

فصل دوم:

مدلسازی معنایی داده ها

مدلسازی معنایی داده‌ها

داده‌هایی که قرار است در پایگاه داده ذخیره شوند، ابتدا باید با یک دید سطح بالا از لحاظ معنایی و مفهومی مدلسازی شوند. حاصل عملیات مدلسازی معنایی، ساختار منطقی بانک اطلاعات و در واقع همان شمای ادراکی است.

مدلها و روش‌های مختلفی برای مدلسازی معنایی داده‌ها وجود دارند که از معروفترین آنها می‌توان از مدل موجودیت-ارتباط (ER)، مدل Niam، مدل زبان یکپارچه مدلسازی (UML) و تکنیک مدلسازی شیئی (OMT) نام برد.

مدل ER و نمودار ER

مدل ER در اواسط دهه ۸۰ میلادی در دانشگاه MIT توسط فردی بنام چن پیشنهاد شد. این مدل بمرور زمان پیشرفت کرد و کم‌کم به EER (ER توسعه یافته) معروف شد. اما هنوز هم در خیلی جاها با همان نام ER از آن نام برده می‌شود. در این فصل به شرح کامل این مدل می‌پردازیم.

در مدل ER سه مفهوم اصلی وجود دارد که عبارتند از: موجودیت، صفت و ارتباط. نمودار ER هم نموداری است برای مدلسازی معنایی داده‌ها بر پایه مدل ER و در واقع سه مفهوم اساسی مدل ER، یعنی نوع موجودیت، صفت و ارتباط را بصورت شماتیک نمایش می‌دهد. قبل از هرچیز بهتر است با این سه مفهوم آشنا شویم.

تعریف موجودیت

مفهوم کلی شیئی، پدیده و به طور کلی هر آنچه که می‌خواهیم در موردش اطلاعاتی در بانک اطلاعات داشته باشیم و با استفاده از آن اطلاعات شناخت خود را در موردش افزایش دهیم. بعنوان مثال، برای یک سیستم آموزشی که قرار است در یک دانشگاه استفاده شود، موجودیتهای دانشجو، استاد، دانشکده و درس را می‌توان نام برد.

همانطور که می‌بینیم موجودیت یک مفهوم کلی و یا یک نوع داده مجرد است. اما هر موجودیت می‌تواند نمونه‌هایی داشته باشد. نمونه‌های یک موجودیت، مصداق‌های آن موجودیت هستند و در واقع نمونه‌ها هستند که وجود خارجی دارند. بعنوان مثال، درس پایگاه داده‌ها با یکسری ویژگی‌های خاص خودش یک نمونه از موجودیت درس است.

اولین گام در مدلسازی معنایی بانک اطلاعات، شناسایی موجودیتهای مساله است. اما سوالی که ممکن است پیش بیاید این است که مثلاً در مثال فوق، چرا خود دانشگاه را بعنوان یکی از موجودیتهای در نظر نگرفتیم؟ یا بطور کلی بر چه اساسی اقدام به شناسایی موجودیتهای می‌کنیم؟

یک قانون ساده برای تشخیص اینکه یک مفهوم خاص را آیا موجودیت به حساب بیاوریم یا خیر، این است که آن مفهوم بتواند شامل چند نمونه متمایز در حوزه مساله ما باشد. به بیان ساده، چیزی موجودیت تلقی می‌شود که بخواهیم لیستی از آن را در سیستم نگه داریم. در مثال فوق، دانشگاه را موجودیت بحساب نمی‌آوریم؛ چون سیستم قرار است اطلاعات دانشجویان یک دانشگاه را مدیریت کند. در اینجا دانشگاه خود حوزه اصلی مساله است که شامل موجودیتهای نامبرده شده می‌باشد. اما اگر صورت مساله را اینطور عوض کنیم که می‌خواهیم اطلاعات آموزشی دانشجویان سراسر کشور را از طریق این سیستم ذخیره و بازیابی کنیم، آنگاه دانشگاه هم یک موجودیت خواهد بود.

نکته دیگر در مورد موجودیتهای این است که یک موجودیت معمولا بیش از یک ویژگی دارد که باید ذخیره شود. اما همانطور که خواهیم دید، این قانون همیشه صادق نیست. در نمودار ER هر موجودیت در قالب یک مستطیل ساده نمایش داده می‌شود.

دانشجو

درس

موجودیت مستقل و وابسته

موجودیت مستقل (قوی)، موجودیتی است که مستقل از هر موجودیت دیگر و به خودی خود، در یک محیط مشخص مطرح باشد. موجودیت وابسته (ضعیف)، موجودیتی است که وجودش وابسته به یک نوع موجودیت دیگر است. در واقع هر نمونه موجود از یک موجودیت ضعیف به یکی از نمونه‌های یک موجودیت قوی وابسته است. به این نوع ارتباط بین یک موجودیت ضعیف با یک موجودیت قوی وابستگی وجودی گفته می‌شود. بعنوان مثال، فرض کنید کارمند و فیش حقوقی دو موجودیت در یک سیستم پرسنلی باشند. پس اطلاعات تعدادی کارمند و نیز تعدادی فیش حقوقی (بعنوان نمونه‌های دو موجودیت) در سیستم ذخیره شده‌اند. اگر یک کارمند را از سیستم حذف کنیم، وجود فیش‌های حقوقی مربوط به او دیگر مفهومی ندارد و منطقا باید حذف شوند. پس در این مثال، کارمند یک موجودیت مستقل و فیش حقوقی یک موجودیت وابسته است. اگر اطلاعات افراد خانواده کارمندان (عائله کارمند) نیز بعنوان یک موجودیت دیگر در این سیستم ذخیره شده باشد، آن نیز یک موجودیت وابسته به موجودیت کارمند می‌باشد.

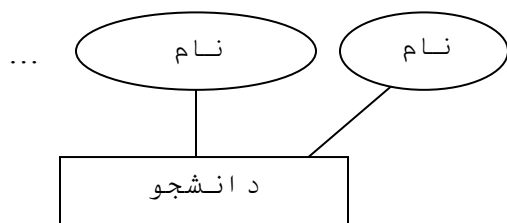
برای تمایز موجودیتهای وابسته از موجودیتهای مستقل، در نمودار ER موجودیتهای وابسته با دو خط نشان داده می‌شوند.

کارمند

خانواده

تعریف صفت خاصه

خصیصه یا ویژگی یک نوع موجودیت است. هر نوع موجودیت مجموعه‌ای از صفات خاصه دارد. هر صفت یک نام، یک نوع و یک معنای مشخص دارد. در نمودار ER هر یک از صفات خاصه یک موجودیت با یک بیضی نشان داده شده و به موجودیت متصل می‌شوند.

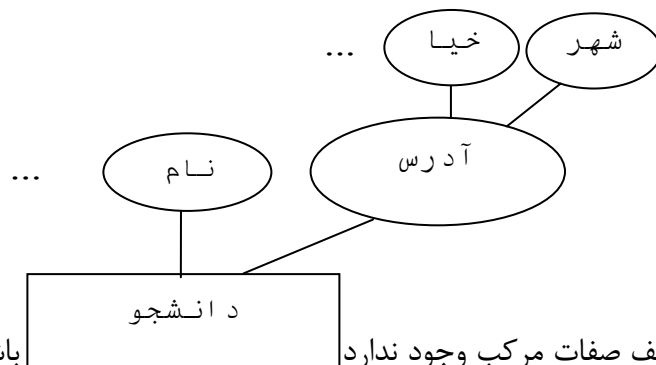


انواع صفت خاصه

۱- صفت ساده یا مرکب

صفت ساده صفتی است که مقدار آن از لحاظ معنایی تجزیه‌نشده یا اتمیک است. صفت مرکب صفتی است که از چند صفت ساده تشکیل شده است و به هر جزء آن بتوان بطور مستقیم دسترسی داشت.

صفت آدرس که خود شامل صفات جزئی‌تر شهر، خیابان و ... است، می‌تواند یک صفت مرکب باشد، در صورتیکه ساختار آن در شمای ادراکی به‌گونه‌ای باشد که بتوان به این اجزا بطور مجزا و مستقیماً دسترسی داشت. اما اگر ویژگی آدرس برای یک موجودیت بصورت یک رشته معمولی در نظر گرفته شود، دیگر یک صفت مرکب محسوب نمی‌شود؛ چون دسترسی مستقیم به هر جزء آن نداریم.



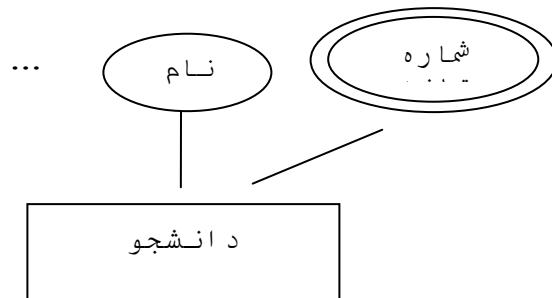
در بانک اطلاعات رابطه‌ای امکان تعریف صفات مرکب وجود ندارد. باشند. پس اگر بخواهیم به اجزای یک صفت مانند آدرس دسترسی داشته باشیم چه باید بکنیم؟ راه حل کلی برای این مساله این است که در صورتی که چنین ضرورتی وجود دارد، بجای تعریف یک صفت خاصه بنام آدرس برای موجودیت، اجزای آن را بطور جداگانه (چند صفت ساده بجای یک صفت) در نظر بگیریم.

۲- صفت تک‌مقداری یا چندمقداری

صفت تک‌مقداری، صفتی است که برای یک نمونه از یک نوع موجودیت حداکثر یک مقدار از دامنه مقادیر را می‌گیرد.

صفتی که برای بعضی از نمونه‌های موجودیت ممکن است بیش از یک مقدار داشته باشد، یک صفت چندمقداری است. بعنوان مثال، صفت شماره دانشجویی، نام خانوادگی و ... برای موجودیت دانشجو صفات تک‌مقداری محسوب می‌شوند؛ چون هر دانشجو تنها یک نام خانوادگی و یک شماره دانشجویی دارد. اما صفتی مانند شماره تلفن برای موجودیت دانشجو یک صفت چندمقداری است. زیرا بعضی از دانشجویان بیش از یک شماره تلفن دارند.

نمایش صفات چندمقداری در نمودار ER بصورت زیر است.



در بانک اطلاعات رابطه‌ای امکان تعریف صفات چندمقداری وجود ندارد. پس اگر بخواهیم صفتی چندمقداری مثل شماره تلفن داشته باشیم چه باید بکنیم؟ راه حل کلی برای این مساله این است که برای هر صفت چندمقداری جدولی جداگانه طراحی کنیم و کلید موجودیت اصلی (مثل دانشجو) را بعنوان کلید خارجی در آن قرار دهیم.

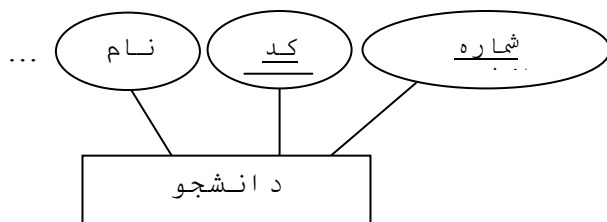
۳- صفت کلید یا غیرکلید

صفت کلید یا شناسه موجودیت صفتی است که یکتایی مقدار دارد. عبارت دیگر مقدار این صفت بین نمونه‌های مختلف تکرار نمی‌شود. بعنوان مثال، شماره دانشجویی برای موجودیت دانشجو یک صفت کلید است.

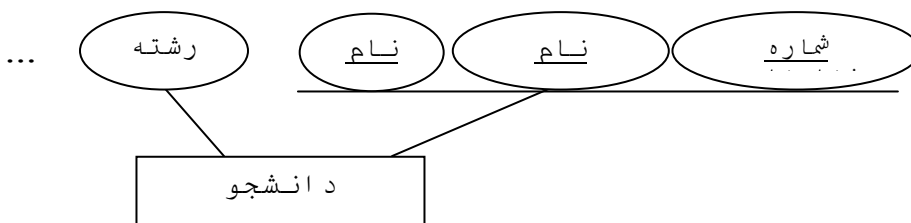
در مدل‌سازی معنایی، برای هر موجودیت باید یک شناسه مشخص کرد. اما یک موجودیت ممکن است بیش از یک شناسه داشته باشد. مثلاً، کد ملی نیز یک شناسه دیگر برای موجودیت دانشجو است. در چنین حالاتی، یکی از شناسه‌ها را باید بعنوان شناسه اول (اصلی) مشخص کرد. صفت دیگر نیز می‌تواند بعنوان شناسه دوم (فرعی) معرفی شود.

صفتی که قرار است بعنوان شناسه اصلی یک موجودیت (وجه تمایز اصلی بین نمونه‌های موجودیت) استفاده شود بهتر است حتی الامکان طول مقادیرش کوتاه باشد.

در نمودار ER شناسه اول یک موجودیت با کشیدن یک خط و شناسه دوم با کشیدن دو خط در زیر عنوان آن مشخص می‌شود.



گاهی اوقات، یک موجودیت صفت تکرار ناپذیری ندارد تا بعنوان کلید آن در نظر گرفته شود. یک راه برای حل این مشکل استفاده از کلیدهای ترکیبی است. یعنی باید ترکیبی از صفات را بیابیم که آن ترکیب بین نمونه‌های آن موجودیت تکرار نشود. مثلاً فرض کنیم موجودیت دانشجو اصلاً صفاتی بنام شماره دانشجویی و کد ملی نداشت. در این حالت با این فرض که ترکیب سه صفت نام، نام خانوادگی و شماره شناسنامه بین دانشجویان امکان تکرار ندارد، می‌توان ترکیب این سه صفت را بعنوان کلید موجودیت دانشجو معرفی کرد. به چنین کلیدهایی کلید ترکیبی گفته می‌شود. روش نمایش کلیدهای ترکیبی در نمودار ER بصورت زیر است:



در فصل بعد، مفاهیم مربوط به کلید بطور کامل‌تر مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۴- صفت هیچ‌مقدارپذیر یا ناپذیر

هیچ مقدار یعنی مقدار ناشناخته، مقدار غیرقابل اعمال یا مقدار تعریف نشده که معمولاً با واژه Null نشان داده می‌شود.

اگر مقدار یک صفت در یک یا بیش از یک نمونه از یک موجودیت، بتواند برابر با هیچ‌مقدار باشد، آن صفت هیچ‌مقدارپذیر است.

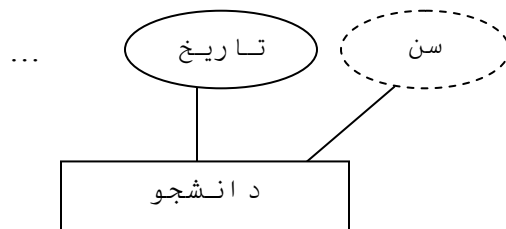
هیچ مقدار پذیر بودن یا نبودن هر صفت خاصه توسط طراح بانک اطلاعات و معمولاً با توجه به اهمیت آن صفت تعیین می‌شود. مثلاً نام خانوادگی دانشجو بدلیل اینکه مهم است که برای هر دانشجو مقدارش مشخص باشد،

بهتر است هیچ مقدار پذیر نباشد. اما صفتی مثل شماره تلفن بدلیل اهمیت کمتر و نیز به این علت که ممکن است دانشجویی شماره تلفن نداشته باشد، ممکن است هیچ مقدار پذیر تعریف شده باشد.

۵- صفت ذخیره شده یا مشتق

صفت ذخیره شده صفتی از یک موجودیت است که مقادیرش برای نمونه‌های آن موجودیت در پایگاه داده‌ها ذخیره شود.

صفت مشتق، صفتی است که مقادیرش در پایگاه داده‌ها ذخیره نشده باشد، بلکه از روی داده‌های ذخیره شده قابل اشتقاق یا محاسبه باشد. بعنوان مثال، اگر تاریخ تولد هر دانشجو (بعنوان یکی از صفات خاصه) در سیستم ذخیره شود، دیگر نیازی به ذخیره صفت سن دانشجو نیست و این ویژگی با توجه به تاریخ تولد قابل محاسبه است. پس در اینجا تاریخ تولد یک صفت ذخیره شده و سن یک صفت مشتق است. برای نمایش صفات مشتق در نمودار ER می توان یا بیضی مربوط به آن صفت و یا خط اتصال آن صفت به موجودیت را بصورت نقطه چین رسم کرد.

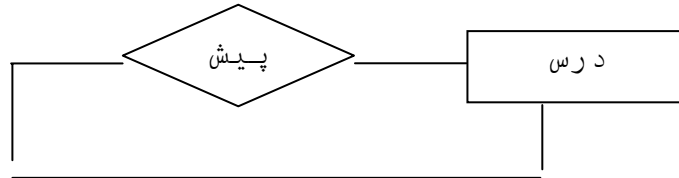


ارتباط

تعریف- تعامل و وابستگی بین دو یا بیش از دو نوع موجودیت است. ارتباط بین دو موجودیت در حقیقت ارتباط بین نمونه‌های آن دو موجودیت است. هر ارتباط دارای یک عنوان و یک مفهوم مشخص است. بعنوان مثال، بین دو موجودیت دانشجو و درس ارتباط "انتخاب" وجود دارد. یعنی نمونه‌های موجودیت دانشجو، نمونه‌هایی از موجودیت درس را انتخاب می‌کنند. در نمودار ER ارتباط با نماد لوزی نشان داده می‌شود.



اگر نمونه‌هایی از یک موجودیت بتوانند با نمونه‌هایی از همان موجودیت ارتباط داشته باشند، باید یک ارتباط از موجودیت به خودش رسم شود. مثلاً، بین نمونه‌های موجودیت درس، ارتباط پیش‌نیازی برقرار است.



ماهیت ارتباط

چندی ارتباط یا عبارتی نوع تناظر بین نمونه‌های دو موجودیت حاضر در ارتباط را نشان می‌دهد. ماهیت ارتباط می‌تواند یک به یک (۱:۱)، یک به چند (۱:n)، یا چند به چند (m:n) باشد.

ارتباط ۱:۱: هر نمونه از موجودیت اول می‌تواند فقط با یک نمونه از موجودیت دوم ارتباط داشته باشد. هر نمونه از موجودیت دوم نیز فقط می‌تواند با یک نمونه از موجودیت اول ارتباط داشته باشد. در واقع همان مفهوم تناظر یک بیک در نظریه مجموعه‌ها است.

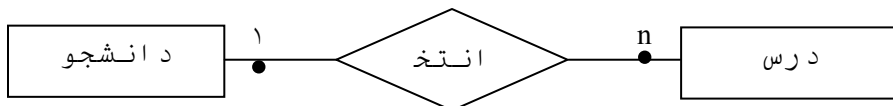
بعنوان مثال، اگر درجه ارتباط بین موجودیت‌های دانشجو و درس ۱:۱ باشد (مطابق شکل زیر)، مفهوم ارتباط چنین است:



هر دانشجو می‌تواند فقط یک درس را بگیرد. هر درس هم می‌تواند فقط توسط یک دانشجو گرفته شود.

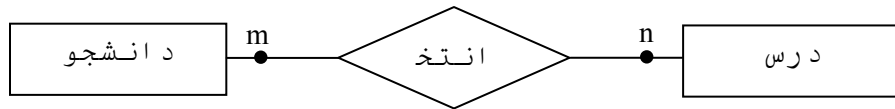
ارتباط ۱:n: هر نمونه از موجودیت اول می‌تواند با چند نمونه از موجودیت دوم ارتباط داشته باشد. اما هر نمونه از موجودیت دوم فقط می‌تواند با یک نمونه از موجودیت اول ارتباط داشته باشد.

اما اگر درجه ارتباط بین موجودیت‌های دانشجو و درس ۱:n باشد (مطابق شکل زیر)، مفهوم ارتباط چنین است:

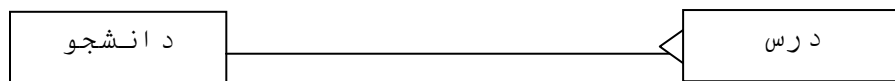


هر دانشجو می‌تواند چند درس را بگیرد. اما هر درس می‌تواند فقط توسط یک دانشجو گرفته شود.

ارتباط $m:n$: هر نمونه از موجودیت اول می‌تواند با چند نمونه از موجودیت دوم ارتباط داشته باشد. هر نمونه از موجودیت دوم نیز می‌تواند با چند نمونه از موجودیت اول ارتباط داشته باشد. حال اگر درجه ارتباط بین موجودیت‌های دانشجو و درس $m:n$ باشد (مطابق شکل زیر)، مفهوم ارتباط چنین است:



هر دانشجو می‌تواند چند درس را بگیرد. هر درس هم می‌تواند توسط چند دانشجو گرفته شود. روشهای نمایش دیگری نیز برای نشان دادن ماهیت ارتباطها وجود دارد، از جمله ارتباط $1:n$ فوق به اشکال زیر نیز نمایش داده می‌شود:



حد ارتباط

برای هر یک از موجودیت‌های شرکت کننده در یک ارتباط می‌توان یک حد مشخص کرد. این حد نشان دهنده حداقل و حداکثر تعداد نمونه‌های آن موجودیت است که می‌توانند در ارتباط شرکت کنند. بعنوان مثال، حدود نشان داده شده در شکل زیر برای دو موجودیت دانشجو و درس بیانگر مفاهیم زیر هستند: هر دانشجو حداقل ۱ و حداکثر ۵ درس را می‌تواند انتخاب کند. هر درس می‌تواند توسط هیچ دانشجویی انتخاب نشود و یا حداکثر توسط ۲۰ دانشجو انتخاب شود.



شرکت اجباری و اختیاری در ارتباط

موجودیتهایی که در یک ارتباط شرکت دارند، نوع ارتباطشان می‌تواند اجباری یا اختیاری باشد. اگر مقدار حداقل حد یک موجودیت در یک ارتباط ۰ باشد، به این معنی است که نمونه‌ای از این موجودیت می‌تواند وجود داشته باشد که اصلاً در ارتباط شرکت نکند. در این حالت شرکت موجودیت را اختیاری می‌گوییم. در غیر اینصورت، شرکت موجودیت در ارتباط اجباری است.

اگر شرکت موجودیت دانشجو در ارتباط انتخاب درس اجباری و شرکت درس در این رابطه اختیاری باشد، این دو مفهوم به شکل زیر در نمودار این دو موضوع به شکل زیر در نمودار ER نشان داده می‌شوند.



روش دیگر نمایش ارتباط اجباری با استفاده از دو خط است:



روش سومی هم برای نمایش شرکت اجباری و اختیاری موجودیتها وجود دارد و آن به شکل زیر است:



از نمادهای دایره و خط در این نوع نمایش می توان به ۰ و ۱ (بعنوان نقاط شروع حد ارتباط) تعبیر کرد.

نکته مهم:

در یک ارتباط $n:1$ اگر نوع مشارکت موجودیت سمت n اجباری باشد، این موجودیت یک موجودیت وابسته است که وابستگی آن به موجودیت سمت ۱ است.

تبدیل نمودار ER به بانک اطلاعات رابطه ای:

اگرچه مفهوم بانک اطلاعات رابطه ای مبحث فصل بعد است، اما بدلیل اهمیت موضوع تبدیل نمودار ER به بانک اطلاعات و برای اینکه در بحث طراحی بانک اطلاعات فاصله ایجاد نشود، در اینجا اشاره ای به این بحث می نماییم. بانک اطلاعات رابطه ای مدلی از بانک اطلاعات است که در آن هر موجودیت به شکل یک جدول در می آید که ستونهای آن صفات خاصه موجودیت و هر سطر آن نمونه ای از آن موجودیت است. ارتباط بین دو موجودیت نیز از طریق اضافه کردن کلید یک موجودیت به موجودیت دیگر (موسوم به کلید خارجی) برقرار می شود. با این مقدمه کوتاه، به شرح مراحل تبدیل موجودیتها به جداول می پردازیم:

۱- بازنه هر موجودیت یک جدول طراحی می کنیم که ستونهای آن صفات خاصه موجودیت بوده و هر سطر آن یک نمونه از آن موجودیت است.

۲- هر ارتباط بین موجودیتها در نمودار ER بسته به ماهیت آن باید در جداول لحاظ شود. طبق قوانین زیر:

- ارتباط $1:1$: در این حالت می توان دو موجودیت را در قالب یک جدول ادغام کرد و نیازی به جدا کردن دو جدول نیست.

- ارتباط $n:1$: پس کلید اصلی موجودیت سمت ۱ را بعنوان کلید خارجی به جدول مربوط به موجودیت سمت n نیز اضافه می کنیم.

- ارتباط $m:n$: برای برقراری ارتباط بین دو جدول، یک جدول دیگر بعنوان جدول واسط طراحی می کنیم. در این جدول واسط، کلیدهای اصلی مربوط به هر دو موجودیت بعنوان کلیدهای خارجی قرار می گیرند. پس همانگونه که می بینیم در ارتباط $m:n$ خود ارتباط بین دو موجودیت نیز به یک موجودیت تبدیل می شود. از اینرو گاهی در نمودار ER ارتباطهای $m:n$ را به شکل یک موجودیت نمایش می دهند، مثلا:



چند مثال جامع:

مثال اول:

برای یک سیستم فروشگاه با مشخصات زیر یک نمودار ER طراحی کنید و سپس آنرا به بانک اطلاعات رابطه ای تبدیل کنید.

فروشگاه تعدادی مشتری ثابت و مشخص دارد که هر مشتری دارای کد اشتراک، نام، نشانی و تلفن می باشد. هر یک از اجناس فروشگاه یک کد مشخصه، نام و قیمت دارد. (توجه شود که اجناس یک نمونه کد مشخصه یکسانی دارند). هر مشتری می تواند در هر بار خرید از برخی اجناس تعدادی را خریداری کند. بازای هر خرید یک فاکتور صادر می شود که دارای شماره و تاریخ است.

حل:

طراحی نمودار ER:

با توجه به سوال مشخص است که موجودیتهای اصلی عبارتند از: مشتری، جنس و فاکتور. از لحاظ ارتباط منطقی هم مشتری و جنس هر یک با فاکتور ارتباط دارند و باید توجه شود که ارتباط دو موجودیت مشتری و جنس فقط از طریق موجودیت فاکتور می باشد. ماهیت ارتباط بین مشتری و فاکتور: برای هر مشتری می تواند در زمانهای مختلف چندین فاکتور ثبت شود. اما هر فاکتور مربوط به یک مشتری است. بنابراین ماهیت ارتباط $1:n$ است.

ماهیت ارتباط بین جنس و فاکتور: با توجه به اینکه اجناس همسان یکی فرض می‌شوند (کد یکسانی دارند)، هر جنس ممکن است در چندین فاکتور ثبت شود. از طرفی هر فاکتور هم ممکن است شامل چندین قلم جنس باشد. بنابراین ماهیت ارتباط $m:n$ است. در نتیجه این ارتباط خود به یک موجودیت تبدیل می‌شود. تعداد خریداری شده از یک جنس یک قلم اطلاعاتی است که هم مربوط به جنس و هم مربوط به فاکتور است. پس یک صفت خاصه برای موجودیت واسط آنها محسوب می‌شود.

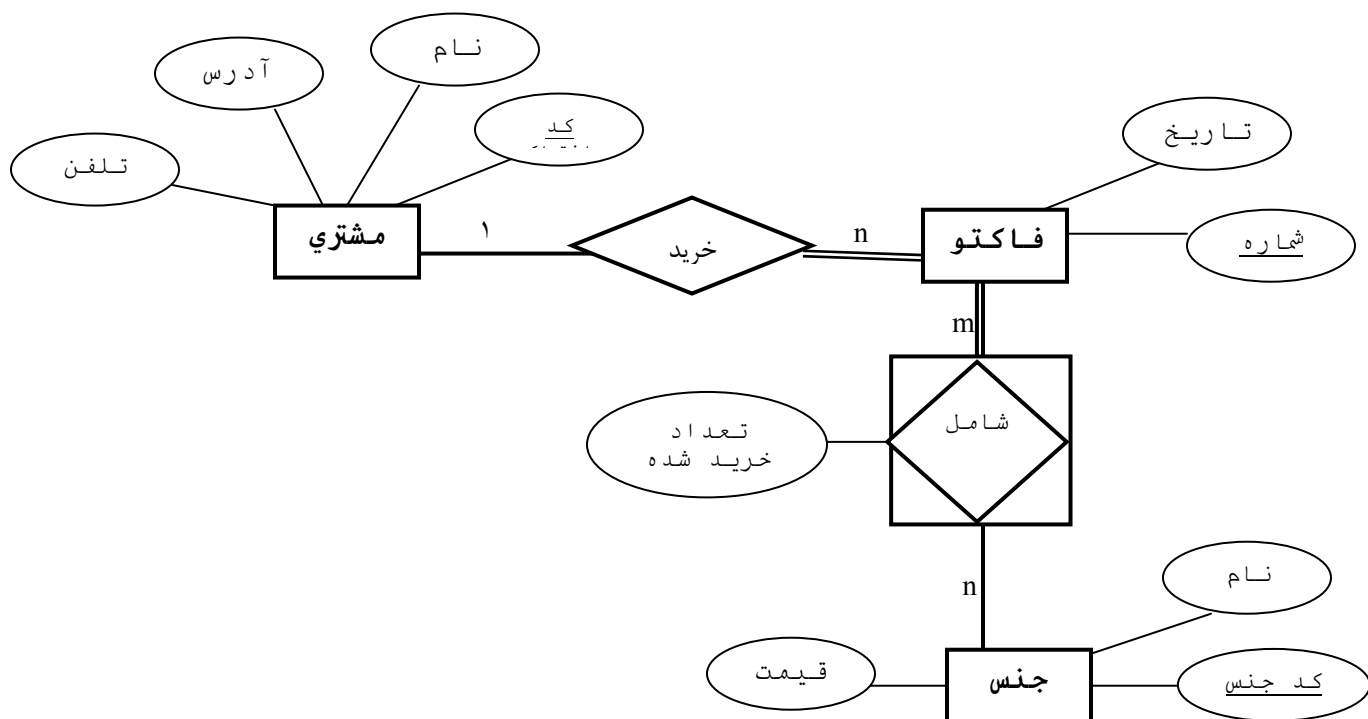
تبدیل به بانک اطلاعات رابطه ای:

بعد از رسم یک جدول برای هریک از موجودیتها،

- ارتباط بین مشتری و فاکتور $1:n$ است. پس کلید اصلی مشتری (موجودیت سمت ۱) را بعنوان کلید خارجی به جدول فاکتور (موجودیت سمت n) نیز اضافه می‌کنیم.

- ارتباط بین جنس و فاکتور $m:n$ است. بنابراین برای برقراری ارتباط بین دو جدول، یک جدول دیگر بعنوان جدول واسط طراحی می‌کنیم. در این جدول واسط، کلیدهای اصلی مربوط به هر دو موجودیت فاکتور و جنس بعنوان کلیدهای خارجی قرار می‌گیرند. این جدول نشان می‌دهد که چه فاکتوری (شماره فاکتور) شامل چه جنسی (کد جنس) بوده است. با قرار دادن صفت تعداد خریداری شده در این جدول مشخص می‌شود که چه فاکتوری شامل چه جنسی و به چه تعدادی بوده است.

برای کلید اصلی این جدول می‌توان از ترکیب دو صفتش فاکتور و کد جنس استفاده کرد و یا از کلیدهای شماره گذاری اتوماتیک (Auto Increment Number) استفاده کرد.



تلفن	آدرس	نام	کد اشتراک

جدول مشتریها

شماره	تاریخ	کد اشتراک مشتری

جدول فاکتورها

کد جنس	نام	قیمت

جدول اجناس

شماره فاکتور	کد جنس	تعداد

جدول واسط فاکتور و جنس

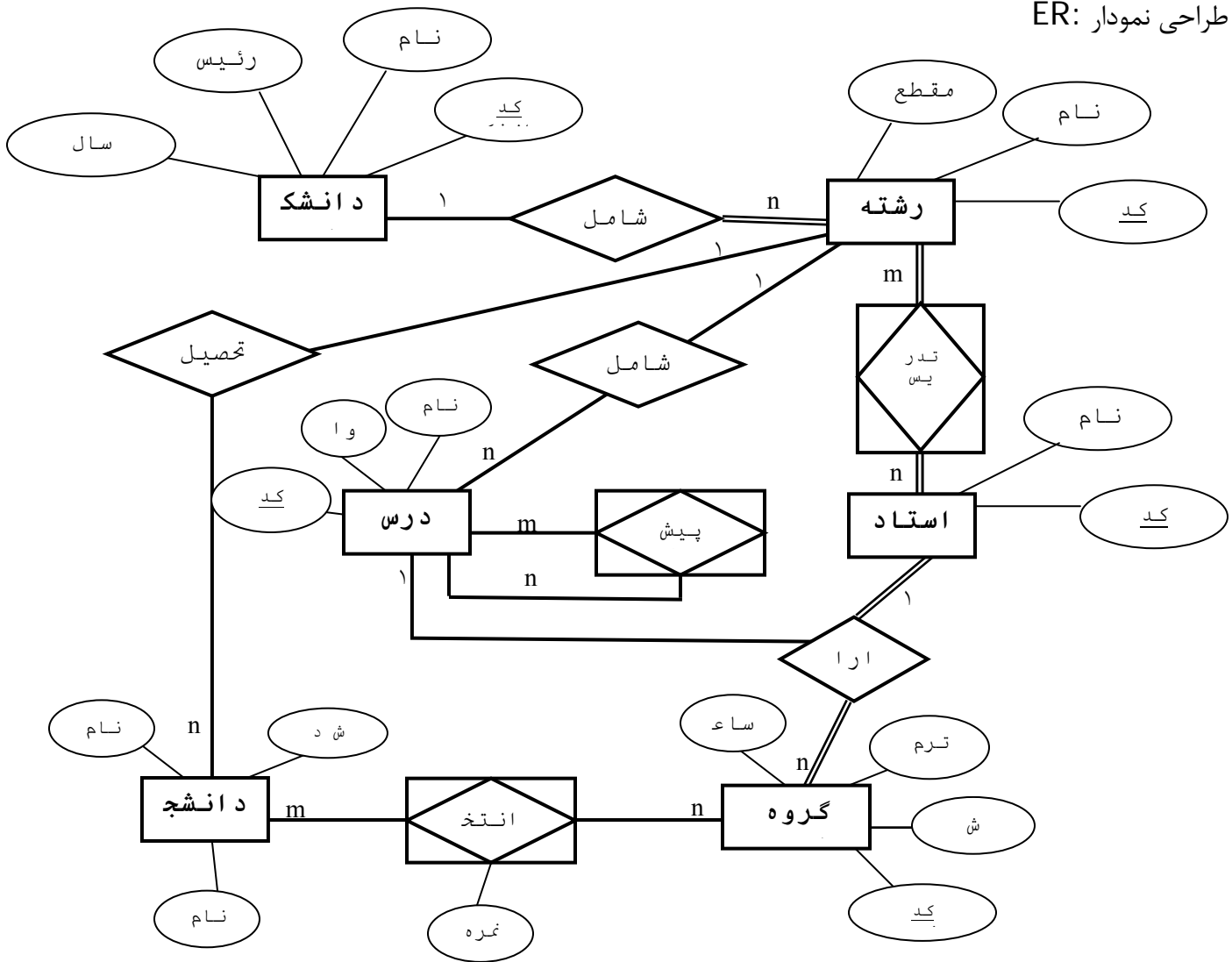
مثال دوم:

برای یک سیستم دانشگاه با مشخصات زیر یک نمودار ER طراحی کنید و سپس آنرا به بانک اطلاعات رابطه ای تبدیل کنید.

دانشگاه شامل تعدادی دانشکده است که هر دانشکده یک کد، نام، رئیس و یک سال تاسیس دارد. در هر دانشکده تعدادی رشته دایر است که هر رشته شامل یک کد، یک نام و یک مقطع است. در هر رشته تعدادی دانشجو تحصیل می کنند که هر دانشجو دارای شماره دانشجویی، نام و نام خانوادگی است. هر رشته تعدادی استاد دارد که البته بعضی از اساتید بین چند رشته مشترکند. هر استاد دارای کد، نام است. در سرفصل هر رشته تعدادی درس تعریف شده که هر درس دارای کد، نام درس و تعداد واحد است. هر درس می تواند چندین پیش نیاز داشته باشد و یا پیش نیاز چندین درس دیگر باشد. در هر ترم از هر درس چندین گروه درسی ارائه می شود که هر گروه یک کد مشخصه، یک شماره گروه و یک ساعت تشکیل دارد. از دروس ارائه شده هر دانشجو چندین مورد را انتخاب می کند و در نهایت برای هرکدام نمره ای کسب می کند.

حل:

طراحی نمودار ER:



جداول:

سال تاسیس	رئیس	نام	کد دانشکده

جدول دانشکده ها

کد رشته	نام	مقطع	کد دانشکده

جدول رشته ها

نام	کد استاد

جدول اساتید

کد رشته	کد استاد

جدول واسط استاد و

کد درس	نام	تعداد واحد	کد رشته

جدول دروس

کد درس پیش	کد درس پس

جدول پیش نیازها

ش د	نام	نام خ	کد رشته

جدول دانشجویان

کد مشخصه	ش گروه	ترم	ساعت تشکیل	کد درس	کد استاد

جدول گروه های درسی

ش د	کد مشخصه	نمره

جدول انتخابها