

موسسه بابان

انتشارات بابان و انتشارات راهیان ارشد

پایگاه داده‌ها

فصل دوم: مدل رابطه‌ای (درسنامه)

(ویژه کنکور ارشد ۱۴۰۵)

ویژه‌ی داوطلبان کنکور کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر و IT

براساس کتب مرجع

آبراهام سیلبرشاتز، راما کریشنن، رامز المصری، سی جی دیت، توماس کانلی و کارولین بگ

ارسطو خلیلی فر

مدل نهاد و رابطه

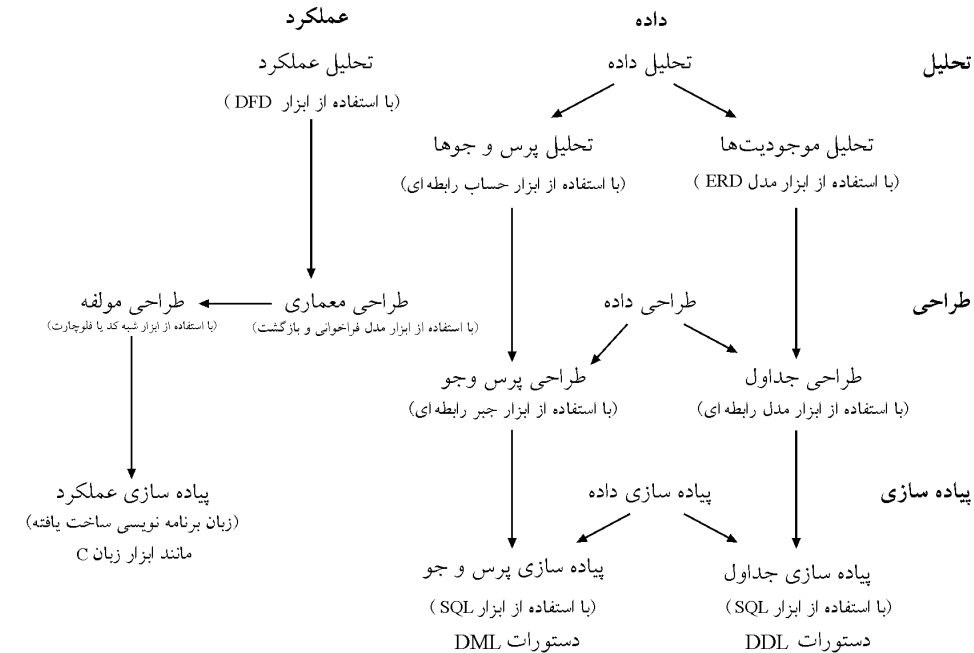
۲

مقدمه

یک محصول نرم‌افزاری به واسطه‌ی فرآیند تولید نرم‌افزار که شامل فعالیت‌های مدل تحلیل، مدل طراحی، پیاده‌سازی و تست می‌باشد، ایجاد می‌گردد.

مدل‌سازی

یک مدل، ساده شده یک واقعیت است. ایجاد یک مدل برای سیستم‌های نرم‌افزاری قبل از ساخت یا بازساخت آن، به اندازه داشتن نقشه برای ساختن یک ساختمان ضروری و حیاتی است. بسیاری از شاخه‌های مهندسی، توصیف چگونگی محصولاتی که باید ساخته شوند را ترسیم می‌کنند و همچنین دقت زیادی می‌کنند که محصولاتشان طبق این مدل‌ها و توصیف‌ها ساخته شوند. مدل‌های خوب و دقیق در برقراری یک ارتباط کامل بین افراد پروژه، نقش زیادی می‌توانند داشته باشند. علت اصلی مدل کردن سیستم‌های پیچیده این است که نمی‌توان به یکباره کل سیستم را تجسم کرد و ممکن است سیستم دارای ابهامات بسیاری باشد. لذا برای رفع این ابهامات و نیز برای فهم کامل سیستم و یافتن و نمایش ارتباط بین قسمت‌های مختلف آن، از مدل‌سازی استفاده می‌شود. مدل‌سازی خود شامل دو مرحله‌ی مدل تحلیل و مدل طراحی می‌باشد. مدل تحلیل قبل از مدل طراحی انجام می‌شود، در واقع خروجی مدل تحلیل، ورودی مدل طراحی می‌باشد. شکل زیر گویای این مطلب می‌باشد:



توجه: از آنجا که ما قصد داریم در این کتاب مفاهیم مربوط به پایگاه داده را تشریح نماییم، بنابراین از بیان مطلب مربوط به بخش عملکرد نرم افزار صرف نظر می نماییم. بخش عملکرد را در کتاب مهندسی نرم افزار مورد بحث و بررسی قرار داده ایم. پس در ادامه به طور مفصل به مفاهیم مربوط به پایگاه داده می پردازیم.

مدل تحلیل

تحلیل داده شامل تحلیل موجودیت ها و تحلیل پرس و جوها می باشد. تحلیل موجودیت ها توسط ابزار مدل ER و تحلیل پرس و جوها توسط ابزار حساب رابطه ای مدل می شوند.

مدل ER¹

برای شناسایی هر مدل یا ساختاری ابتدا باید به بررسی بخش های مختلف آن مدل یا ساختار بپردازیم.

در مدل ER، سه مفهوم معنایی وجود دارد و معنای داده های هر محیط عملیاتی (محیطی که می خواهیم در مورد آن اطلاع کسب کنیم) به کمک همین سه مفهوم نمایش داده می شود:

۱- موجودیت یا نهاد (Entity)

۲- صفت (Attribute)

¹ Entity Relationship

۳- ارتباط یا رابطه (Relationship)

توجه: در مدل تحلیل منظور از رابطه، ارتباط بین موجودیت‌هاست، اما در مدل طراحی منظور از رابطه، جداول مدل رابطه‌ای می‌باشد.

۱- نهاد (موجودیت)

موجودیت عبارتند از مفهوم کلی «شیء»، «چیز»، «پدیده» و به طور کلی هر آنچه که می‌خواهیم در موردش «اطلاع» داشته باشیم.

مثال: در محیط عملیاتی دانشگاه، انواع موجودیت‌های دانشجو، درس، استاد، گروه آموزشی و غیره وجود دارد.

توجه: در کتب مختلف گاه‌ها به نهاد، مجموعه نهادی (Entity Set) نیز گفته می‌شود.

توجه: خروجی مدل‌سازی یک سیستم به کمک مدل ER، نموداری است که آن را ERD می‌نامند.

توجه: برای نمایش یک موجودیت (مجموعه نهادی) در نمودار ER از یک مستطیل نام‌دار استفاده می‌گردد.

مثال: موجودیت‌های درس و دانشجو در محیط عملیاتی دانشگاه.



توجه: توصیه می‌شود در تشخیص مجموعه‌های نهادی و تحلیل سیستم به دنبال اسامی عام بگردیم. معمولاً اسامی عام یک موجودیت یا مجموعه نهادی را نشان می‌دهند (مانند دانشجو) و

اسامی خاص اعضای یک مجموعه نهادی را نشان می‌دهند (مانند دانشجو احمدی)

توجه: از آنجا که نمادهای گرافیکی نمی‌توانند تمامی جزئیات مربوط به موجودیت‌ها یا اشیاء داده‌ای را بیان کنند، جهت تشریح شرح حال موجودیت‌ها یا اشیاء داده‌ای از مستندات به نام شرح حال موجودیت‌ها یا اشیاء داده‌ای یا فرهنگ داده‌ها (دیکشنری داده) استفاده می‌شود. فرهنگ داده‌ها، به بیان جزئیات مربوط به موجودیت‌ها یا اشیاء داده‌ای مورد نظر می‌پردازد.

برای مثال بر روی نماد مستطیل شکل موجودیت‌ها اسم برده می‌شود، اما این‌که دقیقاً این موجودیت‌ها یا اشیاء داده‌ای چه هستند مشخص نمی‌شود. برای این منظور از فرهنگ داده‌ها استفاده می‌شود که موجودیت‌ها یا اشیاء داده‌ای را به صورت دقیق تشریح می‌کند.

۲- صفت

صفت در واقع خصیصه یا ویژگی یک نوع موجودیت است و هر نوع موجودیت مجموعه‌ای از صفات (موسوم به مجموعه صفات موجودیت) را دارد. هر صفت از نظر کاربران یک نام، یک نوع و یک معنای مشخص دارد. به عنوان مثال، موجودیت درس را در نظر بگیرید. صفات درس

عبارتند از: شماره درس، عنوان درس، تعداد واحد درس، نوع درس (پایه، تخصصی، اختیاری و غیره)، ماهیت درس (نظری، عملی و غیره)، سطح درس (کاردانی، کارشناسی و غیره).
توجه: هر صفتی از یک مجموعه مقادیر معتبر و مجاز مقدار می‌گیرد که به این مجموعه مقادیر، اصطلاحاً دامنه یا میدان (Domain) مقادیر آن صفت می‌گویند.

انواع صفات در مدل ER

هر موجودیت دارای مجموعه‌ای از صفات است که در نمودار ER با بیضی نشان داده می‌شود.

صفت کلید

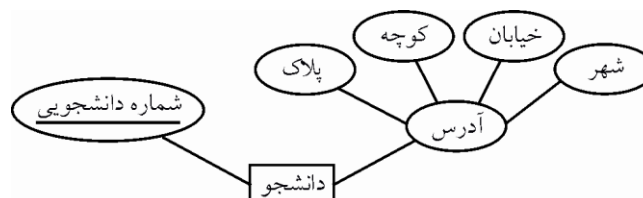
کلید عبارتند از یک یا چند صفت خاصه که در یک موجودیت منحصر به فرد باشد. به عبارت دقیق‌تر هر ترکیبی از صفت یا صفات که اگر بر اساس آن جستجو انجام گردد فقط و فقط یک مقدار را بازگرداند. بر اساس کدملی جستجو انجام دهید، واضح است که فقط و فقط یک مقدار را باز می‌گرداند. به عنوان مثالی دیگر در موجودیت دانشجو، شماره دانشجویی کلید است، چون هر دانشجو شماره‌ای یکتا دارد. ولی نام نمی‌تواند کلید باشد.
توجه: گاهی یک صفت به تنهایی نمی‌تواند کلید باشد بلکه مجموعه‌ای از دو یا چند صفت، تشکیل کلید را می‌دهند.

توجه: صفت کلید نمی‌تواند مقدار NULL بگیرد.
توجه: در نمودار ER زیر صفت یا صفات کلیدی یک خط می‌کشند.

صفت ساده و مرکب

صفت ساده صفتی است که مقدار آن از لحاظ معنایی ساده یا اتومیک یا تجزیه نشدنی باشد، به این معنا که اگر مقدار آن را به اجزایی تجزیه کنیم، مقادیر جزئی حاصله فاقد معنا باشد. برای مثال صفت درس و شماره دانشجویی یک صفت ساده است. صفت مرکب صفتی است که از چند صفت ساده تشکیل شده باشد به گونه‌ای که تجزیه شدنی باشند و اجزاء حاصله خود صفات ساده باشند. مانند صفت آدرس که از اجزاء نام استان، نام شهر، نام خیابان، نام کوچه، شماره پلاک و کدپستی تشکیل شده است.

توجه: برای نشان دادن صفت مرکب در نمودار ER اجزای صفت مرکب خود به عنوان صفت برای صفت مذکور نشان داده می‌شود.

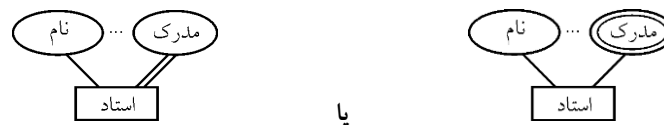


توجه: در بانک اطلاعاتی مبتنی بر مدل رابطه‌ای (جدولی) صفت مرکب نداریم.

صفت تک مقداری و چند مقداری

بعضی از صفات چه ساده و چه مرکب فقط می‌توانند یک مقدار را بگیرند که به این صفات، صفت تک‌مقداری می‌گویند. مانند شماره دانشجویی که نمی‌تواند بیش از یک مقدار داشته باشد. این صفات در نمودار ER بصورت معمول نمایش داده می‌شوند. صفاتی وجود دارند که می‌توانند چندین مقدار را بگیرند مانند صفت مدرک در موجودیت استاد که می‌تواند مقادیر لیسانس، فوق لیسانس و یا دکتری را در خود بگیرد.

مثال:



توجه: به مثال‌های زیر توجه کنید.

صفت ساده تک‌مقداری: مانند کدملی

صفت ساده چندمقداری: مانند مدرک تحصیلی

صفت مرکب تک‌مقداری: مانند تاریخ تولد

صفت مرکب چندمقداری: مانند آدرس

توجه: در بانک اطلاعاتی مبتنی بر مدل رابطه‌ای (جدولی) صفت چندمقداری نداریم.

صفت مشتق (پویا)

صفتی است که در موجودیت وجود خارجی ندارد ولی در صورت لزوم می‌توان آنرا بدست آورد. صفتی که مقادیر آن مدام در حال تغییر و تحول باشد، صفت پویا یا مشتق محسوب می‌گردد. بنابراین به دلیل تغییرات مداوم، توصیه می‌گردد صفت پویا در جداول بانک اطلاعات مورد استفاده قرار نگیرد و مقدار آن از طریق صفت مرتبط با آن محاسبه گردد. برای مثال برای محاسبه صفت سن، می‌توان صفت تاریخ تولد را در نظر گرفت و از روی این صفت، سن را محاسبه نمود.

توجه: صفت مشتق را در نمودار ER با نقطه چین به موجودیت مورد نظر متصل می‌کنند.

مثال:



۳- رابطه (ارتباط)

ارتباط، وابستگی بین دو مجموعه نهادی (موجودیت) را نشان می‌دهد.
توجه: در هنگام استخراج رابطه‌ها در مدل تحلیل، به دنبال افعال می‌گردیم.
توجه: برای نمایش یک رابطه در ER از یک لوزی استفاده می‌کنیم.
مثال:



در نمودار ER فوق، رابطه تهیه، مابین موجودیت تولیدکننده و قطعه برقرار است.

خواص رابطه

بطور کلی خواص رابطه به سه شکل زیر بررسی می‌گردد:

الف) درجه ارتباط

ب) کاردینالیتی ارتباط

ج) اجباری و اختیاری بودن ارتباط

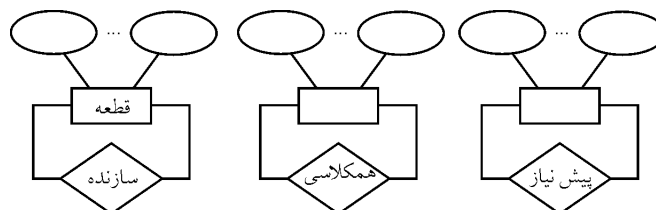
توجه: همه روابط سه خصیصه فوق را به طور همزمان دارند، اما مقادیر این خصیصه‌ها در روابط مختلف، متفاوت است.

الف) درجه ارتباط

به تعداد موجودیت‌هایی که در یک رابطه مشارکت دارند، درجه ارتباط گفته می‌شود. درجه در مدل ER عددی صحیح و کوچکتر از 5 است. ارتباط‌های درجه 1، 2 و 3 معمول، ارتباط درجه 4 کمیاب و غیر معمول است و ارتباط بالاتر از درجه 4 قابل رسم کردن نیست.

ارتباط درجه 1

مثال:

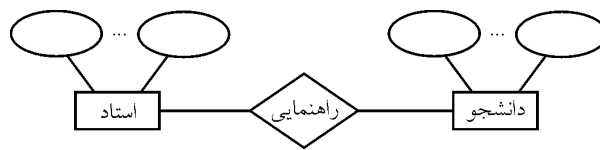


فقط یک موجودیت در هر یک از شکل‌های فوق وجود دارد. دقت کنید که موجودیت یک نوع است و عضوهای آن، یک مجموعه را تشکیل می‌دهند. بنابراین در ارتباط یکتایی، عضوهایی از یک مجموعه در ارتباط با عضوهایی دیگر از همان مجموعه قرار می‌گیرند. برای مثال درسی پیش

نیاز درس دیگر است، یا دانشجویی همکلاسی دانشجوی دیگری است، در حالیکه همه دورس به یک موجودیت و همه دانشجویان نیز به یک موجودیت تعلق دارند.
توجه: وقتی یک ارتباط بین یک نوع موجودیت و خودش برقرار باشد، آنرا ارتباط با خود (Self-Relationship) یا بازگشتی (Recursive) می‌گویند.

ارتباط درجه 2

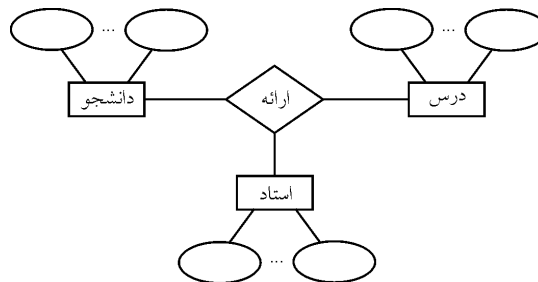
مثال:



در این ارتباط دو موجودیت استاد و دانشجو مشارکت دارند.

ارتباط درجه 3

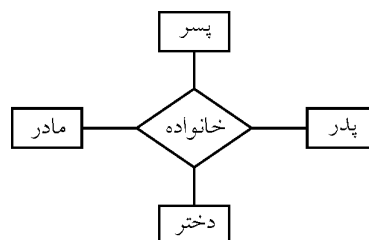
مثال:



در این ارتباط سه موجودیت استاد، درس و دانشجو مشارکت دارند.

ارتباط درجه 4

مثال:

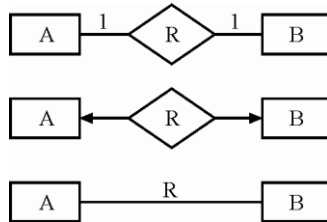


در این ارتباط چهار موجودیت پدر، مادر، پسر و دختر مشارکت دارند.

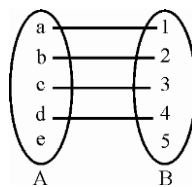
ب) کاردینالیتهی ارتباط

کاردینالیتهی ارتباط بر سه نوع است: یک به یک، یک به چند، چند به چند.

۱- یک به یک (1:1)



یعنی هر نمونه موجودیت از A با حداکثر با یک نمونه موجودیت از B ارتباط دارد و هر نمونه موجودیت از B با حداکثر یک نمونه موجودیت از A ارتباط دارد.



ارتباط یک به یک

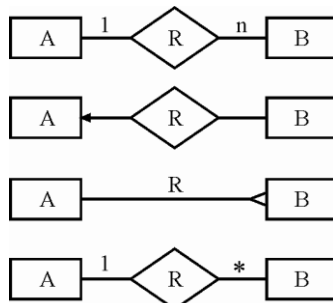
مثال:



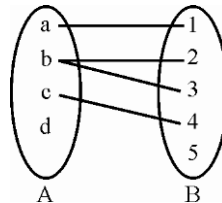
بدین معنی که هر استاد حداکثر یک درس ارائه می‌کند و هر درس حداکثر یک استاد برای ارائه دارد.

توجه: یعنی ممکن است استادی اصلاً درس نداشته باشد و یا درسی توسط هیچ استادی در این ترم ارائه نگردد.

۲- یک به چند (1:n)



یعنی هر نمونه موجودیت از A با صفر یا بیشتر نمونه موجودیت از B ارتباط دارد و هر نمونه موجودیت از B با حداکثر یک نمونه موجودیت از A ارتباط دارد.



ارتباط یک به چند

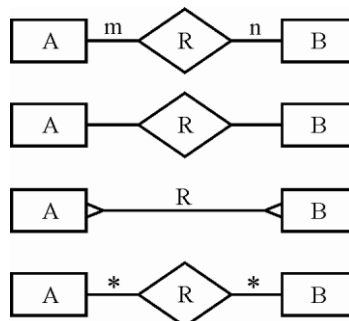
مثال:



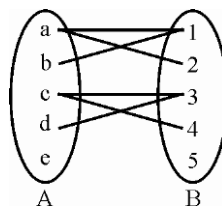
بدین معنی که هر استاد صفر یا بیشتر درس ارائه می‌کند و هر درس حداکثر یک استاد برای ارائه دارد.

توجه: یعنی ممکن است استادی اصلاً درس نداشته باشد و یا درسی توسط هیچ استادی در این ترم ارائه نگردد.

۳- چند به چند (m:n)



یعنی هر نمونه موجودیت از A با صفر یا بیشتر نمونه موجودیت از B ارتباط دارد و هر نمونه موجودیت از B با صفر یا بیشتر نمونه موجودیت از A ارتباط دارد.



مثال:



بدین معنی که هر استاد صفر یا بیشتر درس ارائه می‌کند و هر درس صفر یا بیشتر استاد برای ارائه دارد.

توجه: یعنی ممکن است استادی اصلاً درس نداشته باشد و یا درسی توسط هیچ استادی در این ترم ارائه نگردد.

توجه: در ارتباط، شرکت موجودیت‌ها در ارتباط به طور پیش فرض اختیاری است. برای مثال ممکن است استادی درسی ارائه نکند و یا درسی این ترم ارائه نشود. در ادامه ارتباط اجباری را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

حد

مشخصه دیگر ارتباط، حد آن است که بیانگر حداقل و حداکثر تعداد نمونه موجودیت‌های شرکت‌کننده در ارتباط است. این مقادیر در پایین خط ارتباط، توسط پرانتز نشان داده می‌شود.

مثال:



در شکل بالا حد (0,10) نشان می‌دهد که یک استاد ممکن است راهنمای هیچ دانشجویی نباشد و یا حداکثر 10 دانشجو را راهنمایی کند. همچنین حد (0,1) نشان می‌دهد که یک دانشجو ممکن است استاد راهنما نداشته باشد و یا حداکثر توسط یک استاد راهنمایی شود.

ج) اجباری و اختیاری بودن ارتباط

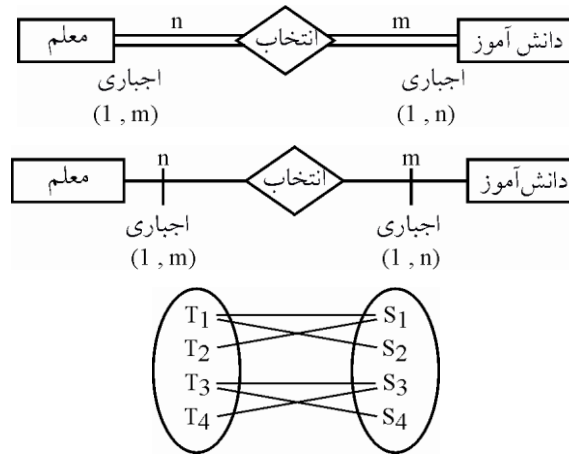
این نوع رابطه به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شود:

۱- اجباری یا کلی (Total)

یک رابطه اجباری است، اگر و تنها اگر تمام نمونه‌های موجودیت در رابطه شرکت کرده باشند. اجباری بودن در نمودار ER با نماد خط مضاعف افقی یا نماد | به معنی یک و الزام شرکت در رابطه نشان داده می‌شود.

توجه: نماد خط مضاعف افقی نشانه اجباری بودن موجودیت چسبیده به آن است، اما نماد | به معنی یک و الزام شرکت در رابطه نشانه اجباری بودن موجودیت طرف مقابل است.

مثال: در نظام آموزشی وزارت آموزش و پرورش حضور معلم و دانش آموز در محیط عملیاتی مدرسه اجباری است. زیرا مفاهیمی همچون مرخصی برای دانش آموز و یا پژوهش به جای تدریس برای معلم معنا ندارد.



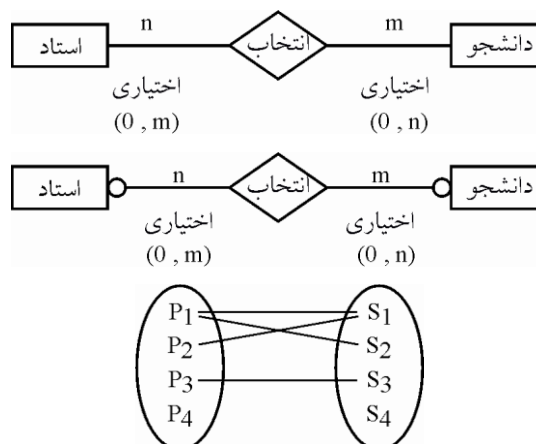
قید $(1, m)$ نشان می‌دهد که یک معلم حداقل یک و حداکثر m دانش آموز دارد و قید $(1, n)$ نشان می‌دهد که یک دانش آموز حداقل یک و حداکثر n معلم دارد.

۲- اختیاری یا جزئی (Partial)

یک رابطه اختیاری است، اگر و تنها اگر حداقل یکی از نمونه‌های موجودیت در رابطه شرکت نکرده باشد. اختیاری بودن در نمودار ER با نماد خط افقی یا نماد دایره کوچک توخالی به معنی صفر و عدم الزام شرکت در رابطه نشان داده می‌شود.

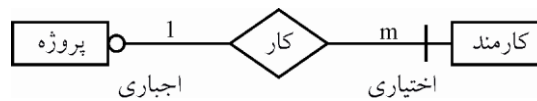
توجه: نماد خط افقی نشانه اختیاری بودن موجودیت چسبیده به آن است، اما نماد دایره کوچک توخالی به معنی صفر و عدم الزام شرکت در رابطه نشانه اختیاری بودن موجودیت طرف مقابل است.

مثال: در نظام آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری حضور استاد و دانشجو اختیاری است. زیرا مفاهیمی همچون مرخصی برای دانشجو و پژوهش به جای تدریس برای استاد معنا دارد.

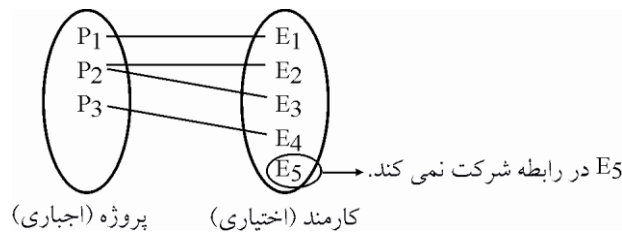


قید $(0, m)$ نشان می‌دهد که یک استاد حداقل هیچ و حداکثر m دانشجو دارد و قید $(0, n)$ نشان می‌دهد که یک دانشجو حداقل هیچ و حداکثر n استاد دارد.
توجه: از آنجا که حضور استاد اختیاری است، پس می‌تواند هیچ دانشجویی نداشته باشد. همین معنا برای دانشجو نیز صادق است.

مثال: نمودار ER زیر چه روابطی را نشان می‌دهد؟



شکل زیر گویای نمودار ER است.



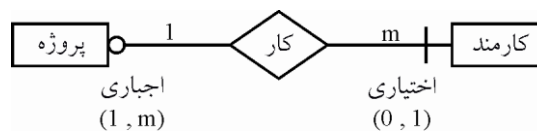
توجه: نماد | به معنی یک و الزام شرکت در رابطه نشانه اجباری بودن موجودیت طرف مقابل است.

توجه: نماد دایره کوچک توخالی به معنی صفر و عدم الزام شرکت در رابطه نشانه اختیاری بودن موجودیت طرف مقابل است.

با توجه به ارتباط یک به چند پروژه با کارمند با اجباری بودن حضور نمونه موجودیت‌های پروژه، قید $(1, m)$ برای پروژه در نظر گرفته می‌شود، بدین معنی که، یک پروژه حداقل یک و حداکثر m کارمند دارد.

همچنین با توجه به ارتباط چند به یک کارمند با پروژه و اختیاری بودن حضور نمونه موجودیت‌های کارمند، قید $(0, 1)$ برای پروژه در نظر گرفته می‌شود، بدین معنی که، یک کارمند حداقل هیچ و حداکثر یک پروژه دارد.

شکل زیر گویای مطلب است:



صفت در ارتباط

ارتباط‌ها نیز می‌توانند صفت داشته باشند (اغلب در ارتباطات $n:m$)

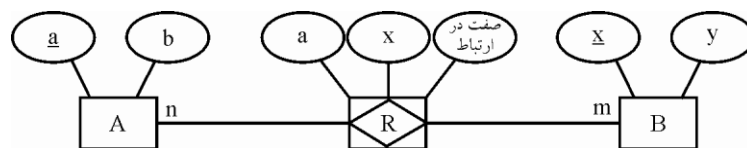
برای مثال صفت تعداد قطعات (QTY) در نمودار بانک اطلاعات تولیدکنندگان قطعات می تواند صفت در ارتباط، رابطه تهیه باشد.

شاید تصور شود که تعداد قطعات مربوط به موجودیت قطعه است. ولی این تصور غلط است زیرا یک تولیدکننده چند قطعه و یک قطعه نیز توسط چند تولیدکننده، تهیه می گردد. بنابراین صفت تعداد قطعات (QTY) را باید به ارتباط تولید که دو موجودیت قطعه و تولیدکننده را به هم مرتبط می کند نسبت داد.

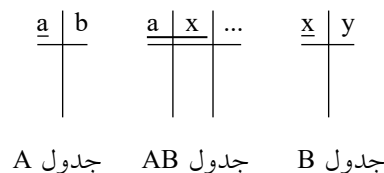
توجه: چنین ارتباطاتی با یک لوزی درون یک مستطیل نشان داده می شود و کلید آنها کلیدهای همه موجودیت های مربوطه را شامل می شود.

نگاشت رابطه چند به چند بین دو موجودیت (مدل تحلیل) به مدل رابطه ای (مدل طراحی) مستقل از اجباری یا اجباری بودن موجودیت ها، هر موجودیت به یک جدول تبدیل می گردد و یک جدول پل (Bridge) نیز به عنوان ارتباط دهنده دو جدول مورد استفاده قرار می گیرد. همچنین کلید کاندید جدول پل از ترکیب کلید کاندید دو جدول دیگر ایجاد می گردد. روال کلی به صورت زیر است:

مدل تحلیل:

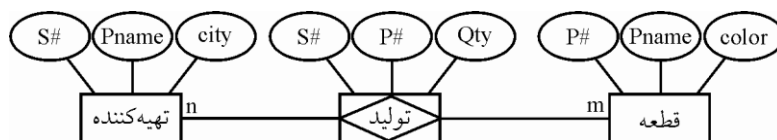


مدل طراحی:



مثال: ارتباط تولیدکنندگان و قطعات.

مدل تحلیل:



توجه: صفت QTY، به عنوان یک صفت در ارتباط، تعداد قطعات را مشخص می کند.

مدل طراحی:

S#	Sname	City	S#	P#	QTY	P#	Pname	Color
S ₁	Sn1	C ₁	S ₁	P ₁	10	P ₁	Pn1	Red
S ₂	Sn2	C ₂	S ₁	P ₂	20	P ₂	Pn2	Blue
S ₃	Sn3	C ₂	S ₂	P ₁	30			

جدول تولید کننده

جدول تولید

جدول قطعه

توجه: مابقی نگاشت‌ها از مدل تحلیل (مدل ER) به مدل طراحی (مدل رابطه‌ای) در فصل مدل رابطه‌ای بررسی می‌گردد.

وابستگی وجودی

اگر در یک بانک اطلاعاتی وجود یک موجودیت وابسته به موجودیت دیگری باشد که در صورت حذف و تغییر موجودیت اصلی این موجودیت نیز تغییر کند، این نوع وابستگی را وابستگی وجودی گفته و به پدیده وابسته، موجودیت ضعیف گویند. که موجودیت ضعیف کلید موجودیت اصلی را در بر دارد تا هرگونه تغییر یا حذف در موجودیت اصلی به موجودیت وابسته اعمال شود. توجه: موجودیت وابسته با دو مستطیل تو در تو نمایش داده می‌شود.

مثال:

