عنوان مثال در دستور زیر با استفاده از قید AS برای ستون دوم نام BT و برای ستون سوم نام PR انتخاب شده است.

```
Select BKID , BKTITLE AS BT , BKPRICE*f AS PR
    From Book;
```

### ۶-۹-۴- توابع جمعی[۱]

در SQL برخی توابع همچون Max,Min,Sum,Count,Avg قرار داده شده است. این توابع تنها استفاده نمیشود بلکه همراه با دستور Select استفاده خواهند شد. هنگام استفاده از این توابع می توان از قید All یا Distinct استفاده کرد. Distinct سبب حذف تکرارها میشود ولی All باعث عدم حذف تکرار خواهد شد.

**نکته**: در تابع Count قید Distinct باید لحاظ شود. اما در count به صورت Count(*) که تعداد کل سطرها را مشخص میکند، استفاده از Distinct مجاز نیست. همچنین در توابع Max و Min استفاده از Distinct بی معنی است و سیستم انرا نادیده میگیرد.

**مثال**: دستوری بنویسید که تعداد کل درسها را تعیین کند.

```
Select Count(*)
    From COT;
```

**مثال**: تعداد درسهایی که دانشجو با شماره ۷۸۱۱۰۵۵۵ آنها را انتخاب نموده و نمره قبولی گرفته.

```
Select Count (Distinct COID)
    From STCOT
    Where STID = '78110555'
        And Grade >= 10;
```

**نکته**: در این مثال Distinct COID باعث حذف شماره درسهای تکراری می شود و Count تعداد درسها را بعد از حذف تکرار مشخص می کند.

**مثال**: دستوری بنویسید که بیشترین و کمترین نمره را در ترم دوم سال ۸۰-۷۹ برای درس Com222 بدست آورد

```
Select Max(Grade),Min(Grade)
    From StCOT
    Where TR = '2'
        And YRYR = '79-80'
        And COID = 'Com222';
```

### ۶-۹-۵- دستور Like و Not like

برای الحاق رشته ها مرد استفاده قرار میگیرد و می تواند رشته ها را با الگوی خاصی مقایسه کند. در این دستور دو کاراکتر ویژه ٪ به مفهوم هر تعداد کاراکتر و _ (underscore) به مفهوم فقط یک کاراکتر استفاده می شود.

**مثال** : مشخصات اساتیدی که آخر نامشان به Y خت م میشود.

```
Select  *
    From Prof
        Where Prname like '%Y';
```

**مثال** : مشخصات اساتیدی که نام انها ۸ کاراکتری بوده و کاراکتر ۳و۴ آن BA باشد.

```
Select *
    From Prof
        Where Prname like '__BA____';
```

**۶-۹-۶- آزمون وجود هیچمقدار در یک ستون**

برای تست خالی بودن یک ستون می توان از Is Null استفاده کرد.

**مثال**: شماره دانشجویانی که نمره آنها در درس SOC33658 در ترم دوم ۷۹-۷۸ هنوز اعلام نشده است.

```
Select STID
    From STCOT
    Where TR = '2'
          And YRYR = '78-79'
          And COID = 'SOC33658'
          And Grade Is Null;
```

**۶-۹-۷- Union و Union All**

این عملگر برای بدست آوردن اجتماع بکار می رود. هنگام استفاده از Union سطرهای تکراری حذف میشود ولی در Union All اینطور نیست.

**نکته**: این دستور دو عملوند دارد و باید شرط همتا بودن مابین عملوندهای آن وجود داشته باشد.

**مثال**: شماره دانشجویانی که یا در دوره کارشناسی باشند یا درس Com36584 را انتخاب کرده باشند.

```
Select STID
    From STT
    Where STDEG = 'bs'
Union [All]
Select STID
    From STCOT
    Where COID = 'Com36584';
```

**۶-۹-۸- گروه بندی**

با استفاده از Group by می توان سطرهای جدول را بر حسب مقدار یک ستون ساده (صفت ساده) گروه بندی کرد به نحوی که در هر گروه، مقدار آن ستون یکسان باشد.

هنگام استفاده از Group by باید موارد زیر رعایت شود:

- صفتی که گروه بندی بر اساس آن انجام شده است حتماً باید در خروجی Select آورده شود.
- به غیر از صفتهای گروهبندی اگر صفت دیگری را بخواهیم در خروجی بیاریم حتماً باید همراه با توابع جمعی باشند.
- نمی توان آنرا در پرسشهای فرعی استفاده کرد.

**مثال**: میاگین نمرات هر درس

```
Select COID, Avg(Grade) As Avggr
    From STCOT
        Group by COID;
```

```
Select *
    From STT
        Where STEDID = 'D222'
    Group by STDEG;
```

**مثال**: دانشویان گروه آموزشی 'D222' را بر حسب سطح دوره تحصیلی گروه بندی کنید.

**Having -۹-۹-۶**

با استفاده از این بخش می توان شرطی را بر روی هر یک گروه‌ها اعمال کرد. در واقع نقش having بر روی گروه ها همانند نقش where بر روی سطر ها می باشد. اما باید توجه داشته باشید که having با group by می آید.

**مثال**: شماره درسهایی که در ترم دوم ۷۹-۷۸ کمتر از ۱۰ دانشجو در آنها ثبت نام کرده اند

```
Select STCOT.COID
    From STCOT
        Where TR = '2'
            And YRYR = '78-79
    Group by COID
    Having count(*) < 10;
```

**نکته**: امکانات Group by و امکانات Having از نظر برخی از پژوهشگران بویژه دیت زیادی و نا لازم مـی باشـد چون می توانیم آنرا با استفاده از برخی امکانات SQL بدست آوریم.

بعنوان مثال می توانیم مثال قبل را بصورت زیر نیز بنویسیم

```
Select (distinct COID)
    From STCOT
        Where ( Select count(*)
                From STCOT As T
                    Where T.COID = STCOT.COID
                        And T.TR = '2'
                        And T.YRYR = '78-79' ) < 10
```

**Between -۱۰-۹-۶**

شکل کلی این دستور بصورت زیر می باشد:

```
Scalar-xpression [NOT] BTWEEN Scalar-expression AND scalar-expression
```

**مثال**: شماره دانشجویانی را بدهید که نمره آنها در درس HIS444 در ترم اول ۷۸-۷۷ بین ۱۵ و ۱۹ باشد.

```
Select STCOT.SID
    From STCOT
        Where COID = 'HIS444'
            And YRYR = '77-78'
            And GRADE Between '15' And '19';
```

**۶-۹-۱۱- پیوند در Select**

ممکن است برای حل یک مساله به بیش از یک جدول نیاز داشته باشیم، در چنین حالتی باید این جداول را با هم پیوند دهیم، به این منظور نام جداول را در بخش From خواهیم نوشت. اکثراً در چنین مواردی باید شرط برابر بودن کلید خارجی و کلید اصلی را در بخش Where بنویسیم.

**مثال**: نام دانشجویانی را مشخص کنید که درس SOC6820 را انتخاب کرده اند؟

مشخصات دانشجو در جدول STT و مشخصات دروس انتخابی در جدول STCOT قرار دارد. لذا برای حل این مثال به دو جدول نیاز خواهیم داشت. همچنین این دو جدول از طریق STID باهم در ارتباط هستند پس باید شرط برابری این صفت در دو جدول در بخش where نوشته شود.

```
Select  STT.STname
    From  STT,STCOT
    Where  STT.STID = STCOT.STID
          And STCOT.COID = 'SOC6820';
```

**مثال**: دستوری بنویسید که شماره جفت دانشجویان از یک گروه آموزشی را بدهد؟

برای حل این مساله جدول دانشجو را با خودش Join خواهیم کرد. در چنین حالتی باید نام یکی از جداول یا هر دو را تغییر دهیم. برای تغییر نام موقت یک جدول در دستور Select در بخش From بعد از نام جدول مستقیما نام دیگر آن را می آوریم.

```
Select Ftab.STID,Stab.STID
    From STT Ftab,STT Stab
    Where Ftab.STDEID=Stab.STDEID
          And Ftab.STID < Stab.STID;
```

**۶-۹-۱۲- زیر دستور**[1]

ممکن است داخل دستور Select از یک دستور Select دیگر استفاده شود. به اینگونه دستورات پرسش تودرتو یا چند سطحی گفته می شود. در چنین حالتی ابتدا جواب دستور Select داخلی سپس دستور Select بیرونی مشخص می گردد.

**مثال**: نام دانشجویانی که درس SOC43972 را انتخاب کرده اند؟

```
Select  Stname
    From STT
    Where STID in (
                Select STID
                    From STCOT
                    Where COID = 'SOC43972' );
```

**مثال**: نام دانشجویان هم رشته با دانشجوی شماره ۹۵۲۰۶۸ را بدست آورید؟

[1] Subquery

```
Select  STNAME
    From  STT
    Where STMJR = (
                Select  STMJR
                    From   STT
                    Where STID = '952068' );
```

**۶-۹-۱۳- سور وجودی Exists و Not Exists**

**مثال**: نام دانشجویانی که درس SOC333 را انتخاب کرده باشند.

```
Select STNAME
    From STT
        Where Exists ( Select *
                    From STCOT
                        Where STCOT.STID = STT.STID
                            And COID = 'SOC333');
```

به ازاء هر سطر از جدول STT سیستم بررسی می کند: آیا وجود دارد سطری در جدول STCOT به نحوی که STID آن همان باشد که STID ن سطر از جدول STT و COID آن برابر با 'SOC333' ؟ اگر پاسخ ارزیابی سیستم درست باشد STNAME از آن سطر جدول STT ، پاسخ پرسش است.

نکته: به شرط داده شده در بخش Where از دستور select درونی دقت کنید. شرط اول یعنی STCOT.STID = STT.STID ظاهراً شبیه شری است که در عمل پیوند دیدیم، اما سیستم عمل پیوند انجام نمی دهد.

نکته: در همین گزاره ذکر نام STTبه عنوان قید ستون STID الزامی است ولی ذکر نام جدول STCOT برای همین ستون اختیاری و برای وضوح بیشتر است.

**مثال**: نام اساتیدی که حد اقل یک اثر منتشره دارند.

```
Select PROF.PNAME
    From PROF
        WHERE Exists (Select *
                    From PRPUB
                        Where PRPUB.PRID = PROF.PRID);
```

```
Select STNAME
    From STT
        Where Not Exists (Select *
                    From STCOT
                        Where STCOT.STID = STT.STID
                            And STCOT.COID = 'SOC333');
```

**مثال**: نام دانشجویانی را بدهد که درس SOC333 را انتخاب نکرده اند.

## ۶-۱۰- دستورات عملیات ذخیره سازی

### ۶-۱۰-۱- دستور Update

```
Update table-name
    Set assignment-commalist
        [Where condition(s)]
```

شکل کلی این دستور بصورت زیر می باشد:

```
Update PROF
    Set RANK = 'Asso.Prof'
        Where PRID = 'PR7777';
```

**مثال: بهنگام سازی تک سطر**. مرتبه دانشگاهی استادی با شماره PR7777 را از استادیاری به دانشیاری تغییر دهید.

**مثال: بهنگام سازی چند سطر**. تعداد واحدهای درسهای عملی گروه آموزشی 'D111' را برابر با "یک" کنید.

```
Update COT
    Set CREDIT = '1'
        Where COTYPE = 'p'
            And CODEID = 'D111';
```

### ۶-۱۰-۲- دستور Delete

شکل کلی این دستور بصورت زیر می باشد:

```
Delete
    From table-name
        [Where condition(s)]
```

**مثال: حذف تک سطر**: درس شماره COM111 را برای دانشجوی با شماره 78110555 حذف کنید.

```
Delete
    From STCOT
        Where STID = '78110555'
            And COID = 'COM111';
```

**مثال: حذف چند سطر**: گروه آموزشی با شماره D333 را حذف کنید.

```
Delete
    From DEPT
        Where DEID = 'D333'
```

**۶-۱۰-۳- دستور Insert**

این دستور دو شکل کلی دارد:

```
Insert Into table-name
    Values (one row);
```

```
Insert Into table-name
    Sbquery;
```

مثال: درج تک سطر: درج اطلاعات درس زیر:

< 78110888 , COM888 , 2 , 77-78 ,12 >

```
Insert Into STCOT
Values < ‘78110888’ , ‘COM888’ , ‘2’ , ‘77-78’ , ’12’ >
```

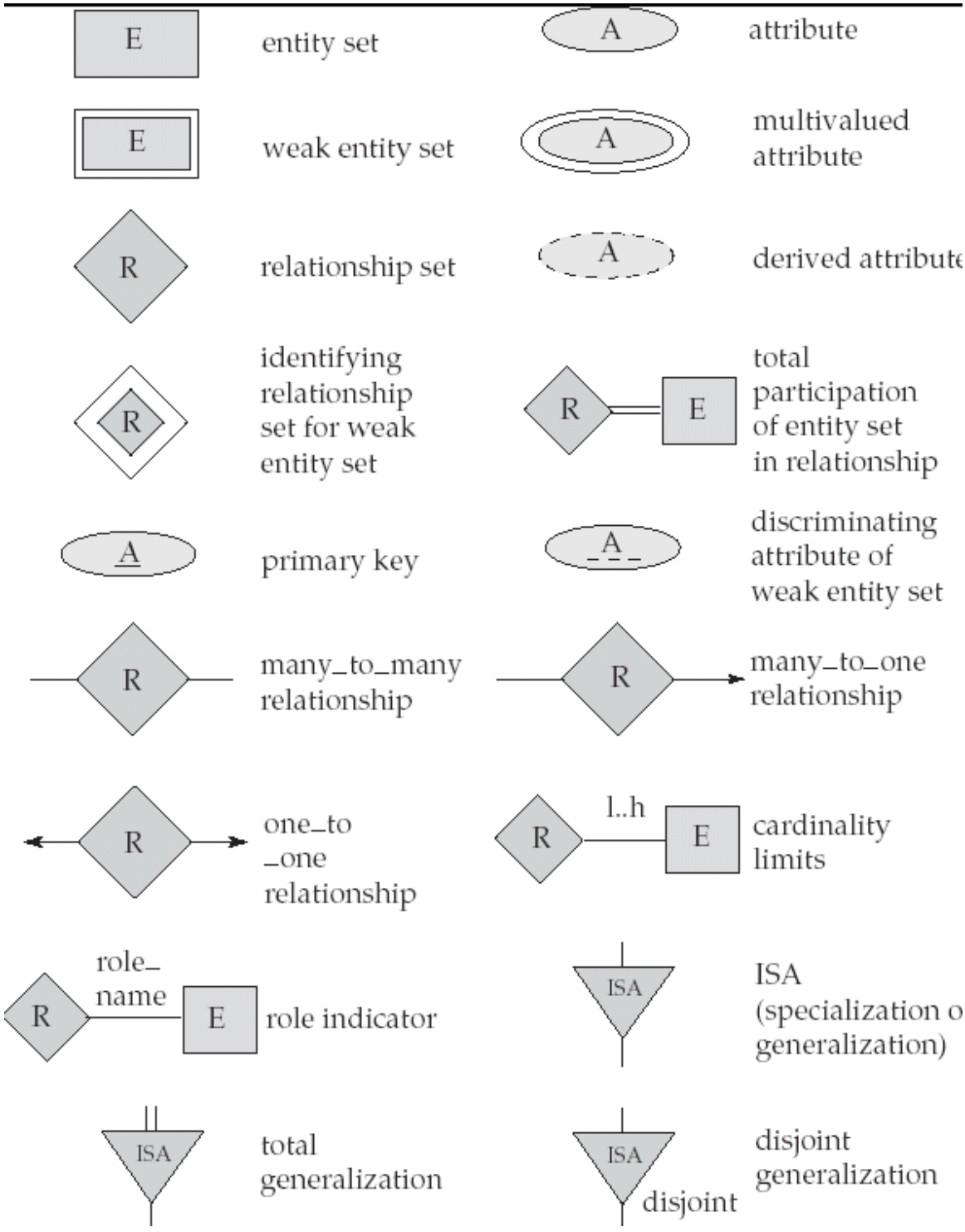
**نکته**: سطر درج شدنی می تواند کامل یا ناقص باشد.

**مثال: درج چند سطر:**

```
Insert Into WORKTAB
    Select COID, Avg(GRADE)
        From STCOT
        Group by COID;
```

## ضمیمه A

مجموعـه نمادهـای اسـتفاده شـده بـرای نودرهـای ER در کتـاب "Database System Concept" تـالیف Silberschatz .



# ضمیمه B

## انواع داده‌ای SQL

1. **char(n).** Fixed length character string, with user-specified length *n.*
2. **varchar(n).** Variable length character strings, with user-specified maximum length *n.*
3. **int.** Integer (a finite subset of the integers that is machine-dependent).
4. **smallint.** Small integer (a machine-dependent subset of the integer domain type).
5. **numeric(p,d).** Fixed point number, with user-specified precision of *p* digits, with *n* digits to the right of decimal point.
6. **real, double precision.** Floating point and double-precision floating point numbers, with machine-dependent precision.
7. **float(n).** Floating point number, with user-specified precision of at least *n* digits.
8. **date:** Dates, containing a (4 digit) year, month and date
   - Example: **date** '2005-7-27'
9. **time:** Time of day, in hours, minutes and seconds.
   - Example: **time** '09:00:30' **time** '09:00:30.75'
10. **timestamp**: date plus time of day
    - Example: **timestamp** '2005-7-27 09:00:30.75'
11. **interval:** period of time
    - Example: interval '1' day
    - Subtracting a date/time/timestamp value from another gives an interval value
    - Interval values can be added to date/time/timestamp values
    - Can extract values of individual fields from date/time/timestamp
      - Example: **extract** (**year from** r.starttime)
    - Can cast string types to date/time/timestamp
      - Example: **cast** <string-valued-expression> **as date**
      - Example: **cast** <string-valued-expression> **as time**

n