

تصویر ادراکی عام

2/1- مدل EER

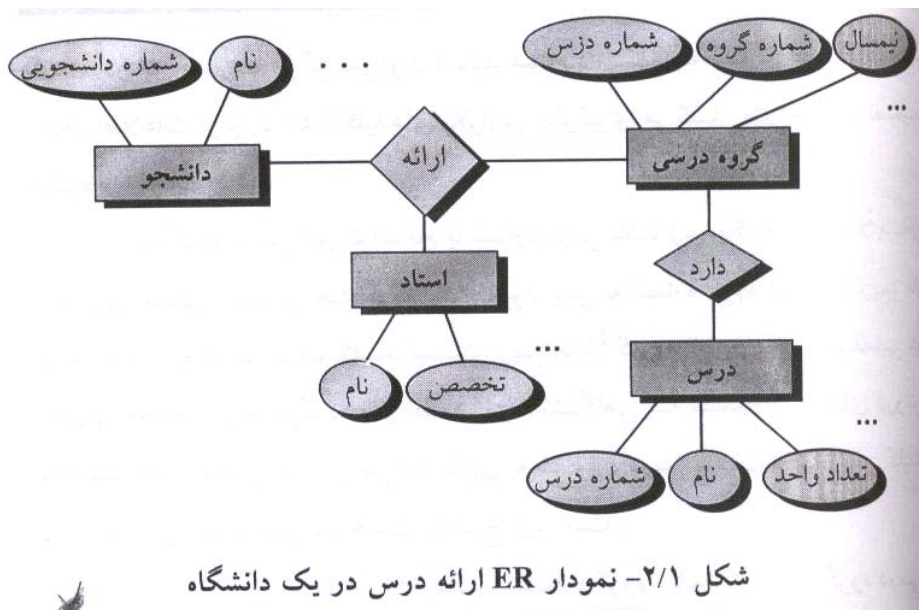
سالها این سؤال ذهن پژوهشگران را به خود معطوف داشته بود که "بانک اطلاعات را چگونه می توان به شکلی ساده بیان کرد؟". غالباً مفهوم بانک اطلاعات با پیاده سازی آن اشتباه می شد، یعنی یکی آن را به صورت درخت می دید، دیگری به شکل گراف، و سومی در قالب جدول، و غیره. همه این فرم ها روشی برای پیاده سازی بانک اطلاعات هستند نه خود آن. چگونه می توان بانک اطلاعات را فارغ از دغدغه پیاده سازی آن و به دور از مدلی خاص بیان کرد؟ پژوهشگران به دنبال روشی بودند که بانک اطلاعات خود را در قالب آن طراحی کنند و آنگاه بتوانند آن را در هر مدلی پیاده سازی نمایند.

در سال 1976 یک دانشجوی دوره دکتری کامپیوتر در انستیتو تکنولوژی ماسچوست (MIT) به نام چن (*Chen*) مدلی برای طراحی بانک اطلاعات پیشنهاد کرد که مقبولیت عام یافت. او مدل خود را ER (*Entity Relationship*) نامید. مدل ER در طول زمان پیشرفت کرد و ساختارهای جدیدی به آن افزوده شد. امروزه نیز مدل EER (*Extended ER*) یکی از ابزارهای کارآمد طراحی بانک اطلاعات است.

در مدل ER هر بانک اطلاعات در ساده ترین شکل خود دارای بخش های زیر است:

الف) پدیده یا موجودیت (entity) که نمایانگر چیزهائی است که در بانک اطلاعات وجود خارجی دارد و یا به تصور در می آید. پدیده ها دارای مشخصاتی هستند که به آنها صفت (**attribute**) گفته می شود. در نمودار ER پدیده ها به صورت مستطیل رسم می شوند و صفتها به شکل بیضی به آنها وصل می گردند. باید توجه داشت که پدیده همواره یک مجموعه است.

ب - ارتباط (relationship) که پدیده ها را به هم پیوند می دهد و چگونگی در ارتباط قرار گرفتن آنها را با یکدیگر بیان می کند. در دیاگرام ER ارتباط به شکل لوزی رسم می شود .



شکل 2/1 یک مثال بسیار ساده را نشان می دهد. در این مثال چهار پدیده به نامهای دانشجو، گروه درسی، درس و استاد در ارتباط با هم قرار گرفته اند. نام این ارتباط ها "ارائه" (یعنی دانشکده ای درسی را با استاد و دانشجویان مشخصی ارائه داده است) و دارد می باشد.

1-2/1- انواع صفت

الف) صفات کلیدی (کلید)

کلید عبارت است از یک یا چند صفت که در یک پدیده، منحصر به فرد باشد. مثلاً در پدیده دانشجو، شماره دانشجویی کلید است چون هر دانشجو شماره ویژه ای دارد. در مورد نام دانشجو نمی توان چنین قضاوت نمود زیرا در یک دانشگاه تعداد دانشجویان معمولاً زیاد است و امکان داشتن حداقل دو دانشجوی همنام وجود دارد. شماره دانشجو توسط دانشگاه تعیین می شود و همواره خاصیت کلیدی دارد. پدیده استاد متفاوت است و می توان نام استاد را کلید فرض کرد، زیرا تعداد اساتید محدود است. در این صورت، دیگر نمی توان اساتید همنام داشت. به عبارت دیگر، سیستم بانک اطلاعات از وارد شدن کلیدهای تکراری جلوگیری می کند. طراح باید تصمیم بگیرد و انتخاب کند.

کلید گروه درسی نمی تواند نام یا شماره درس باشد زیرا یک درس (مثلاً مبانی کامپیوتر) ممکن است در چند گروه تکرار شود، پس به شماره گروه هم نیاز داریم. نام درس و شماره گروه آن هم کلید نیست، زیرا مثلاً گروه 1 از ریاضی مهندسی در سالهای مختلف ارائه می گردد (در نظام های دانشگاهی که شماره گروه های دروس مختلف به طور

متوالی افزایش می یابد نیازی به شماره درس نیست). بنابراین کلید درس در این بانک شامل سه صفت به شرح زیر است :

(... ، نیمسال ، شماره گروه ، شماره درس) **گروه درسی**

برای مشخص کردن کلید در یک پدیده، زیر صفت یا صفت های آن خط می کشیم.

ب (صفت ساده و مرکب

صفت ممکن است ساده باشد، یعنی تجزیه ناپذیر باشد مثل "تعداد واحد" در پدیده درس که معمولاً عددی یک رقمی است. صفت مرکب صفتی است که هم خودش معنی دار است و هم بخشهایی از آن. مثلاً صفت "نام" در پدیده های استاد و دانشجو مرکب هستند زیرا شامل نام اول و نام خانوادگی می باشند. مثال دیگر برای صفت مرکب "آدرس" است که شامل کشور، شهر، محله، خیابان و پلاک می باشد. توجه شود که هم "آدرس" معنی دار است و هم بخش هایی از آن. مثلاً در بانک آموزشی یک دانشگاه هر دو سؤال زیر معنی دار است:

• نام و آدرس دانشجویانی را بده که معدل آنها بالای 18 است.

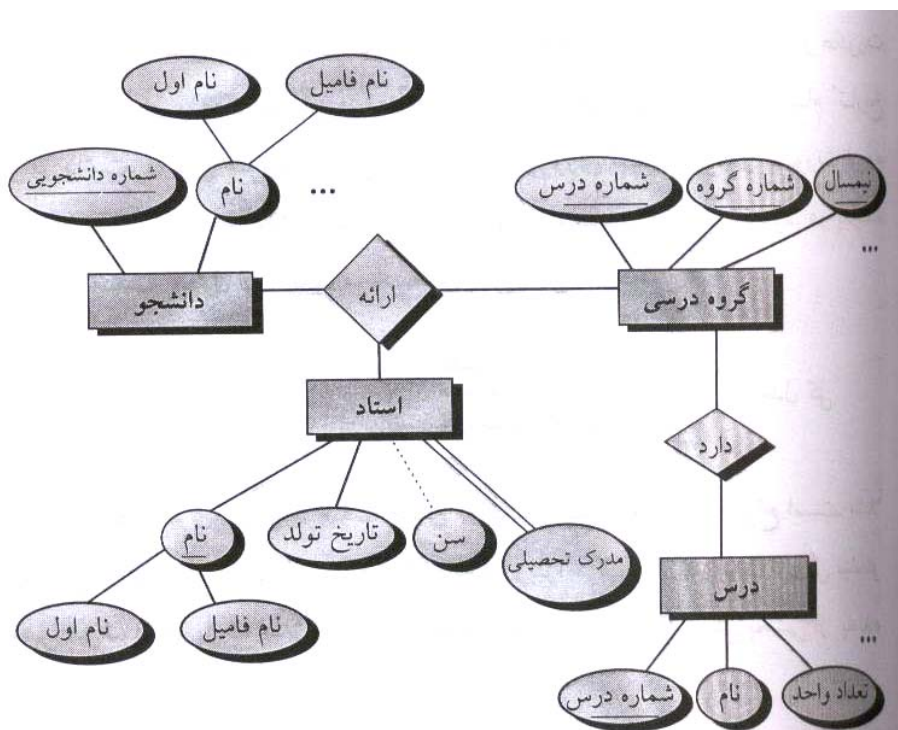
• تعداد دانشجویان را به تفکیک شهر محل زندگی آنها بده.

در پرس وجوی اول صفت آدرس و در پرس وجوی دوم صفت شهر که بخشی از صفت آدرس است مورد استفاده قرار می گیرد. در متداولترین مدل بانک اطلاعات یعنی مدل رابطه ای، صفت مرکب جایی ندارد! یعنی نمی توان در یک جدول مثلاً هم آدرس را

مستقلاً داشت و هم بخشهای آن را. در مدل ER می توان اجزاء صفات ترکیبی را در پیرانتز نوشت، مانند:

(... ، شهر ، محله ، خیابان ، پلاک) آدرس ، (نام اول ، نام خانوادگی) نام ، شماره دانشجویی) دانشجو

در نمودار ER اجزاء صفات ترکیبی در سطح جدیدی می آیند. یعنی صفت دارای چند صفت می شود (شکل 2/2).



شکل ۲/۲- نمودار ER بانک اطلاعات آموزشی با انواع صفت



ج (صفت تک مقداری یا چند مقداری

صفت، اعم از ساده یا مرکب، ممکن است تک مقداری یا چند مقداری باشد. مثلاً در پدیده استاد نام یک مقداری است (هر استاد بیش از یک نام ندارد) اما مدرک تحصیلی استاد چند مقداری است زیرا هر استاد معمولاً دارای مدارک تحصیلی لیسانس، فوق لیسانس، و دکتری است. این نوع صفت هم با مدل رابطه ای بیگانه است، بنابراین مدل ER استقلال خود را به خوبی حفظ کرده است. صفت‌های چند مقداری در مدل ER با دو خط به پدیده وصل می شوند .

د (صفت مشتق

صفت مشتق صفتی است که در پدیده وجود خارجی ندارد، ولی در صورت لزوم می توان آن را به دست آورد. مثلاً در پدیده استاد می توان صفتی به نام "تاریخ تولد" داشت. در این صور صفتی به نام "سن" ضروری نیست زیرا در صورت لزوم می توان با تفریق تاریخ تولد از تاریخ جاری سن استاد را محاسبه نمود. در پدیده دانشجو صفت "معدل کل" قابل محاسبه است:

$$\text{معدل کل} = \frac{\sum (\text{تعداد واحد} \times \text{نمره})}{\sum \text{تعداد واحد درس}}$$

تصمیم گیری در مورد صفت مشتق در یک پدیده به عهده طراح است. مثلاً معدل کل برای دانشجو بهتر است مشتق باشد، زیرا مرتباً با گذراندن دروس بیشتر عوض می شود. در بانک اطلاعات فارغ التحصیلان بهتر است معدل کل بخشی از پدیده باشد .

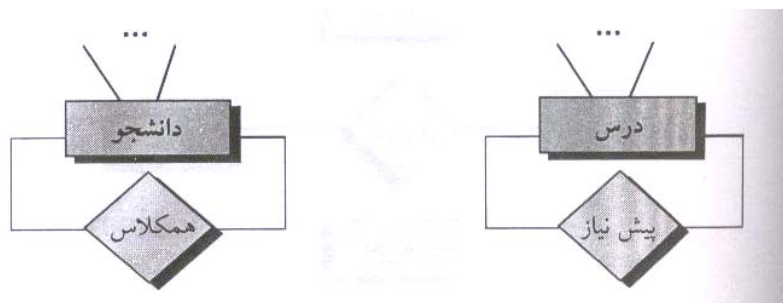
در نمودار ER صفات مشتق با خطوط نقطه چین نمایش داده می شوند . شکل 2/2 نمودار ER ارائه درس در یک دانشگاه را به صورتی کاملتر نمایش می دهد .

2-1-2- ارتباط (*relationship*)

الف (درجه ارتباط

درجه ارتباط برابر با تعداد پدیده هائی است که در آن ارتباط مشارکت دارند . درجه ارتباط در مدل ER عددی صحیح و کوچکتر از 5 است . ارتباط های درجه 1 و 2 و 3 معمول ، ارتباط درجه 4 کمیاب و غیر معمول است و ارتباط بالاتر از درجه 4 قابل رسم کردن نیست .

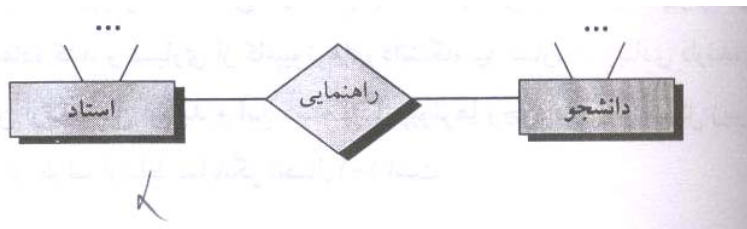
شکل های زیر هر کدام یک ارتباط درجه 1 (یکتایی) را نمایش می دهند :



فقط یک پدیده در هر یک از شکل های فوق وجود دارد. یادآوری می شود که پدیده، یک نوع (*type*) است و عضوهای آن یک مجموعه را تشکیل می دهند. بنابر این در ارتباط یکتایی، عضوهایی از یک مجموعه در ارتباط با عضوهای دیگری از همان مجموعه قرار می گیرند (با احتمال عضو مشترک). مثلاً درسی پیش نیاز درس دیگری است یا دانشجویی

همکلاس دانشجوی دیگری است، در حالیکه همه دروس به یک پدیده و همه دانشجویان نیز به یک پدیده تعلق دارند.

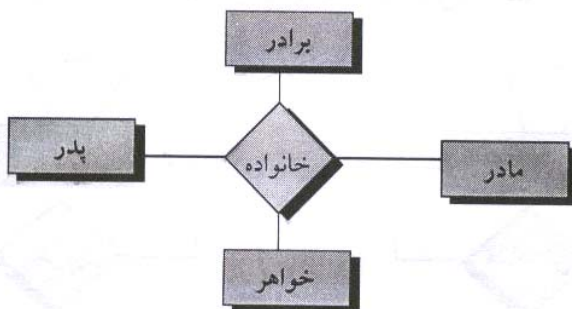
شکل زیر یک ارتباط دوتائی (درجه 2) را نمایش می دهد.



در این ارتباط که استاد راهنمای دانشجویان را نمایش می دهد دو پدیده استاد و دانشجو مشارکت دارند.

شکل 2/2 که قبلاً از آن صحبت شد یک ارتباط سه تائی را نشان می دهد. در این ارتباط (ارائه) سه پدیده استاد و درس و دانشجو مشارکت دارند.

شکل زیر یک ارتباط درجه 4 (چهار تائی) را نمایش می دهد. این نوع ارتباط کمیاب است. در این ارتباط چهار پدیده پدر، مادر، خواهر و برادر ارتباطی به نام "خانواده" را تشکیل می دهند.



نکته قابل توجه اینکه چنین نموداری برای یک خانواده غلط است زیرا در این صورت پدیده های پدر و مادر یک عضو دارند. بنابر این چنین نموداری مفهوم خانواده را در جامعه بیان می کند.

ب) اتصال (connectivity) و حد (cardinality)

ارتباط از نظر نوع اتصال بر سه نوع است: $1-1$ ، $1-M$ ، $N-M$.

اتصال $1-1$ کمیاب تر از دو نوع دیگر است. مثلاً در دانشگاه معمولاً هر یک از اساتید یک کامپیوتر اختصاصی دارند. هر چند اساتید می توانند از کامپیوتر های دیگر هم استفاده کنند و بسیاری از کامپیوتر های دانشگاه نیز کاربران زیادی دارند، با این همه این ارتباط بین اساتید و این دسته از کامپیوتر ها وجود دارد. در شکل زیر عدد 1 در هر دو طرف ارتباط نمایانگر اتصال $1-1$ است.

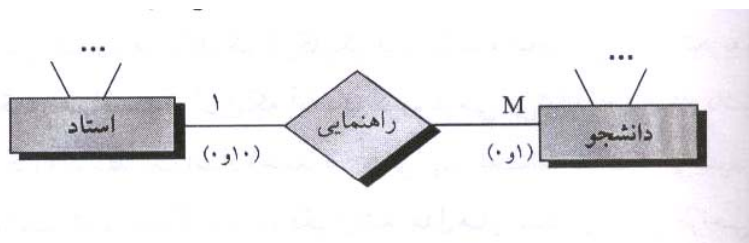


رابطه های راهنمایی و پیش نیاز به ترتیب $1-M$ ، $N-M$ هستند. هر دانشجو یک استاد راهنما دارد ولی هر استاد می تواند راهنمای چند دانشجو باشد. هر درس ممکن است چند پیش نیاز داشته باشد و نیز هر درس می تواند پیش نیاز چند درس دیگر باشد. در اینصورت باید در بالای خط ارتباط عددی که نمایانگر نوع اتصال است نوشته شود.

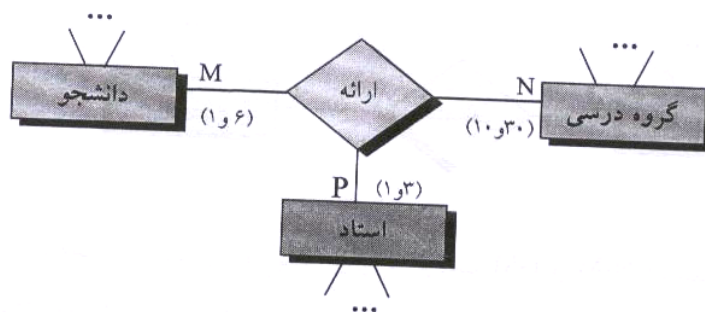
مشخصه دیگر ارتباط حد آن است. مثلاً در ارتباط راهنمایی دو مورد زیر باید مشخص شود:

هر استاد حداقل و حداکثر چند دانشجو را راهنمایی می کند.

حد پائین و حد بالای ارتباط داخل پرانتز نوشته می شود. در شکل زیر حد (0 و 10) نشان می دهد که یک استاد ممکن است راهنمای هیچ دانشجویی نباشد و حداکثر 10 دانشجو را راهنمایی کند. همچنین حد (1 و 0) نشان می دهد که یک دانشجو ممکن است استاد راهنما نداشته باشد و حداکثر توسط یک استاد راهنمایی شود.



اتصال و حد برای ارتباطهای سه تایی و چهار تایی گاهی معنی دار و گاهی مبهم است. مثلاً در ارتباط "ارائه" (شکل 2/2) می توان حدود مورد نیاز را با شکل زیر نشان داد:



علائم M-N-P خاصیت چند در چند بودن این ارتباط را نمایش می دهند. بدین معنی که تعدادی درس، هر کدام توسط تعدادی استاد، و با چند دانشجو ارائه می گردد. همچنین حدهای تعیین شده بیانگر واقعیتهای زیر هستند:

- هر دانشجو ممکن است حداقل 1 (مثلاً در ترم آخر) و حداکثر 6 درس بگیرد.
 - هر درس ممکن است 10 تا 30 دانشجو داشته باشد.
 - هر استاد می تواند از 1 تا 3 درس را تدریس کند.
- ابهامی که در اینجا وجود دارد این است که مثلاً حدود (30 و 10) مربوط به دانشجوست یا استاد؟ این ابهام را می توان با توضیح حل کرد. بعضی از صاحب نظران ترجیح می دهند ارتباط های سه تائی و چهار تائی را به چند ارتباط دو تائی تبدیل کنند تا چنین ابهاماتی از بین برود ولی درجه ارتباط باید با طبیعت آن همخوانی داشته باشد. درس، استاد، و دانشجو در یک ارتباط تنگاتنگ با یکدیگر قرار دارند و نباید این ارتباط تجزیه شود.
- ابهام دیگری هم هست و آن اینکه آیا یک گروه درسی می تواند چند استاد داشته باشد و یا هر گروه توسط یک استاد (جمعاً هر درس چند استاد) تدریس می شود. اینگونه نارسائیهاست که پژوهشگران را به فکر ارائه مدل های دیگری برای طراحی تصویر ادراکی عام واداشته است.

ج (شرکت اجباری یا اختیاری در ارتباط

مفهوم دیگری که در نمودار EER قابل نمایش است اختیاری یا اجباری بودن شرکت یک پدیده در یک ارتباط است. مثلاً ممکن است در یک نظام دانشگاهی قوانینی مانند قواعد زیر اعمال شود:

* هر استاد باید حداقل یک درس را تدریس کند

* هر دانشجو باید حداقل 9 واحد اخذ نماید

در نظام دانشگاهی دیگری ممکن است چنین نباشد، یعنی استاد بتواند تمام وقت خود را صرف پژوهش کند و دانشجو بتواند فقط پروژه یا کارآموزی یا مطالعه آزاد داشته باشد. در مدل EER، نظام نوع اول اجباری و نظام دوم اختیاری نامیده می شود. شرکت اجباری در ارتباط به طور عادی نمایش داده می شود و شرکت اختیاری در خط اتصال پدیده به ارتباط، یک دایره کوچک تو خالی می کشد. در شکل زیر تدریس استاد اختیاری است یعنی می تواند هیچ درسی را تدریس نکند.



د) نیاز به صفت در ارتباط

آیا صفت مختص پدیده هاست یا ارتباط ها هم می توانند صفت داشته باشند؟

برای روشن شدن مطلب سؤال زیر را مطرح می کنیم:

صفت "نمره" در نمودار بانک اطلاعات دانشگاه در کجا می گنجد؟

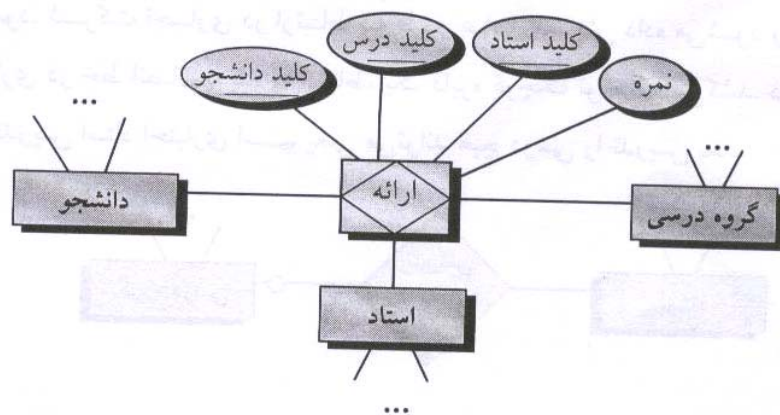
شاید تصور شود که "نمره" مربوط به پدیده دانشجو یا درس است. این تصور غلط است

زیرا یک دانشجو چند نمره (در دروس مختلف) و یک درس نیز چند نمره (برای

دانشجویان مختلف) دارد. حتی تصور نمره برای دانشجو در درس هم غلط است چون

ممکن است دانشجویی در درسی از یک استاد نمره 8 گرفته (افتاده) و در نیمسال بعد

از استاد دیگری نمره 18 گرفته باشد. نتیجتاً صفت "نمره" را باید به ارتباط ارائه و یا ارتباط دیگری بین دانشجو و گروه درسی نسبت داد. چنین ارتباط هائی با ادغام مستطیل و لوزی نمایش داده می شوند و کلید آنها کلیدهای همه پدیده های مربوطه را شامل می شود. (شکل زیر)



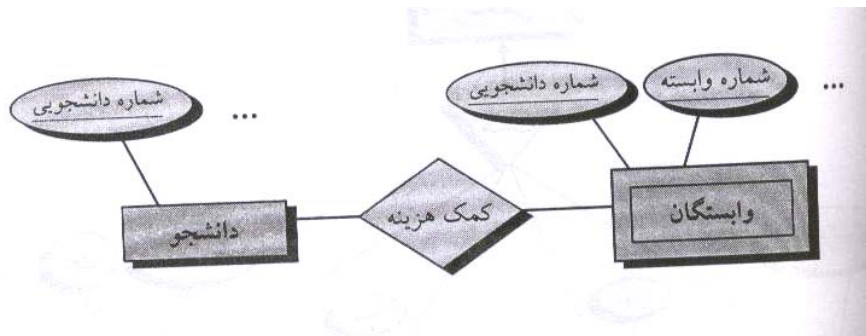
کلید های ترکیبی مسئله ساز می شوند. مثلاً با آنچه در شکل 2/2 مشاهده می شود، کلید ارتباط "ارائه" دارای شش صفت خواهد شد. برای رفع این مشکل در عمل برای هر پدیده یک کلید ساده در نظر می گیرند. مثلاً می توان صفت ترکیبی ویژه ای برای گروه درسی در نظر گرفت که شامل شماره گروه و نیمسال ارائه آن نیز باشد.

هـ) وابستگی وجودی (*existence dependency*)

ممکن است وجود یک پدیده وابسته به وجود پدیده دیگری باشد، یعنی در صورت حذف عضوی از آن پدیده، عضو های وابسته هم لازم باشد به طور خودکار حذف شوند. مثلاً در

مورد دانشجویان متأهل، معمولاً دانشگاه امکاناتی شبیه کمک هزینه برای همسر و فرزندان آنان نیز در نظر می گیرد. این امکانات بستگی به تعداد فرزندان فرق می کند. به عبارت دیگری همسر و هر یک از فرزندان کمک هزینه ویژه خود را دریافت می کنند. در چنین مواردی لازم است به محض حذف دانشجو از بانک اطلاعات دانشگاه (فارغ التحصیلان، اخراج، ...) وابستگان او نیز از سیستم کمک هزینه حذف شوند. این نوع وابستگی را وابستگی وجودی و پدیده وابسته را "پدیده وابسته" یا "موجودیت ضعیف" (*weak entity*) می نامند.

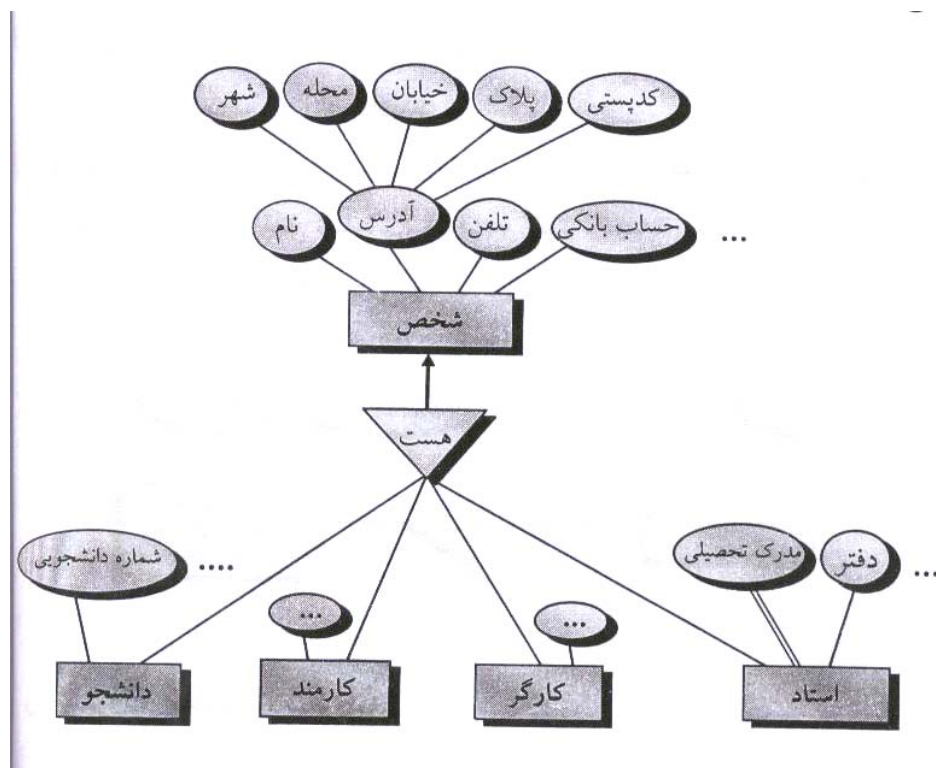
لازم به تذکر است که پدیده وابسته باید کلید پدیده اصلی را که به آن وابسته است به ارث ببرد تا به سادگی قابل شناسایی، حذف، و تغییر باشد. پدیده وابسته با دو مستطیل تو در تو نمایش داده می شود. (شکل زیر)



(و) اشتراک صفت (ارث بری)

بسیار اتفاق می افتد که پدیده ها در یک بانک اطلاعات صفات مشترکی دارند. مثلاً در یک دانشگاه تمامی افراد، اعم از استاد و دانشجو و کارمند و کارگر، دارای صفاتی مانند نام، آدرس، تلفن، حساب بانکی و غیره هستند. در بحث های آینده خواهیم دید که

علاوه بر صفت، عملکرد های مشترک هم بین پدیده ها وجود دارد. مثلاً همه افراد دانشگاهی از غذاخوری استفاده می کنند، از حساب بانکی خود برداشت می کنند، و غیره. در صورتیکه بخواهیم مشخصات هر پدیده را جداگانه بیاوریم باید مشخصات مشترک را چندین و چند بار تکرار کنیم. برای جلوگیری از این تکرار بی رویه، ارتباطی از نوع "ارث بری" تعریف می شود. در این نوع ارتباط، یک پدیده مشخصات پدیده دیگر را به ارث می برد و نیازی به تکرار آنها ندارد. این نوع ارتباط را "هست" (is-a) می نامیم و معمولاً با مثلث و پیکان نمایش داده می شود. شکل زیر این نوع ارتباط را نشان می دهد (به جهت پیکان توجه شود).



3-1/2- مثال

برای رسم نمودار EER دو مورد زیر را باید در نظر گرفت:

الف - سیستم بانک اطلاعات را به چند زیر سیستم تقسیم نمود، هر زیر سیستم را جداگانه طراحی و سپس آنها را به هم مرتبط کرد.

ب - برای طراحی هر زیر سیستم باید قدم به قدم عمل کرد، یعنی ابتدا باید از پدیده ها و ارتباط های اصلی شروع نمود و به تدریج آنها را بسط داد. در پایان این بحث، نمودار بانک اطلاعات آموزشی یک دانشگاه فرضی را می آوریم. به منظور خواناتر شدن نمودار، صفتها را حذف می کنیم.

