

## پایگاه داده

### واحد کار دوم

- پس از مطالعه این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود که:
- ۱ - انواع مدل‌های پایگاه داده را بشناسد.
  - ۲ - مفهوم پایگاه‌های داده رابطه‌ای را بداند.
  - ۳ - انواع رابطه‌ها را بشناسد.
  - ۴ - اصول طراحی پایگاه داده را بداند.
  - ۵ - با مفهوم نرمال‌سازی آشنا باشد.
  - ۶ - انواع مدل‌های نرمال اول، دوم و سوم را بشناسد.

زمان (ساعت)	
نظری	عملی
۸	۵

## مقدمه

با مفاهیم کلی بانک اطلاعاتی، موجودیت، رکورد، فیلد و ... در درس بانک اطلاعاتی سال گذشته آشنا شده‌اید.

در این درس ضمن یادآوری مباحث گذشته، با مفاهیم پیشرفته‌تر بانک اطلاعاتی نیز آشنا خواهید شد. در حقیقت سیستم بانک اطلاعاتی یا پایگاه داده‌ها، سیستم کامپیوتری نگهداری اطلاعات است. پایگاه داده را می‌توان به یک قفسه الکترونیکی تشبیه کرد که اطلاعات را به‌طور منظم درون خود نگهداری می‌کند.

کاربران سیستم بانک اطلاعاتی می‌توانند اعمال مختلفی روی آن انجام دهند که نمونه‌هایی از این اعمال عبارتند از:

- افزودن فایل‌های جدید و خالی به پایگاه داده
- افزودن داده درون فایل‌هایی که از قبل ایجاد شده‌اند.
- بازیابی داده‌ها از فایل‌های موجود
- تغییر در داده‌های فایل‌های موجود
- حذف داده‌ها از فایل‌های موجود
- حذف فایل‌های پایگاه داده

## ۱-۲ مدل‌های پایگاه داده

مدل‌های پایگاه داده‌ها یک طرح و الگوی کاری برای کاربران پایگاه داده‌ها را در سطح منطقی مشخص می‌کنند و معمولاً سیستم‌های مدیریت پایگاه داده براساس مدل‌هایی که استفاده می‌کنند تقسیم‌بندی می‌شوند.

به برنامه کامپیوتری که برای مدیریت داده‌ها و پاسخگویی به کاربران از طریق پایگاه داده به‌کار برده می‌شود سیستم مدیریت پایگاه داده (DBMS) گفته می‌شود.



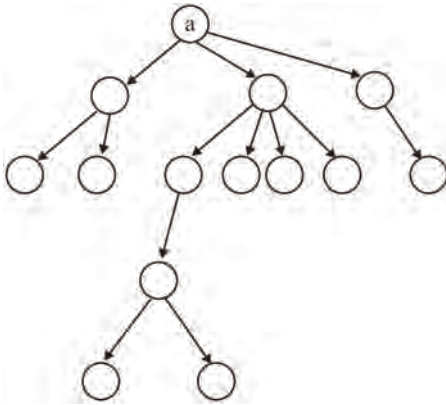
مهم‌ترین انواع مدل‌های پایگاه داده عبارتند از:

- پایگاه داده سلسله مراتبی
- پایگاه داده رابطه‌ای

- پایگاه داده شبکه‌ای
- پایگاه داده شیء‌گرا

### ۲-۱-۱ مدل سلسله مراتبی

این ساختار یکی از قدیمی‌ترین مدل‌های طراحی بانک اطلاعاتی است. در این مدل

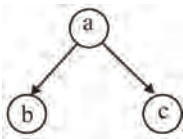


شکل ۲-۱

داده‌ها و ارتباط بین آن‌ها توسط اشاره‌گرهایی با یکدیگر مرتبط می‌شوند. شکل ۲-۱ یک نمونه مدل سلسله مراتبی است. مدل سلسله مراتبی که مشابه ساختار درخت پیاده می‌شود، دارای یک گره ریشه  $a$  و  $N$  گره فرزند است.

ارتباط بین گره‌ها از بالا به پایین صورت می‌گیرد و مسیری از گره‌های پایین‌تر به گره‌های بالاتر وجود ندارد.

هر گره پدری می‌تواند چند گره فرزند داشته باشد، اما هر گره فرزند، تنها یک گره پدر دارد.



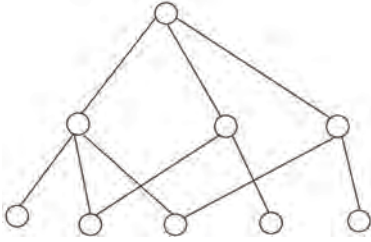
شکل ۲-۲

در شکل ۲-۲،  $a$  گره پدر و  $b$  و  $c$  گره‌های فرزند هستند.

در عمل پیاده‌سازی ساختار سلسله مراتبی بسیار مشکل است، به همین دلیل پس از مدتی جای خود را به مدل‌های دیگر پایگاه داده داد و عملاً منسوخ شده است.

### ۲-۱-۲ پایگاه داده شبکه‌ای

این مدل در سال ۱۹۶۹ و براساس دو مفهوم مهم مجموعه‌ها و رکوردها ارائه شد. پیاده‌سازی این مدل توسط گراف انجام می‌شود.



شکل ۲-۳

مزیت این روش این است که مدل‌های ارتباطی طبیعی بیشتری را بین موجودیت‌ها فراهم می‌کند و در عین حال پیچیدگی کمتری خواهد داشت.

اگر بخواهیم این مدل را توسط ساختار درختی پیاده کنیم، می‌توانیم بگوییم که هر گره فرزند می‌تواند بیش از یک گره پدر داشته باشد.

این مدل پیچیده‌تر از مدل سلسله مراتبی است و در نتیجه عملیات ذخیره و بازیابی پیچیده‌تری نیز دارد.

### ۳-۱-۲ مدل رابطه‌ای

پایگاه داده رابطه‌ای از دید کاربران شامل یک مجموعه جدول است که هر جدول دارای سطرها و ستون‌هایی است. اطلاعات مربوط به هر ستون، فیلدهای جدول و اطلاعات هر سطر مربوط به یکی از رکوردهای جدول است.

جدول ۲-۱

نام	نام خانوادگی	شماره دانش‌آموزی
علی	اقبالی	۱۳۴۵۷۹۳۲
مریم	احمدی	۳۲۴۳۳۵۹۲
میثم	بهرامی	۲۴۱۲۳۷۱۴
زهرا	فدایی	۱۲۳۹۲۳۴۳

در جدول ۲-۱، سه فیلد با عناوین نام، نام خانوادگی و شماره دانش‌آموزی وجود دارد و همچنین هر سطر اطلاعات مربوط به یکی از رکوردهای جدول را نمایش داده است. **فیلد:** کوچک‌ترین واحد داده ذخیره شده در بانک اطلاعاتی است. جدول ۲-۱ شامل سه فیلد ایجاد شده با عناوین «نام»، «نام خانوادگی» و «شماره دانش‌آموزی» است.

**رکورد:** مجموعه‌ای از فیلدهای ذخیره شده مرتبط به هم است. به عنوان مثال در جدول ۲-۱ نام خانوادگی فدایی مربوط به فردی با نام زهرا و شماره دانش‌آموزی ۱۲۳۹۲۳۴۳ است و چنانچه این فرد از جدول حذف شود، تمام ویژگی‌های مربوط به او نیز از جدول حذف

می‌شوند و تغییر در مشخصات این فرد تأثیری در مشخصات افراد دیگر نخواهد داشت لذا هر سطر از جدول ۱-۲ به عنوان یک رکورد در نظر گرفته می‌شود.

مدل‌های رابطه‌ای چند ویژگی مهم دارند:

- ردیف‌های تکراری در آن‌ها وجود ندارد.
- ترتیب ردیف‌ها اهمیتی در ساختار مدل ندارد.
- ترتیب ستون‌ها اهمیتی در ساختار مدل ندارد.
- مقادیر هر فیلد غیرقابل تجزیه است.

### مفهوم کلید

• کلید در مدل رابطه‌ای، صفت یا ستونی است که برای هر کدام از رکوردها (سطرها) مقدار منحصر به فردی دارد. به عنوان مثال در جدول ۱-۲، ستون شماره دانش‌آموزی می‌تواند به عنوان فیلد کلید در نظر گرفته شود زیرا یقین داریم که برای هر رکورد منحصر به فرد است و مقدار این فیلد برای دو رکورد متفاوت از جدول یکسان نخواهد بود.

### محیط عملیاتی

سازمان، مؤسسه یا نهادی را در نظر بگیرید که قصد داریم برای آن یک بانک اطلاعاتی ایجاد کنیم. در این صورت به این سازمان، مؤسسه یا نهاد، محیط عملیاتی گفته می‌شود. مثال‌های زیر نمونه‌هایی از محیط عملیاتی هستند:

۴ - یک اداره یا سازمان دولتی

۵ - یک بانک

۶ - یک کتابخانه

۱ - یک مدرسه

۲ - یک دانشگاه

۳ - یک بیمارستان



تمرین:

چند محیط عملیاتی نام ببرید.

در هر محیط عملیاتی با توجه به نیاز، تعدادی از اجزای آن به عنوان موجودیت انتخاب می‌شوند، به عنوان مثال در محیط مدرسه موجودیت‌هایی با عنوان دانش‌آموز، معلم و درس داریم. در محیط عملیاتی بیمارستان موجودیت‌های بیمار، پزشک، اتاق، بخش و ... وجود دارد.

### تمرین:

چه موجودیت‌هایی برای محیط‌های عملیاتی بانک و کتابخانه می‌توان انتخاب کرد؟

محیط عملیاتی مدرسه را در نظر بگیرید، هر کدام از موجودیت‌های محیط عملیاتی ویژگی‌ها و صفات متعددی دارند که فقط برخی از آن‌ها را می‌توان به عنوان فیلد در نظر گرفت، به عنوان مثال یک دانش‌آموز می‌تواند صفات و ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

- نام
- نام خانوادگی
- نام پدر
- نام مادر
- رنگ چشم
- قد
- وزن
- تاریخ تولد
- و ...

اما همان‌طور که مشاهده می‌کنید تمام این صفات در محیط عملیاتی مدرسه کاربردی نیستند، به عنوان مثال، رنگ چشم، قد، وزن، نام مادر و ... در محیط عملیاتی مدرسه به کار نمی‌روند. علاوه بر این در یک باشگاه ورزشی، یک بیمارستان یا هر محیط عملیاتی دیگر، با توجه به نیازها، صفات و ویژگی‌های متفاوتی در نظر گرفته می‌شوند.

به‌طور کلی در محیط عملیاتی مدرسه می‌توان ویژگی‌های زیر را برای هر کدام از موجودیت‌ها در نظر گرفت.

ویژگی‌های موجودیت دانش‌آموز

۱ - نام (name)

۲ - نام خانوادگی (family)

۳ - رشته تحصیلی (major)

۴ - تاریخ تولد (date)

۵ - محل تولد (area)

۶ - نمره (grade)

### ویژگی‌های موجودیت معلم

۱ - نام (tname)

۲ - نام خانوادگی (tfamily)

۳ - آدرس (taddress)

۴ - تلفن (ttel)

### ویژگی‌های موجودیت درس

۱ - کد درس (cnumber)

۲ - نام درس (cname)

۳ - تعداد ساعات در طول هفته (hcourse)

هر کدام از این موجودیت‌ها، یک جدول در محیط عملیاتی مدرسه و هر کدام از ویژگی‌ها و صفات موجودیت‌ها، یک فیلد در جدول‌های بانک اطلاعاتی خواهند بود. همان‌طور که پیش از این اشاره شد در مدل‌های رابطه‌ای نباید ردیف‌های تکراری وجود داشته باشد، برای روشن شدن مطلب کلاس خود را در نظر بگیرید، معلم شما برای صدا کردن دانش‌آموزان از کدام صفت دانش‌آموزان استفاده می‌کند، ممکن است پاسخ دهید نام خانوادگی، استفاده از نام خانوادگی برای صدا کردن دانش‌آموزان به این دلیل است که احتمال تکراری بودن کمتری دارد، تا اینجا می‌توان گفت نام خانوادگی به عنوان فیلد کلید در نظر گرفته شده است، اما اگر حتی یک مورد تکراری وجود داشته باشد و دو دانش‌آموز دارای نام خانوادگی مشابه باشند، به دلیل احتمال بروز اشتباه دیگر نمی‌توان از نام خانوادگی به تنهایی استفاده کرد، در این صورت معمولاً نام به دنبال نام خانوادگی استفاده می‌شود.

یعنی دو فیلد نام و نام خانوادگی به عنوان کلید استفاده می‌شوند.

• اگر کلید انتخاب شده شامل یک فیلد باشد، آن را فیلد کلید ساده می‌گویند.  
 • اگر کلید انتخاب شده شامل دو یا چند فیلد باشد، آن را فیلد کلید مرکب می‌گویند.  
 اما اگر قدری دقیق‌تر شویم، می‌بینیم که باز هم احتمال تکراری بودن نام و نام خانوادگی و این که دو نفر دارای نام و نام خانوادگی یکسان باشند نیز وجود دارد. اگر بخواهیم محیط عملیاتی مدرسه را طوری طراحی کنیم که احتمال تکراری بودن فیلدها را به صفر برسانیم بهتر است به جای ترکیب فیلدها یک فیلد جدید با نام شماره دانش‌آموزی به ویژگی‌های موجودیت دانش‌آموز اضافه کنیم، در این صورت اطمینان حاصل خواهد شد که هیچ دو دانش‌آموزی اطلاعات کاملاً یکسان ندارند و در نتیجه ایجاد سطر تکراری در جدول نخواهیم داشت.

برای تهیه جدول‌ها نکات زیر را در نظر بگیرید:

۱ - هر موجودیت مستقل را به عنوان یک جدول در نظر بگیرید.

• معلم

• درس

• دانش‌آموز

۲ - صفت‌های موجودیت‌ها به عنوان فیلدهای جدول‌ها در نظر گرفته می‌شوند.

### جدول مربوط به دانش‌آموز

جدول ۲-۲ فیلدهای جدول دانش‌آموز (Student)

شماره دانش‌آموزی*	نام	نام خانوادگی	تاریخ تولد	محل تولد	نمره
(id)	(name)	(family)	(date)	(area)	(grade)

### جدول مربوط به معلم

جدول ۲-۳ فیلدهای جدول معلم (teacher)

کد معلم*	نام	نام خانوادگی	آدرس	تلفن
tcode	tname	tfamily	taddress	ttel

## جدول مربوط به درس

جدول ۴-۲ فیلدهای جدول درس (course)

تعداد ساعات در طول هفته	نام درس	کد درس *
hcourse	cname	cnumber



نکته

فیلدهایی که کنار آن‌ها علامت \* درج شده است، فیلدهای کلیدی هستند.

در هر محیط عملیاتی موجودیت‌ها با یکدیگر مرتبط هستند. در طراحی و تحلیل بانک‌های اطلاعاتی، وجود این ارتباط و بررسی ماهیت آن، یکی از مراحل اصلی کار است. در محیط عملیاتی مدرسه، هر دانش‌آموز در سال تحصیلی در چند درس ثبت نام می‌کند. به کلمات «هر» و «چند» در ابتدای موجودیت‌های دانش‌آموز و درس دقت کنید، وجود این کلمات به این معناست که یک دانش‌آموز چند درس را انتخاب کرده است. ماهیت ارتباط دانش‌آموز-درس، «یک به چند» است.

## ۲-۲ انواع ماهیت ارتباط

با توجه به توضیحات بخش محیط عملیاتی، به تناظر بین تعداد موجودیت‌ها، ماهیت ارتباط گفته می‌شود و این تناظر می‌تواند انواع زیر را داشته باشد:

- ارتباط یک به یک (۱:۱)
- ارتباط یک به چند (۱:N)
- ارتباط چند به چند (N:N)

اگر در محیط عملیاتی مدرسه موجودیت‌های مدرسه و مدیر را نیز در نظر داشته باشیم، در ارتباط یک به یک، یک نمونه از موجودیت اول با یک نمونه از موجودیت دوم ارتباط دارد، به عنوان مثال هر مدرسه یک مدیر دارد.

در ارتباط یک به چند، یک نمونه از موجودیت اول با چند نمونه از موجودیت دوم ارتباط دارد و در مقابل هر نمونه از موجودیت دوم با یک نمونه از موجودیت اول ارتباط دارد، به عنوان مثال یک مدرسه چند معلم دارد و هر معلم در یک مدرسه تدریس می‌کند.

در ارتباط چند به چند، یک نمونه از موجودیت اول با چند نمونه از موجودیت دوم ارتباط دارد و همچنین یک نمونه از موجودیت دوم با چند نمونه از موجودیت اول مرتبط است. مثال: در محیط عملیاتی مدرسه با در نظر گرفتن موجودیت‌های درس، معلم و دانش‌آموز، ماهیت‌های ارتباط و تناظر بین موجودیت‌ها به صورت زیر خواهد بود:

**۱ - درس - معلم:** هر معلم چند درس ارائه می‌دهد و هر درس توسط یک معلم ارائه می‌شود لذا نوع ارتباط بین درس و معلم یک به چند خواهد بود.

**۲ - درس - دانش‌آموز:** هر دانش‌آموز در هر دوره تحصیلی چند درس را انتخاب می‌کند و یک درس توسط چند دانش‌آموز اخذ می‌شود. لذا نوع ارتباط بین درس - دانش‌آموز چند به چند است.



تمرین:

نوع ارتباط معلم - دانش‌آموز را از لحاظ ماهیت ارتباط بررسی کنید.

### ۱-۲-۲ تأثیر ماهیت ارتباط بر بانک اطلاعات

ماهیت ارتباط بین موجودیت‌ها می‌تواند در طراحی جدول‌ها تأثیرگذار باشد و حتی ممکن است لازم شود، در انتخاب و طراحی جدول‌ها یک بازبینی کلی انجام شود. برای ایجاد ساختار نهایی جدول‌های بانک اطلاعاتی باید نکات زیر را در نظر گرفت:

۱ - در ارتباط‌های ۱:۱ جدول‌ها در هم ادغام می‌شوند.

۲ - در ارتباط‌های ۱:N:۱ فیلد اصلی طرف ۱ به عنوان کلید خارجی به جدول طرف N افزوده می‌شود.

۳ - در ارتباط‌های N:N یک جدول جدید ساخته می‌شود، طوری که شامل کلیدهای هر دو طرف باشد.

### ۳-۲ محیط عملیاتی تولیدکنندگان قطعات صنعتی

به منظور ارائه مثال بیشتر، یک محیط عملیاتی جدید را در نظر می‌گیریم. مثلاً محیط عملیاتی تولیدکنندگان قطعات صنعتی در شهرهای مختلف. این محیط عملیاتی دارای دو

موجودیت اصلی «قطعه» و «تولیدکننده» است.

برای هر کدام از موجودیت‌ها می‌توان صفات (فیلدهای) زیر را در نظر گرفت:  
**موجودیت قطعه (جدول S)**

- ۱ - شماره قطعه (S#) \*
- ۲ - نام قطعه (Sname)
- ۳ - تعداد (Status)
- ۴ - شهر (City)

**موجودیت تولیدکننده (جدول P)**

- ۱ - شماره تولیدکننده (P#) \*
- ۲ - نام تولیدکننده (Pname)
- ۳ - رنگ (Color)
- ۴ - وزن (Weight)
- ۵ - شهر (City)

هر قطعه ممکن است توسط چند تولیدکننده تولید شود و همچنین هر تولیدکننده، چند قطعه تولید می‌کند، در نتیجه ماهیت ارتباط این دو موجودیت چند به چند است. همان‌طور که پیش از این اشاره شد، در ارتباط‌های چند به چند، باید یک جدول جدید ساخته شود که فیلدهای آن حداقل باید شامل فیلدهای کلید اصلی دو جدول اولیه باشند. در نتیجه یک جدول جدید شامل دو موجودیت شماره قطعه و شماره تولیدکننده خواهیم داشت:

**جدول (SP)**

- ۱ - شماره قطعه (S#)

- ۲ - شماره تولیدکننده (P#)

در این محیط عملیاتی تعداد قطعه تولید شده نیز می‌تواند به جدول SP افزوده شود. (Qty) با توجه به توضیحات فوق سه جدول مربوط به این محیط عملیاتی به این صورت ترسیم می‌شوند:

**جدول تولیدکننده (P)**

جدول ۵-۲

شماره تولیدکننده (P#)	نام تولیدکننده (Sname)	تعداد خط تولید (Status)	شهر (City)
-----------------------	------------------------	-------------------------	------------

جدول قطعه (S)

جدول ۲-۶

شماره قطعه (S#)	نام قطعه (Sname)	رنگ (Color)	وزن (Weight)	شهر (City)
-----------------	------------------	-------------	--------------	------------

جدول تولیدکننده - قطعه (SP)

جدول ۲-۷

شماره قطعه (S#)	شماره تولیدکننده (P #)	تعداد قطعه تولید شده (Qty)
-----------------	------------------------	----------------------------

جداول فوق را با داده‌های نمونه زیر در نظر می‌گیریم:

جدول ۲-۸ تولیدکننده

P	P#	Pname	Status	City
	P1	احمدی	۲۰	تهران
	P2	رضایی	۱۰	کرمانشاه
	P3	سلیمی	۳۰	کرمانشاه
	P4	مهدوی	۲۰	تهران
	P5	میثمی	۳۰	شیراز

جدول ۲-۹ قطعه

S	S#	Sname	Color	Weight	City
	S1	پیچ	قرمز	۱۲	تهران
	S2	شیر	سبز	۱۷	کرمانشاه
	S3	لوله	آبی	۱۷	بوشهر
	S4	لوله	قرمز	۱۴	تهران
	S5	پیچ گوشتی	آبی	۱۲	کرمانشاه
	S6	فازمتر	قرمز	۱۹	تهران

جدول ۲-۱۰ تولیدکننده - قطعه

S P	S#	P#	Qty
	S1	P1	۳۰۰
	S1	P2	۲۰۰
	S1	P3	۴۰۰
	S1	P4	۲۰۰
	S1	P5	۱۰۰
	S1	P6	۱۰۰
	S2	P1	۳۰۰
	S2	P2	۴۰۰
	S3	P2	۲۰۰
	S4	P2	۲۰۰
	S4	P4	۳۰۰
	S4	P5	۴۰۰

برای این که با مفهوم جدول SP بیشتر آشنا شوید، سطر اول را در نظر بگیرید، مفهوم سطر اول این است که:

قطعه S1 به میزان ۳۰۰ عدد توسط تولیدکننده P1، تولید شده است، یا این که تولیدکننده P1 از قطعه S1 به میزان ۳۰۰ عدد تولید کرده است.



تمرین:

مفهوم سطرهای دوم و آخر را بیان کنید.

## ۴-۲ فرمال سازی بانک های اطلاعاتی

در محیط عملیاتی تولیدکنندگان قطعات صنعتی سه جدول S، P و SP وجود دارد، کاملاً مشخص است که در جدول های فوق فیلدهای مربوط به هر کدام، کاملاً ضروری هستند و به درستی انتخاب شده اند.

جدول ۲-۱۱

S#	City	P#	Qty
S1	تهران	P1	۳۰۰
S1	تهران	P2	۲۰۰
S1	تهران	P3	۴۰۰
S1	تهران	P4	۲۰۰
S1	تهران	P5	۱۰۰
S1	تهران	P6	۱۰۰
S2	کرمانشاه	P1	۳۰۰
S2	کرمانشاه	P2	۴۰۰
S3	کرمانشاه	P2	۲۰۰
S4	تهران	P2	۲۰۰
S4	تهران	P4	۳۰۰
S4	تهران	P5	۴۰۰

فرض کنید، به جای جدول SP در بانک اطلاعاتی، جدول SCP را با چهار فیلد S#، City، P# و Qty طراحی کرده باشیم، در این صورت مقادیر نمونه ای جدول به این صورت خواهد بود:

با دقت در جدول ۲-۱۱ مشاهده می شود که داده های موجود در فیلد City کاملاً تکراری هستند و از طریق جدول های P و S نیز قابل دسترسی هستند، به این عمل تکراری بودن داده ها که موجب اشغال فضای بیشتر در پایگاه داده ها و جدول ها می شود، عمل افزونگی داده ها گفته می شود.

برای طراحی یک پایگاه داده استاندارد

باید دقت کرد که عمل افزونگی داده‌ها اتفاق نیفتد.

در طراحی یک بانک اطلاعاتی پس از تحلیل و بررسی موجودیت‌ها و در نظر گرفتن صفات هر کدام از آن‌ها لازم است جداول به شکل نرمال دربیایند، نرمال‌سازی (Normalization)، فرایندی است در رابطه با بانک‌های اطلاعاتی که با دو هدف عمده زیر انجام می‌شود:

**کاهش افزونگی اطلاعات:** به این معنی که اطلاعات فقط در یک مکان (جدول) ذخیره شوند نه این‌که چند بار در جداول‌های مختلف تکرار شوند و در تمام بانک با استفاده از روابط (Relationship) تعریف شده قابل دسترسی باشند.

**حفظ یکپارچگی اطلاعات:** به این معنی که اعمال تغییرات روی اطلاعات (نظیر ایجاد، بهنگام‌سازی و حذف) در یک مکان انجام شود و به دنبال آن آثار تغییرات در تمام بانک مشاهده گردد. برای روشن شدن مفهوم یکپارچگی به مثال زیر توجه نمایید: فرض کنید یک بانک اطلاعاتی دارای دو موجودیت کتاب و نویسنده باشد. هر یک از موجودیت‌های فوق دارای صفات‌های (Attribute) مختص به خود می‌باشند. به عنوان نمونه موجودیت «کتاب» دارای صفت «نام نویسنده» و موجودیت «نویسنده» دارای صفات‌های متعددی نظیر «نام نویسنده»، «آدرس نویسنده» و ... باشد. در صورتی که در موجودیت «کتاب» یک رکورد ایجاد نماییم بدون این‌که نام نویسنده آن را در موجودیت «نویسنده» ایجاد کرده باشیم، مسلماً یک ناهنجاری به وجود خواهد آمد.

با توجه به اهداف فوق می‌توان گفت که فرایند نرمال‌سازی از ناهنجاری‌های به وجود آمده به دلیل بروز تغییرات در بانک اطلاعاتی جلوگیری خواهد نمود. با اعمال فرایند نرمال‌سازی، یک بانک اطلاعاتی کارا و مطمئن خواهیم داشت. فرایند نرمال‌سازی، فرم‌های متفاوتی دارد که انواع متداول آن به شرح ذیل می‌باشند:

- فرم اول نرمال (NF۱)
- فرم دوم نرمال (NF۲)
- فرم سوم نرمال (NF۳)

## ۱-۴-۲ فرم اول نرمال (NF۱)

موجودیت یا جدولی در فرم نرمال اول است که هیچ کدام از فیلدهای آن قابل تقسیم نباشد،

به عنوان مثال در محیط عملیاتی مدرسه موجودیت دانش‌آموز را در نظر بگیرید، چنانچه جدول مربوط به آن را به صورت زیر طراحی کرده باشید:

جدول ۱۲-۲

نام و نام خانوادگی	نام پدر	تاریخ تولد	محل تولد	معدل
--------------------	---------	------------	----------	------

حال جدول فوق با مقادیر نمونه‌ای به صورت زیر خواهد بود:

جدول ۱۳-۲

نام و نام خانوادگی	نام پدر	تاریخ تولد	محل تولد	معدل
مینا رضایی	احمد	۷۵/۳/۱	تهران	۱۹/۳۰
مریم توکلی	محمد رضا	۷۴/۷/۲	تهران	۱۹/۰۲
سارا بهرامی	مهدی	۷۵/۶/۳	مشهد	۱۸/۲۵
زهره ساداتی	محمد سعید	۷۴/۱۲/۵	کرمانشاه	۱۸/۱۷
فاطمه خدابخشی	علی اکبر	۷۵/۶/۶	تهران	۱۹/۳۵

مقادیر فیلد اول جدول قابل تجزیه هستند به این معنا که اگر هر کدام از اسامی نام و نام خانوادگی را تقسیم کنیم، آنگاه دو بخش اطلاعاتی معنادار خواهیم داشت، به عنوان نمونه در رکورد اول، فیلد اول دارای مقدار «مینا رضایی» است، می‌توان در این فیلد دو مقدار «مینا» و «رضایی» را استخراج نمود طوری که هر کدام از این اطلاعات معنادار باشند (جزء اول نام و جزء دوم، نام خانوادگی رکورد اول است). در این حالت می‌توان گفت که جدول در فرم نرمال اول نیست، زیرا مقادیر فیلدها قابل تجزیه هستند.

**سؤال:** فیلد تاریخ تولد نیز به اجزای روز، ماه و سال قابل تجزیه است، آیا در این حالت نیز می‌توان گفت جدول در حالت نرمال نوع اول قرار ندارد؟

**پاسخ:** اصطلاح معنادار وابسته به نوع محیط عملیاتی است، در محیط عملیاتی مدرسه، فیلد تاریخ به عنوان یک فیلد مجزا و غیر قابل تجزیه در نظر گرفته می‌شود. همین مسأله را می‌توان در فیلد شماره تلفن نیز بررسی کرد، هر شماره تلفن از ترکیب چند عدد در کنار هم تشکیل شده است، اگر اعداد را تجزیه کنیم، معنایی در محیط عملیاتی نخواهند داشت. در نتیجه در جدول ۱۳-۲ فقط فیلد اول قابل تجزیه است.

## ۲-۴-۲ فرم دوم نرمال (۲ NF)

برای روشن شدن مفهوم فرم نرمال باید مفهوم وابستگی تابعی را بشناسید، مفهوم وابستگی تابعی در بانک‌های اطلاعاتی مشابه مفهوم تابع در ریاضی است.

**مفهوم تابع در ریاضی:** در یک رابطه با نام  $R$ ، متغیر  $X$  با  $Y$  وابستگی تابعی دارد، اگر به ازای هر مقدار  $X$  فقط و فقط یک مقدار  $Y$  وجود داشته باشد، در این صورت وابستگی تابعی  $X$  و  $Y$  به صورت  $X \rightarrow Y$  شان داده می‌شود.


جدول ۱۴-۲

X	Y	Z
x1	y1	z1
x2	y2	z3
x1	y1	z2
x3	y2	z2
x4	y3	z3

رابطه  $R$  را مطابق جدول ۱۴-۲ برای سه متغیر  $X$

و  $Y$  و  $Z$  در نظر بگیرید:

در رابطه  $R$ ، می‌خواهیم وابستگی تابعی  $X \rightarrow Y$  و  $Y \rightarrow Z$  را بررسی کنیم:  
وابستگی تابعی  $X \rightarrow Y$  برقرار است، زیرا به ازای مقادیر یکسان از  $x1$ ، مقادیر یکسانی در  $y1$  وجود دارد، به عنوان مثال ستون  $X$  را در نظر بگیرید، این ستون دارای دو مقدار تکراری  $x1$  است، که هر دو مقدار آن با  $y1$  از ستون  $Y$  متناظر است، در نتیجه به دلیل مساوی بودن طرف دوم رابطه، وابستگی تابعی  $X \rightarrow Y$  برقرار است.  
وابستگی تابعی  $Y \rightarrow Z$  برقرار نیست، ستون  $Y$  دارای دو مقدار تکراری  $y1$  و  $y2$  است، مقدار  $y1$  متناظر با  $z1$  و  $z2$  در ستون  $Z$  است، لذا به دلیل عدم تساوی این دو مقدار می‌توان گفت وابستگی تابعی  $Y \rightarrow Z$  برقرار نیست.

**نکته**  برای بررسی برقراری وابستگی تابعی، حتی اگر یک نمونه یافت شود که وابستگی تابعی را نقض می‌کند، باید گفت که وابستگی تابعی برقرار نیست.

با توجه به مفهوم وابستگی تابعی می‌توان مفهوم فرم دوم نرمال را بررسی کرد:  
موجودیتی در فرم دوم نرمال است که اولاً در فرم نرمال اول باشد، ثانیاً تمام فیلدهای آن وابستگی تابعی را با کلید اصلی نقض نکنند.



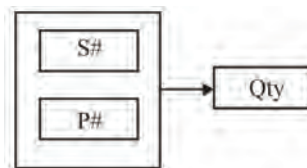
**نکته** اگر جدول دارای یک فیلد کلید ساده باشد، به دلیل ویژگی‌های فیلد کلید می‌توان گفت که جدول در فرم دوم نرمال قرار دارد، اما اگر یک جدول دارای فیلد کلید اصلی مرکب باشد، به این سادگی نمی‌توان نتیجه گرفت که جدول در حالت فرم دوم نرمال قرار دارد یا خیر.

جدول‌های مربوط به محیط عملیاتی تولیدکنندگان قطعات را در نظر بگیرید (جدول‌های ۸-۲، ۹-۲ و ۱۰-۲).

در جدول‌های S و P به دلیل نرمال نوع اول بودن و وجود کلید اصلی ساده می‌توان به راحتی نتیجه گرفت که رابطه مربوط به آن‌ها در حالت نرمال دوم قرار دارد.

اما در جدول SP، کلید اصلی شامل ترکیبی از فیلدهای S# و P# است، در نتیجه برای بررسی این‌که آیا در حالت نرمال دوم قرار دارد یا خیر، باید آن را از نظر وابستگی تابعی بررسی کرد.

نمودار وابستگی تابعی مربوط به جدول SP را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



شکل ۴-۲

همان‌طور که می‌دانید جدول SP از روی جداول S و P استخراج شده است، با دقت در جدول SP (جدول ۱۰-۲) می‌بینیم که اجزای کلید اصلی (S# و P#) به‌طور مجزا با Qty وابستگی تابعی ندارند و وابستگی تابعی فقط توسط ترکیب S# و P# وجود دارد، لذا می‌توان گفت که رابطه جدول SP نیز در حالت نرمال دوم NF قرار دارد.

مثال: فرض کنید در محیط عملیاتی تولیدکنندگان قطعات جدول ۱۵-۲ را به جای

SP در نظر گرفته‌ایم:

جدول ۱۵-۲

S#	Status	City	P#	Qty
S1	۲۰	تهران	P1	۳۰۰
S1	۲۰	تهران	P2	۲۰۰
S1	۲۰	تهران	P3	۴۰۰
S1	۲۰	تهران	P4	۲۰۰
S1	۲۰	تهران	P5	۱۰۰
S1	۲۰	تهران	P6	۱۰۰
S2	۱۰	کرمانشاه	P1	۳۰۰
S2	۱۰	کرمانشاه	P2	۴۰۰
S3	۱۰	کرمانشاه	P2	۲۰۰
S4	۲۰	تهران	P2	۲۰۰
S4	۲۰	تهران	P4	۳۰۰
S4	۲۰	تهران	P5	۴۰۰

این جدول در فرم نرمال اول قرار دارد اما در فرم نرمال نوع دوم قرار ندارد. اگر فیلدهای P# و S# را به عنوان کلید اصلی مرکب در نظر بگیریم، بخش‌هایی از کلید اصلی با سایر فیلدها وابستگی تابعی دارد. S# به تنهایی با City وابستگی تابعی دارد که این امر با تعریف فرم دوم نرمال در تناقض است و نباید اجزای کلید اصلی در یک رابطه با سایر فیلدها وابستگی تابعی داشته باشد.

### ۳-۴-۲ فرم سوم نرمال (3NF)

موجودیت یا جدولی در فرم سوم نرمال است که اولاً در فرم دوم نرمال بوده، ثانیاً تمام صفات‌های غیرکلید آن وابستگی تابعی فقط به کلید اصلی داشته باشند نه به یک صفت غیرکلید، یا به عبارت دیگر صفات غیرکلید وابستگی تابعی با واسطه با کلید اصلی نداشته باشند به عنوان نمونه فرض کنید در محیط عملیاتی تولیدکنندگان قطعات، این جدول‌ها را در نظر گرفته‌ایم:

جدول ۲-۱۶

S C	S#	City
	S1	تهران
	S2	کرمانشاه
	S3	کرمانشاه
	S4	تهران
	S5	بوشهر

جدول ۲-۱۷

C S	City	Status
	بوشهر	۳۰
	تهران	۲۰
	کرمانشاه	۱۰
	شیراز	۵۰

در این دو جدول می‌توان نمودار وابستگی تابعی را به صورت زیر ترسیم کرد:

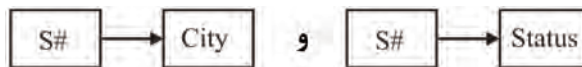


شکل ۲-۵

به دلیل وجود واسطه در وابستگی تابعی، جدول‌های ۲-۱۶ و ۲-۱۷ در فرم سوم نرمال نیستند.

(در این جدول‌ها کلید S# با City وابستگی تابعی دارد و City نیز با Status وابستگی تابعی دارد).

برای حذف این وابستگی تابعی می‌توان فیلد واسطه را در وابستگی تابعی حذف کرد:



شکل ۲-۶

در این صورت وابستگی تابعی با واسطه حذف شده است، بنابراین رابطه در حالت سوم نرمال قرار دارد.

## واژه‌نامه

Attribute	صفت
Entity	موجودیت
Hierarchical	سلسله مراتبی
Network	شبکه
Normalization	نرمال‌سازی
Producer	تولیدکننده
Relational	رابطه‌ای

## خلاصه مطالب

- پایگاه داده مجموعه‌ای سازمان‌یافته از اطلاعات است که می‌تواند به صورت رکوردهای ذخیره شده در جداول باشد و با یک روش اصولی و از طریق فرم‌ها، گزارش‌ها و ... می‌تواند به درخواست‌های کاربران پاسخ دهد.
- مدل‌های پایگاه داده طرح و الگوی کاری برای کاربران پایگاه داده‌ها را در سطح منطقی مشخص می‌کند.
- مدل سلسله مراتبی توسط گراف پیاده‌سازی می‌شود که ارتباط بین گره‌ها از بالا به پایین صورت می‌گیرد و مسیری از گره‌های پایین‌تر به گره‌های بالاتر وجود ندارد.
- مدل شبکه‌ای شباهت زیادی به سلسله مراتبی دارد، اما به دلیل وجود ارتباط از پایین به بالا پیاده‌سازی آن راحت‌تر است.
- مدل رابطه‌ای یکی از بهترین و سریع‌ترین مدل‌های پایگاه داده است و اطلاعات در قالب جداول‌های مجزا مشخص می‌شوند.
- مدل رابطه‌ای بهترین مدل پیاده‌سازی سیستم‌های بانک‌های اطلاعاتی است. در این مدل پایگاه داده از دید کاربران شامل یک مجموعه جدول است که هر جدول دارای سطرها و ستون‌هایی است.
- تعیین ماهیت ارتباط در مدل رابطه‌ای یکی از مهم‌ترین مراحل طراحی بانک اطلاعاتی است و پس از تحلیل موجودیت‌ها و بررسی ماهیت ارتباط آن‌ها، باید رابطه‌ها را به صورت

جدول پیاده‌سازی کرد.

- پس از تهیه جدول‌های بانک اطلاعاتی به منظور بهینه‌سازی جداول، کاهش افزونگی اطلاعات و حفظ یکپارچگی اطلاعات باید آن‌ها را نرمال‌سازی کرد.
- نرمال‌سازی مدل‌های مختلفی دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:
  - فرم نرمال اول
  - فرم نرمال دوم
  - فرم نرمال سوم

## آزمون نظری

- ۱ - به مجموعه‌ای سازمان‌یافته از اطلاعات ..... گفته می‌شود.  
الف - پایگاه داده    ب - جدول    ج - رکورد    د - فیلد
- ۲ - پیاده‌سازی کدام یک از مدل‌های پایگاه داده زیر مشکل‌تر از سایر مدل‌هاست؟  
الف - شبکه‌ای    ب - رابطه‌ای    ج - شیء‌گرا    د - سلسله‌مراتبی
- ۳ - مجموعه‌ها و رکوردها در کدام مدل بررسی می‌شود؟  
الف - شبکه‌ای    ب - رابطه‌ای    ج - شیء‌گرا    د - سلسله‌مراتبی
- ۴ - در سیستم عملیاتی مدرسه موجودیت‌های دانش‌آموز - درس چه نوع رابطه‌ای با هم دارند؟  
الف - یک به یک    ب - یک به چند  
ج - چند به چند    د - این دو موجودیت به‌طور مستقیم رابطه‌ای ندارند.
- ۵ - کدام یک از گزینه‌های زیر از اهداف نرمال‌سازی بانک اطلاعاتی است؟  
الف - کاهش افزونگی و حفظ یکپارچگی اطلاعات  
ب - افزایش افزونگی و افزایش یکپارچگی اطلاعات  
ج - کاهش تعداد جدول‌های بانک اطلاعاتی و حفظ یکپارچگی  
د - افزایش تعداد رابطه‌های بانک اطلاعاتی و افزایش یکپارچگی
- ۶ - اگر تمام صفت‌های غیرکلیدی یک موجودیت به تمام کلید اصلی وابستگی تابعی داشته باشند و همچنین تمام صفت‌های آن یکتا باشد، این موجودیت در کدام نرمال است؟  
الف - فرم نرمال اول    ب - فرم نرمال دوم  
ج - فرم نرمال سوم    د - هیچ‌کدام