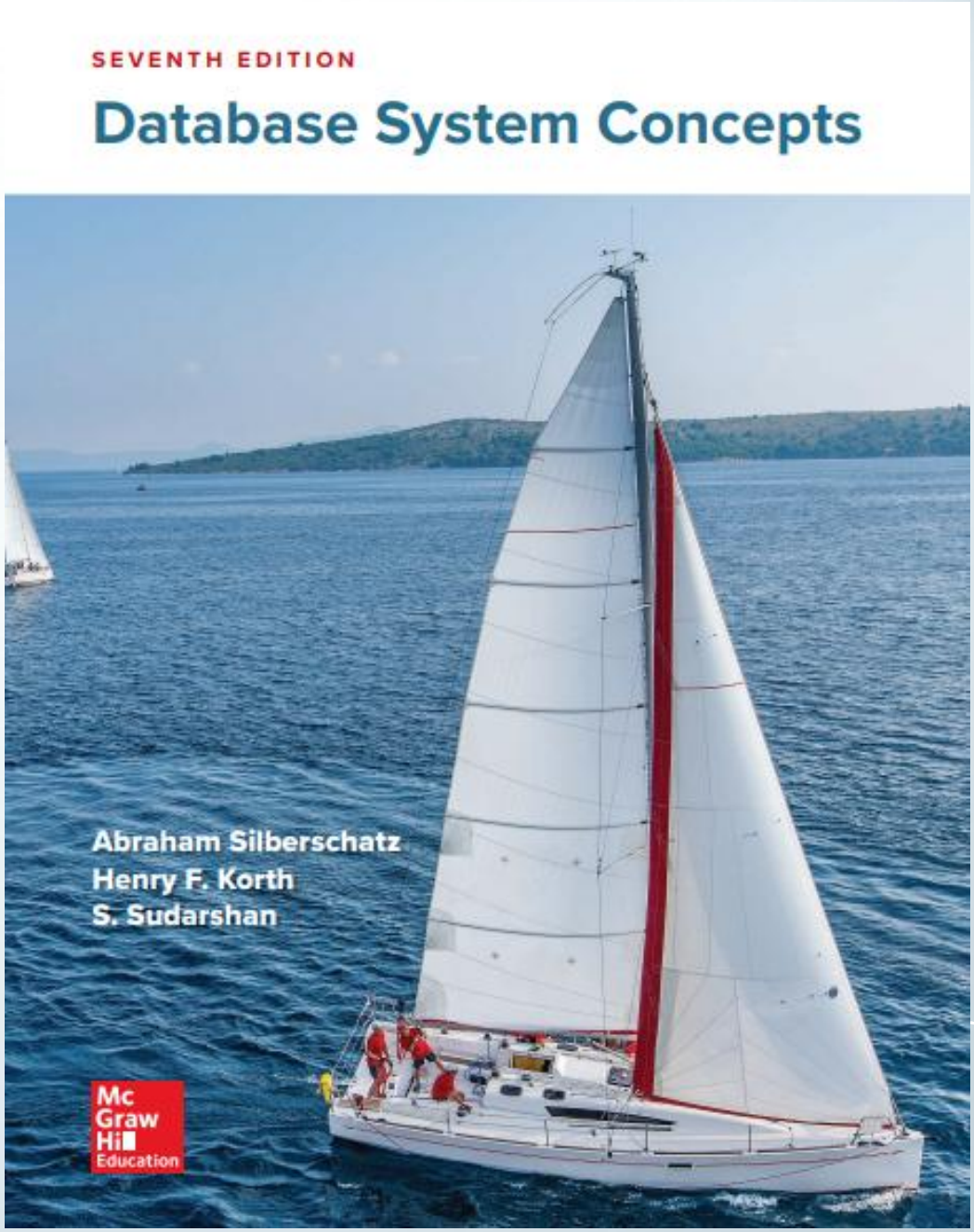
اصول طراحی پایگاه داده

By Dr. Taghinezhad

Mail:
a0taghinezhad@gmail.com



Chapter 3: Introduction to SQL

Database System Concepts, 7th Ed.

Outline

- مروری بر زبان پرس‌وجوی SQL
- تعریف داده در SQL (SQL Data Definition)
- ساختار پایه‌ای پرس‌وجوها در SQL
- عملیات پایه اضافی
- عملیات مجموعه‌ای
- مقادیر NULL
- توابع تجمعی (Aggregate Functions)
- پرس‌وجوهای تودرتو (Nested Subqueries)
- تغییر در پایگاه داده

تاریخچه

- زبان IBM Sequelبه عنوان بخشی از پروژه System R در آزمایشگاه تحقیقاتی IBM San Jose توسعه یافت.
- این زبان به Structured Query Language (SQL) تغییر نام داد.
- استاندارد ANSIو ISO برای SQL :
  - SQL-86
  - SQL-89
  - SQL-92
  - SQL1999 : (نام زبان با Y2Kسازگار شد.)
  - SQL:2003
- سیستم‌های تجاری بیشتر ویژگی‌های SQL-92را ارائه می‌دهند، به‌علاوه مجموعه‌ای از ویژگی‌های متنوع از استانداردهای جدیدتر و قابلیت‌های اختصاصی خاص.
  - ممکن است همه مثال‌ها در سیستم شما کار نکنند.

بخش‌های SQL

- DML(Data Manipulation Language) : توانایی پرس‌وجوی اطلاعات از پایگاه داده و درج، حذف، و اصلاح رکوردها در پایگاه داده را فراهم می‌کند.
- یکپارچگی (integrity): زبان تعریف داده (DDL) شامل دستورات مشخص کردن محدودیت‌های یکپارچگی است.
- تعریف نما (View Definition): DDL شامل دستوراتی برای ایجاد و تعریف نماها (Views)می‌باشد.
- کنترل تراکنش (Transaction Control):شامل دستوراتی برای مشخص کردن آغاز و پایان تراکنش‌ها است.
- **SQLتوکار (Embedded SQL) و SQLپویا (Dynamic SQL):** نحوه‌ی جاسازی دستورات SQLدر زبان‌های برنامه‌نویسی عمومی را تعریف می‌کند.
- **احراز هویت و مجوزها (Authorization):** شامل دستوراتی برای تعیین حقوق دسترسی کاربران به جداول و نماها می‌باشد.

زبان تعریف داده(Data Definition Language)

زبان تعریف داده در SQL (SQL Data-Definition Language - DDL) امکان تعیین و مشخص‌سازی اطلاعات مربوط به روابط (Relations) را فراهم می‌سازد، از جمله:

- **طرح (Schema)** برای هر رابطه.
- **نوع مقادیر (Data Type)**مرتبط با هر ویژگی (Attribute).
- **محدودیت‌های یکپارچگی (Integrity Constraints).**
- **مجموعه‌ای از شاخص‌ها (Indices)** که باید برای هر رابطه نگهداری شوند.
- **اطلاعات امنیتی و مجوزهای دسترسی (Security and Authorization Information)**برای هر رابطه.
- **ساختار فیزیکی ذخیره‌سازی (Physical Storage Structure)** هر رابطه بر روی دیسک.

انواع دامنه در SQL

- **char(n)** : رشته‌ی متنی با طول ثابت که طول آن توسط کاربر تعیین می‌شود(n).
- **varchar(n)** : رشته‌ی متنی با طول متغیر که دارای **حداکثر طول n** است (توسط کاربر مشخص می‌شود).
- **int** : عدد صحیح (Integer) زیرمجموعه‌ای محدود از اعداد صحیح که به سخت‌افزار (ماشین) وابسته است.
- **Smallint** : عدد صحیح کوچک (Small Integer) زیرمجموعه‌ای از نوع داده‌ی عدد صحیح که به ماشین وابسته است.
- **numeric(p,d)** : عدد اعشاری با دقت ثابت؛ دارای pرقم در کل و dرقم در سمت راست ممیز. (مثال: numeric(3,1) امکان ذخیره‌ی مقدار ۴۴.۵ را به‌صورت دقیق دارد، اما ۴۴۴.۵ یا ۰.۳۲ را نمی‌توان دقیق ذخیره کرد.)
- **real, double precision** : عداد با ممیز شناور (Floating Point) و ممیز شناور با دقت دوبرابر (Double Precision)که دقت آن‌ها به ماشین وابسته است.
- **float(n)** : عدد با ممیز شناور که دارای دقت حداقل n رقم است (n توسط کاربر تعیین می‌شود).
- انواع داده‌ی بیشتر در فصل ۴ بررسی می‌شوند.

ساخت جدول

- در SQL، یک رابطه (Relation) با استفاده از دستور **CREATE TABLE** تعریف می‌شود:

create table *r*

(A_1 D_1, A_2 D_2, ..., A_n D_n,
(integrity-constraint$_1$),
...,
(integrity-constraint$_k$))

- *r* نام رابطه (جدول) است.
- هر A_i نام یک ویژگی در طرح رابطه r است.
- D_i نوع داده (Data Type) مربوط به مقادیر موجود در دامنه‌ی ویژگی Ai است.

مثال: چگونه می‌توان جدول Instructorرا در پایگاه داده ایجاد کرد؟

create table *instructor* (
ID **char**(5),
name **varchar**(20),
dept_name **varchar**(20),
salary **numeric**(8,2))

محدودیت‌های یکپارچگی (Integrity Constraints) در دستور CREATE TABLE

- انواع محدودیت‌های یکپارچگی:
  - **کلید اصلی:** **primary key** (A_1, ..., A_n)
  - **کلید خارجی:** **foreign key** (A_m, ..., A_n) **references** r
  - **غیر تهی**
- SQL از انجام هرگونه تغییر یا به‌روزرسانی که باعث نقض یک محدودیت یکپارچگی شود جلوگیری می‌کند.
- مثال :

```
create table instructor (
        ID              char(5),
        name            varchar(20) not null,
        dept_name       varchar(20),
        salary          numeric(8,2),
        primary key (ID),
        foreign key (dept_name) references department);
```

چند تعریف دیگر از ساخت جدول

- **create table** *student* (
  ID **varchar**(5),
  name **varchar**(20) not null,
  dept_name **varchar**(20),
  tot_cred **numeric**(3,0),
  primary key *(ID),*
  foreign key *(dept_name*) **references** *department*);

- **create table** *takes* (
  ID **varchar**(5),
  course_id **varchar**(8),
  sec_id **varchar**(8),
  semester **varchar**(6),
  year **numeric**(4,0),
  grade **varchar**(2),
  primary key *(ID, course_id, sec_id, semester, year)* ,
  foreign key (*ID*) **references** *student,*
  foreign key (*course_id, sec_id, semester, year*) **references** *section*);

ادامه

- **create table** *course* (
  course_id **varchar**(8),
  title **varchar(**50),
  dept_name **varchar**(20),
  credits **numeric**(2,0),
  primary key *(course_id),*
  foreign key *(dept_name*) **references** *department*);

Updates to tables

- **Insert** (اضافه کردن)
  - **insert into** *instructor* **values** ('10211', 'Smith', 'Biology', 66000);
- **Delete** (حذف)
  - حذف تمامی رکوردها از رابطه student
    - **delete from** *student*
- **Drop Table** (حذف جدول)
  - **drop table** *r*
- **Alter** (تغییر دادن جدول)
  - **alter table** *r* **add** *A D*
    - که در آن A نام ویژگی جدید و D دامنه‌ی آن است.
    - تمام تاپل‌های موجود در رابطه، مقدار null برای ویژگی جدید دریافت می‌کنند.
  - **alter table** *r* **drop** *A*
    - که در آن A نام ویژگی مورد نظر از رابطه‌ی r است.
    - حذف ویژگی در بسیاری از پایگاه‌های داده پشتیبانی نمی‌شود.

ساختار پایه‌ای پرس‌وجو

- یک پرس‌وجوی معمولی در SQLبه شکل زیر است:

select $A_1, A_2, \ldots, A_n$
from $r_1, r_2, \ldots, r_m$
where P

  - Ai نماینده‌ی یک ویژگی (Attribute) است.
  - ri نماینده‌ی یک رابطه (Relation) است.
  - P یک شرط منطقی (Predicate) می‌باشد.
- نتیجه‌ی یک پرس‌وجوی SQL همیشه یک رابطه است.

عبارت select

- عبارت SELECT ویژگی‌هایی را که در نتیجه‌ی پرس‌وجو مورد نظر هستند مشخص می‌کند.
- این عبارت معادل عملیات نمایش در جبر رابطه‌ای است.
- مثال : یافتن نام تمام اساتید
-

select *name*
from *instructor*

- توجه: نام‌های SQL حساس به حروف کوچک و بزرگ نیستند، یعنی می‌توان از حروف بزرگ یا کوچک استفاده کرد.
  - *Name* ≡ *NAME* ≡ *name*
  - برخی افراد برای نمایش نام‌ها به سبک Bold از حروف بزرگ استفاده می‌کنند.

عبارت select (ادامه)

- SQL اجازه می‌دهد که **مقادیر تکراری** هم در روابط و هم در نتایج پرس‌وجو وجود داشته باشند.
- برای **حذف مقادیر تکراری**، می‌توان از کلمه کلیدی **DISTINCT** پس از SELECT استفاده کرد.
- مثال: یافتن نام دپارتمان تمام اساتید و حذف مقادیر تکراری

```
select distinct dept_name
from instructor
```

- کلمه کلیدی ALL مشخص می‌کند که مقادیر تکراری حذف نشوند:

```
select all dept_name
from instructor
```

dept_name
Comp. Sci.
Finance
Music
Physics
History
Physics
Comp. Sci.
History
Finance
Biology
Comp. Sci.
Elec. Eng.

عبارت select (ادامه)

- علامت ستاره (*) در عبارت SELECT به معنی «تمام ویژگی‌ها» است:

```
select *
from instructor
```

- یک ویژگی می‌تواند یک مقدار ثابت (Literal) باشد و نیازی به FROM نداشته باشد:

```
select '437'
```

  - نتیجه: یک جدول با یک ستون و یک سطر که مقدار آن "437" است.
  - می‌توان نام ستون را با استفاده از AS مشخص کرد:

```
select '437' as FOO
```

- یک ویژگی می‌تواند یک مقدار ثابت باشد و همراه با FROM استفاده شود:

```
select 'A'
from instructor
```

  - نتیجه: یک جدول با یک ستون و N سطر (تعداد تاپل‌ها در جدول (instructors)، هر سطر دارای مقدار "A" است.

عبارت select (ادامه)

- عبارت SELECT می‌تواند شامل عملیات حسابی مانند جمع (+)، تفریق (–)، ضرب (*) و تقسیم (/) باشد و بر روی مقادیر ثابت یا ویژگی‌های تاپل‌ها اعمال شود.

- سوال: چگونه می‌توان نتیجه‌ای مشابه جدول instructor داشته باشیم، اما مقدار ویژگی salary تقسیم بر ۱۲ شود.

عبارت select (ادامه)

- پرس‌وجو

select *ID, name, salary/12*
from *instructor*

این پرس‌وجو جدولی مشابه جدول instructor بازمی‌گرداند، با این تفاوت که مقدار ویژگی salary بر ۱۲ تقسیم شده است.

- می‌توان مقدار salary / 12را با استفاده از عبارت AS نام‌گذاری کرد:

select *ID, name, salary/12* **as** *monthly_salary*

عبارت where

- عبارت WHERE شرایطی را مشخص می‌کند که نتیجه‌ی پرس‌وجو باید آن‌ها را برآورده کند.
- این عبارت معادل گزاره‌ی انتخاب (Selection) در جبر رابطه‌ای است.
- برای یافتن تمام اساتید دپارتمان علوم کامپیوتر:

```
select name
  from instructor
    where dept_name = 'Comp. Sci.
```

- در SQL می‌توان از عملگرهای منطقی (and, or, not) استفاده کرد.
- عملوندهای این عملگرها می‌توانند شامل **عبارات مقایسه‌ای** باشند:
  - <، <=، >، >=، =، <>
- این مقایسه‌ها را می‌توان بر روی نتیجه‌ی عبارات حسابی نیز اعمال کرد.
- برای یافتن تمام اساتید دپارتمان علوم کامپیوتر با حقوق بیش از ۷۰۰۰۰:

```
select name
from instructor
where dept_name = 'Comp. Sci.' and salary > 70000
```

name
Katz
Brandt

عبارت from

- عبارت FROM فهرست رابطه‌هایی را مشخص می‌کند که در پرس‌وجو مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- این عبارت معادل عمل ضرب دکارتی (Cartesian Product) در جبر رابطه‌ای است.
- یافتن ضرب دکارتی بین جدول‌های instructor و teaches:

select *
from *instructor, teaches*

  - این پرس‌وجو تمام جفت‌های ممکن instructor–teachesرا تولید می‌کند و شامل تمام ویژگی‌ها از هر دو رابطه است.
  - اگر ویژگی‌های مشترکی مانند ID وجود داشته باشند، در نتیجه‌ی پرس‌وجو نام آن‌ها به شکل instructor.ID و teaches.ID نمایش داده می‌شود.

- عمل ضرب دکارتی به‌تنهایی معمولاً کاربرد چندانی ندارد، اما در ترکیب با عبارت WHEREبسیار مفید است و معادل عمل انتخاب (Selection) در جبر رابطه‌ای می‌باشد.

مثال‌ها

name	*course_id*
Srinivasan	CS-101
Srinivasan	CS-315
Srinivasan	CS-347
Wu	FIN-201
Mozart	MU-199
Einstein	PHY-101
El Said	HIS-351
Katz	CS-101
Katz	CS-319
Crick	BIO-101
Crick	BIO-301
Brandt	CS-190
Brandt	CS-190
Brandt	CS-319
Kim	EE-181

- برای یافتن نام تمام اساتیدی که حداقل یک درس را تدریس کرده‌اند، همراه با شناسه‌ی آن درس:

  - **select** *name, course_id*
    from *instructor , teaches*
    where *instructor.ID = teaches.ID*

- یافتن نام اساتید دپارتمان هنرکه درسی را تدریس کرده‌اند همراه شناسه‌ی درس

  - **select** *name, course_id*
    from *instructor , teaches*
    where *instructor.ID = teaches.ID*
    and *instructor. dept_name =* 'Art'

عملیات تغییر نام

- در SQL می‌توان رابطه‌ها و ویژگی‌ها را با استفاده از عبارت AS تغییر نام داد:
- *old-name* **as** *new-name*
- یافتن نام تمام اساتیدی که حقوق بیشتری از برخی اساتید دپارتمان علوم کامپیوتر دارند:
  - **select distinct** *T.name*
    from *instructor* **as** *T, instructor* **as** *S*
    where *T.salary > S.salary* **and** *S.dept_name = 'Comp. Sci.'*
- کلمه‌ی کلیدی AS اختیاری است و می‌توان آن را حذف کرد:
  instructor **as** *T* ≡ *instructor T*

مثال Self Join

- رابطه‌ی emp-super

person	*supervisor*
Bob	Alice
Mary	Susan
Alice	David
David	Mary

- یافتن سرپرست "Bob"
- یافتن سرپرستِ سرپرستِ "Bob"
- آیا می‌توان تمام سرپرستان مستقیم و غیرمستقیمِ "Bob" را یافت؟

عملیات رشته‌ای (String)

- SQLشامل یک عملگر تطبیق رشته‌ای برای مقایسه‌ی رشته‌های متنی است.عملگر like از الگوهایی با دو کاراکتر ویژه استفاده می‌کند:
- درصد (%) : با هر زیررشته‌ای مطابقت دارد.
- (_) : با هر کاراکتری مطابقت دارد.
- یافتن نام تمام اساتیدی که زیررشته‌ی "dar" در نام آن‌ها وجود دارد:

```
select name
from instructor
where name like '%dar%'
```

تطبیق رشته‌ی "۱۰۰٪"

```
like '100 \%'  escape  '\'
```

در مثال بالا، از نویسه‌ی \ به‌عنوان کاراکتر گریز استفاده شده است.

عملیات رشته‌ای (String) (ادامه)

- الگوها در SQL به حروف بزرگ و کوچک حساس هستند.
- نمونه‌هایی از تطبیق الگوها:
  - 'Intro%' : هر رشته‌ای که با Intro آغاز شود..
  - '%Comp%' : هر رشته‌ای که شامل Comp به‌عنوان زیررشته باشد.
  - '_ _ _' : هر رشته‌ای با دقیقاً سه کاراکتر.
  - '% _ _ _' : هر رشته‌ای با حداقل سه کاراکتر.
- SQL از مجموعه‌ای از عملیات رشته‌ای پشتیبانی می‌کند، مانند:
  - اتصال رشته‌ها ("||")
  - تبدیل حروف بزرگ به کوچک و برعکس
  - یافتن طول رشته، استخراج زیررشته‌ها و سایر توابع متنی.

مرتب‌سازی نمایش تاپل‌ها

- فهرست کردن نام تمام اساتید به ترتیب حروف الفبا:

select distinct *name*
from *instructor*
order by *name*

- می‌توان برای هر ویژگی ترتیب نزولی (desc)یا ترتیب صعودی (asc)مشخص کرد؛به‌صورت پیش‌فرض، ترتیب صعودی است.
  - مثال: **order by** *name* **desc**
- می‌توان بر اساس چند ویژگی مرتب کرد:
  - مثال: **order by** *dept_name, name*

عبارت WHERE و عملگرهای مقایسه‌ای

- SQL شامل عملگر مقایسه‌ای between است.
- مثال: یافتن نام تمام اساتیدی که حقوق آن‌ها بین ۹۰،۰۰۰ تا ۱۰۰،۰۰۰ دلار است (یعنی ≤ ۹۰،۰۰۰ و ≥ ۱۰۰،۰۰۰):

```
select name
from instructor
where salary between 90000 and 100000
```

- مقایسه‌ی تاپل‌ها

```
select name, course_id
from instructor, teaches
where (instructor.ID, dept_name) = (teaches.ID,
'Biology');
```

عملیات مجموعه‌ای

- یافتن درس‌هایی که در پاییز ۲۰۱۷ یا بهار ۲۰۱۸ برگزار شده‌اند:

```
(select course_id from section where sem = 'Fall' and year = 2017)
 union
 (select course_id from section where sem = 'Spring' and year = 2018)
```

- یافتن درس‌هایی که هم در پاییز ۲۰۱۷ و هم در بهار ۲۰۱۸ برگزار شده‌اند:

```
(select course_id from section where sem = 'Fall' and year = 2017)
        intersect
        (select course_id from section where sem = 'Spring' and year = 2018)
```

یافتن درس‌هایی که در پاییز ۲۰۱۷ برگزار شده‌اند اما در بهار ۲۰۱۸ برگزار نشده‌اند:

```
(select course_id from section where sem = 'Fall' and year = 2017)
  except
  (select course_id from section where sem = 'Spring' and year = 2018)
```

عملیات مجموعه‌ای (ادامه)

- عملیات مجموعه‌ای: UNION، INTERSECT و EXCEPT
  - هر یک از عملیات بالا به‌صورت پیش‌فرض مقادیر تکراری را حذف می‌کنند.
- برای حفظ تمام مقادیر تکراری می‌توان از نسخه‌های ALL استفاده کرد:
  - **union all**
  - **intersect all**
  - **except all**

مقادیر NULL

- ممکن است برخی تاپل‌ها دارای مقدار null برای برخی ویژگی‌هایشان باشند.
- null نشان‌دهنده‌ی **مقدار نامعلوم** یا **عدم وجود مقدار** است.
- نتیجه‌ی هر عبارت حسابی که شامل null باشد نیز null خواهد بود.
  - مثال : 5 + **null** returns **null**
- برای بررسی مقادیر nullمی‌توان از is null استفاده کرد.
  - مثال: یافتن تمام اساتیدی که حقوقشان برابر null است.

select *name*
from *instructor*
where *salary* **is null**

- عبارت is not null زمانی موفق است که مقدار مورد بررسی null نباشد.

مقادیر NULL (ادامه)

- SQLنتیجه‌ی هر مقایسه‌ای که شامل null باشد را به عنوان unknown در نظر می‌گیرد، به جز دو عبارت is null و is not null .
- مثال : **5 < null** or **null <> null** or **null = null**
- در عبارت WHERE می‌توان از عملیات منطقی AND ، OR، NOT استفاده کرد؛ بنابراین تعاریف این عملیات برای مقدار unknown به‌صورت زیر گسترش می‌یابد:

and : *(true* **and** *unknown) = unknown,*
(false **and** *unknown) = false,*
(unknown **and** *unknown) = unknown*
or: (*unknown* **or** *true*) = *true*,
(*unknown* **or** *false*) = *unknown*
(*unknown* **or** *unknown) = unknown*

- اگر نتیجه‌ی پیش‌شرط WHERE برابر unknown شود، SQL آن را false در نظر می‌گیرد و ردیف انتخاب نمی‌شود.

Aggregate Functions(توابع تجمیعی)

- این توابع روی مجموعه‌ای از مقادیر یک ستون در یک رابطه عمل می‌کنند و یک مقدار بازمی‌گردانند.

avg: مقدار متوسط

min: حداقل مقدار

max: حداکثر مقدار

sum: مجموع مقادیر

count: تعداد مقادیر

مثال توابع تجمیعی

- میانگین حقوق اساتید دپارتمان علوم کامپیوتر:

```
select avg (salary)
from instructor   where dept_name= 'Comp. Sci.';
```

- تعداد کل اساتیدی که در ترم بهار ۲۰۱۸ درسی را تدریس کرده‌اند:

```
select count (distinct ID)
from teaches
where semester = 'Spring' and year = 2018;
```

- تعداد تاپل‌ها در جدول course:

```
select count (*)
from course;
```

Group by – توابع تجمیعی

- میانگین حقوق اساتید در هر دپارتمان

select *dept_name*, **avg** (*salary*) **as** *avg_salary*
from *instructor*
group by *dept_name*;

ID	*name*	*dept_name*	*salary*
76766	Crick	Biology	72000
45565	Katz	Comp. Sci.	75000
10101	Srinivasan	Comp. Sci.	65000
83821	Brandt	Comp. Sci.	92000
98345	Kim	Elec. Eng.	80000
12121	Wu	Finance	90000
76543	Singh	Finance	80000
32343	El Said	History	60000
58583	Califieri	History	62000
15151	Mozart	Music	40000
33456	Gold	Physics	87000
22222	Einstein	Physics	95000

dept_name	*avg_salary*
Biology	72000
Comp. Sci.	77333
Elec. Eng.	80000
Finance	85000
History	61000
Music	40000
Physics	91000

توابع تجمیعی (ادامه)

- ویژگی‌هایی که در عبارت SELECT خارج از توابع تجمیعی استفاده می‌شوند، باید در فهرست GROUP BY قرار گیرند.

/*پرس‌وجوی نادرست */
select *dept_name*, *ID*, **avg** (*salary*)
from *instructor*
group by *dept_name*;

مثال

- مشخص کنید چند تهیه کننده P2را تهیه کرده اند؟

S

S#	Sname	City
s1	Fanavaran	Tehran
s2	Iran Segment	Tabriz
s3	Pooladin	Tabriz

P

P#	Color	Type	City
P1	Red	Iron	Tehran
P2	Green	Copper	Tabriz
P3	Blue	Brass	Shiraz
P4	Red	Iron	Tehran

SP

S#	P#	Qty
s1	P1	300
s2	P2	200
s3	P3	400
s2	P1	300
s2	P2	400
s3	P2	200

مثال

- مشخص کنید چند تهیه کننده P2را تهیه کرده اند؟
- Select count(*) from SP where p#='P2'

S

S#	Sname	City
s1	Fanavaran	Tehran
s2	Iran Segment	Tabriz
s3	Pooladin	Tabriz

P

P#	Color	Type	City
P1	Red	Iron	Tehran
P2	Green	Copper	Tabriz
P3	Blue	Brass	Shiraz
P4	Red	Iron	Tehran

SP

S#	P#	Qty
s1	P1	300
s2	P2	200
s3	P3	400
s2	P1	300
s2	P2	400
s3	P2	200

مثال

- کل مقدار تهیه شده از هر قطعه را در جدول جواب بدهد همراه با شماره قطعه

S

S#	Sname	City
s1	Fanavaran	Tehran
s2	Iran Segment	Tabriz
s3	Pooladin	Tabriz

P

P#	Color	Type	City
P1	Red	Iron	Tehran
P2	Green	Copper	Tabriz
P3	Blue	Brass	Shiraz
P4	Red	Iron	Tehran

SP

S#	P#	Qty
s1	P1	300
s2	P2	200
s3	P3	400
s2	P1	300
s2	P2	400
s3	P2	200

مثال

- کل مقدار تهیه شده از هر قطعه را در جدول جواب بدهد همراه با شماره قطعه
- Select P#, SUM(Qty) from SP Group By P#

S

S#	Sname	City
s1	Fanavaran	Tehran
s2	Iran Segment	Tabriz
s3	Pooladin	Tabriz

P

P#	Color	Type	City
P1	Red	Iron	Tehran
P2	Green	Copper	Tabriz
P3	Blue	Brass	Shiraz
P4	Red	Iron	Tehran

SP

S#	P#	Qty
s1	P1	300
s2	P2	200
s3	P3	400
s2	P1	300
s2	P2	400
s3	P2	200

مثال

- برای هر قطعه تهیه شده، شماره قطعه، کل تعداد و ماکزیمم تعداد تهیه شده از آن را بدون در نظر گرفتن S1 بدهد

S

S#	Sname	City
s1	Fanavaran	Tehran
s2	Iran Segment	Tabriz
s3	Pooladin	Tabriz

P

P#	Color	Type	City
P1	Red	Iron	Tehran
P2	Green	Copper	Tabriz
P3	Blue	Brass	Shiraz
P4	Red	Iron	Tehran

SP

S#	P#	Qty
s1	P1	300
s2	P2	200
s3	P3	400
s2	P1	300
s2	P2	400
s3	P2	200

مثال

- برای هر قطعه تهیه شده، شماره قطعه، کل تعداد و ماکزیمم تعداد تهیه شده از آن را بدون در نظر گرفتن S1 بدهد

```
Select P#, SUM(Qty),MAX(Qty)
From SP
Where S# !='S!'
Group By P#
```

S

S#	Sname	City
s1	Fanavaran	Tehran
s2	Iran Segment	Tabriz
s3	Pooladin	Tabriz

P

P#	Color	Type	City
P1	Red	Iron	Tehran
P2	Green	Copper	Tabriz
P3	Blue	Brass	Shiraz
P4	Red	Iron	Tehran

SP

S#	P#	Qty
s1	P1	300
s2	P2	200
s3	P3	400
s2	P1	300
s2	P2	400
s3	P2	200

توابع تجمیعی – عبارت Having

- یافتن نام و میانگین حقوق دپارتمان‌هایی که میانگین حقوق آن‌ها بیش از ۴۲۰۰۰ است:

```
select dept_name, avg (salary) as avg_salary
from instructor
group by dept_name
having avg (salary) > 42000;
```

- نکته:شرط‌های موجود در HAVING پس از تشکیل گروه‌ها اعمال می‌شوند، در حالی که شرط‌های WHERE پیش از تشکیل گروه‌ها اعمال می‌گردند.

زیرپرس‌وجوهای تو در تو (Nested Subqueries)

- SQL روشی برای تو در تو قرار دادن پرس‌وجوها (Subqueries) فراهم می‌کند.زیرپرس‌وجو عبارت SELECT–FROM–WHEREی است که درون یک پرس‌وجوی دیگر قرار می‌گیرد.
- شکل کلی پرس‌وجوی اصلی:

select A_1, A_2, ..., A_n
from r_1, r_2, ..., r_m
where P

پرس‌وجو را می‌توان در جاهای زیر استفاده کرد:

- **عبارت From**: هر ri میتواند با یک زیرپرس‌وجوی معتبر جایگزین شود.
- **عبارت Where**: عبارت P می‌تواند به شکل زیر باشد:

B <operation> (subquery)

که در آن B یک ویژگی و <operation> عملگری است که بعداً تعریف می‌شود.

- **عبارت Select**:

هر Ai می‌تواند یک زیرپرس‌وجو باشد که یک مقدار منفرد (single value) تولید می‌کند.

عضویت در مجموعه‌ها

select *id*
from r_1
where *id* **in** (r_2);

عضویت در مجموعه‌ها

- یافتن درس‌هایی که هم در ترم پاییز ۲۰۱۷ و هم در ترم بهار ۲۰۱۸ ارائه شده‌اند:

```
select distinct course_id
from section
where semester = 'Fall' and year= 2017 and
        course_id in (select course_id
                      from section
                      where semester = 'Spring' and year= 2018);
```

- یافتن درس‌هایی که در ترم پاییز ۲۰۱۷ ارائه شده‌اند اما در بهار ۲۰۱۸ ارائه نشده‌اند:

```
select distinct course_id
from section
where semester = 'Fall' and year= 2017 and
        course_id  not in (select course_id
                           from section
                           where semester = 'Spring' and year= 2018);
```

عضویت در مجموعه‌ها (ادامه)

- یافتن نام تمام اساتیدی که نام آن‌ها نه "Mozart" است و نه"Einstein" :

```
select distinct name from instructor
        where name not in ('Mozart', 'Einstein')
```

- یافتن تعداد کل (و متمایز) دانشجویانی که درس‌هایی را گذرانده‌اند که توسط استادی با شناسه ۱۰۱۰۱ تدریس شده‌اند:

```
select count (distinct ID)
from takes
where (course_id, sec_id, semester, year) in
                (select course_id, sec_id, semester, year
                 from teaches
                 where teaches.ID= 10101);
```

- نکته:پرس‌وجوی بالا را می‌توان به شکل ساده‌تری نوشت؛ این نسخه صرفاً برای نشان دادن ویژگی‌های مختلف SQL ارائه شده است.

مقایسه مجموعه‌ای

مقایسه مجموعه‌ای - عبارت "some"

- یافتن نام اساتیدی که حقوق آن‌ها از حقوق حداقل یکی از اساتید دپارتمان زیست‌شناسی بیشتر است:

select distinct *T.name*
from *instructor* **as** *T*, *instructor* **as** *S*
where *T.salary* > *S.salary* **and** *S.dept name* = 'Biology';

- عبارت معادل با استفاده از some >

select *name* **from** *instructor*
where *salary* > **some** (**select** *salary*
from *instructor* **where** *dept name* = 'Biology');

معنی عبارت "some"

- F <comp> **some** $r \Leftrightarrow \exists\, t \in r$ such that (F <comp> t)
  Where <comp> can be: $<,\ \leq,\ >,\ =,\ \neq$

(5 < **some** | 0 / 5 / 6 |) = true (read: 5 < some tuple in the relation)

(5 < **some** | 0 / 5 |) = false

(5 = **some** | 0 / 5 |) = true

(5 ≠ **some** | 0 / 5 |) = true (since 0 ≠ 5)

(= **some**) ≡ **in**
However, (≠ **some**) ≢ **not in**

مقایسه مجموعه‌ای - عبارت "all"

- یافتن نام تمام اساتیدی که حقوق آن‌ها از حقوق تمام اساتید دپارتمان زیست‌شناسی بیشتر است:

```
select name
from instructor
where salary > all (select salary
                    from instructor
                    where dept name = 'Biology');
```

معنی عبارت "all"

- F <comp> **all** $r \Leftrightarrow \forall\ t \in r$ (F <comp> t)

(5 < **all** {0, 5, 6}) = false

(5 < **all** {6, 10}) = true

(5 = **all** {4, 5}) = false

(5 ≠ **all** {4, 6}) = true (since 5 ≠ 4 and 5 ≠ 6)

(≠ **all**) ≡ **not in**

However, (= **all**) ≢ **in**

آزمون تهی بودن روابط

- عبارت **EXISTS** در SQL زمانی مقدار **TRUE** بازمی‌گرداند که زیرپرس‌وجوی درون آن **تهی نباشد**.
- **exists** $r \Leftrightarrow r \neq \varnothing$
- **not exists** $r \Leftrightarrow r = \varnothing$

کاربرد عبارت "exists"

```
select *
from نام جدول as مستعار
where [ شرط and ]
        exists (Select Op);
```

- **Correlation name** : متغیری مانند **S** در پرس‌وجوی بیرونی است که برای ارجاع به تاپل‌های آن در زیرپرس‌وجو استفاده می‌شود.

- **Correlated subquery** : زیرپرس‌وجویی است که به مقادیر موجود در پرس‌وجوی بیرونی وابسته است و برای هر تاپل از پرس‌وجوی بیرونی اجرا می‌شود.

کاربرد عبارت "exists"

- روش دیگر برای نوشتن پرس‌وجوی "یافتن تمام درس‌هایی که هم در ترم پاییز ۲۰۰۹ و هم در ترم بهار ۲۰۱۰ تدریس شده‌اند":

Q?

کاربرد عبارت "exists"

- روش دیگر برای نوشتن پرس‌وجوی "یافتن تمام درس‌هایی که هم در ترم پاییز ۲۰۰۹ و هم در ترم بهار ۲۰۱۰ تدریس شده‌اند":

```
select course_id  from section as S
  where semester = 'Fall' and year = 2009 and
        exists (select *
                from section as T
                where semester = 'Spring' and year= 2010
                      and S.course_id = T.course_id);
```

- **Correlation name** : متغیری مانند **S** در پرس‌وجوی بیرونی است که برای ارجاع به تاپل‌های آن در زیرپرس‌وجو استفاده می‌شود.

- **Correlated subquery** : زیرپرس‌وجویی است که به مقادیر موجود در پرس‌وجوی بیرونی وابسته است و برای هر تاپل از پرس‌وجوی بیرونی اجرا می‌شود.

کاربرد عبارت "not exists"

- یافتن تمام دانشجویانی که تمام درس‌های ارائه‌شده در دپارتمان زیست‌شناسی را گذرانده‌اند:

Q?

- زیرپرس‌وجوی اول: همه‌ی درس‌های ارائه‌شده در دپارتمان Biology را فهرست می‌کند.
- زیرپرس‌وجوی دوم: درس‌هایی را که هر دانشجو گذرانده است فهرست می‌کند.

- توجه: $X - Y = \varnothing \Leftrightarrow X \subseteq Y$
- این نوع پرس‌وجو را نمی‌توان با = ALL یا حالت‌های مشابه آن نوشت.

کاربرد عبارت "not exists"

- یافتن تمام دانشجویانی که تمام درس‌های ارائه‌شده در دپارتمان زیست‌شناسی را گذرانده‌اند:

```
select distinct S.ID, S.name
from student as S
where not exists ( (select course_id
                    from course
                    where dept_name = 'Biology')
                   except
                    (select T.course_id
                     from takes as T
                     where S.ID = T.ID));
```

- زیرپرس‌وجوی اول: همه‌ی درس‌های ارائه‌شده در دپارتمان Biology را فهرست می‌کند.
- زیرپرس‌وجوی دوم: درس‌هایی را که هر دانشجو گذرانده است فهرست می‌کند.

- توجه: $X - Y = \emptyset \Leftrightarrow X \subseteq Y$
- این نوع پرس‌وجو را نمی‌توان با = ALL یا حالت‌های مشابه آن نوشت.

تست نبود تاپل‌های تکراری

- عبارت UNIQUE در SQL بررسی می‌کند که آیا زیرپرس‌وجو دارای هیچ تاپل تکراری نیست.
- اگر نتیجه‌ی زیرپرس‌وجو فاقد مقادیر تکراری باشد، مقدار آن TRUE می‌شود.

select *
from *نام جدول* **as** *مستعار*
where [*شرط* **and]**
where unique (Select Operation)

- یافتن تمام درس‌هایی که در سال ۲۰۰۹ حداکثر یک‌بار ارائه شده‌اند.

Q?

تست نبود تاپل‌های تکراری

- یافتن تمام درس‌هایی که در سال ۲۰۱۷ حداکثر یک‌بار ارائه شده‌اند:

```
select T.course_id
from course as T
where unique ( select R.course_id
               from section as R
               where T.course_id= R.course_id
                     and R.year = 2017);
```

زیرپرس‌وجوها در عبارت From

زیرپرس‌وجوها در عبارت From

- SQL این امکان را می‌دهد که یک زیرپرس‌وجو در بخش FROM قرار گیرد و مانند یک جدول موقت از آن استفاده شود.
- یافتن میانگین حقوق اساتید آن دپارتمان‌هایی که میانگین حقوق‌شان بیش از ۴۲۰۰۰ دلار است:

```
select dept_name, avg_salary
from ( select dept_name, avg (salary) as avg_salary
        from instructor
        group by dept_name)
where avg_salary > 42000;
```

- در اینجا از HAVING استفاده نشده است، چون فیلتر میانگین‌ها مستقیماً روی نتیجه‌ی زیرپرس‌وجوی داخل FROM اعمال می‌شود.
- روش دیگر برای نوشتن همین پرس‌وجو

```
select dept_name, avg_salary
from ( select dept_name, avg (salary)
        from instructor
        group by dept_name)
            as dept_avg (dept_name, avg_salary)
   where avg_salary > 42000;
```

عبارت With

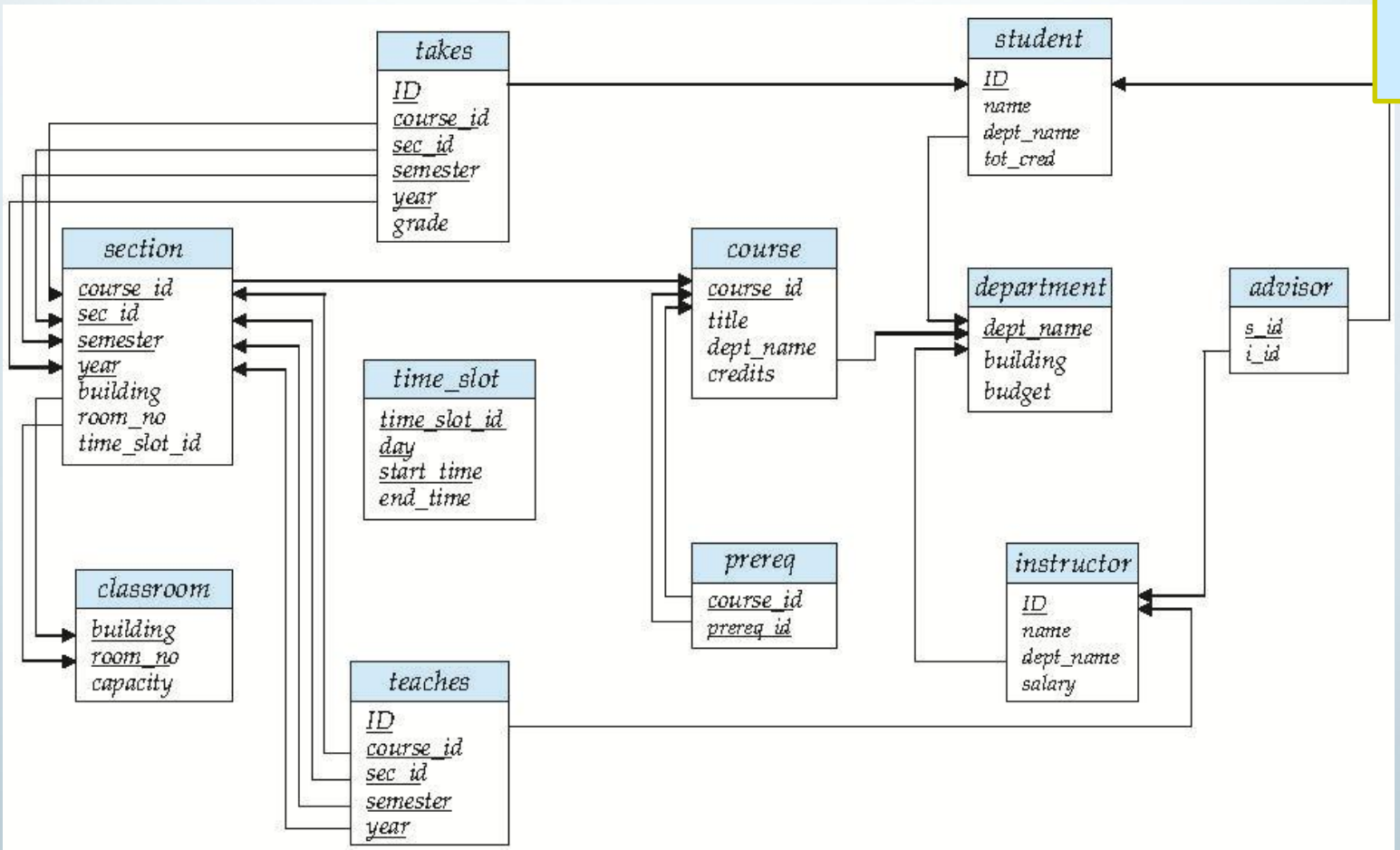
- عبارت WITH روشی برای تعریف یک رابطه‌ی موقت (temporary relation) است که تنها در همان پرس‌وجو قابل استفاده است.
- یافتن تمام دپارتمان‌هایی که دارای بیشترین بودجه هستند:

```
with max_budget (value) as
        (select max(budget)
         from department)
    select department.name
    from department, max_budget
    where department.budget =
max_budget.value;
```

پرس‌وجوهای پیچیده با استفاده از With

- یافتن تمام دپارتمان‌هایی که مجموع حقوق اساتید آن‌ها از میانگین مجموع حقوق همه‌ی دپارتمان‌ها بیشتر است.

Q?



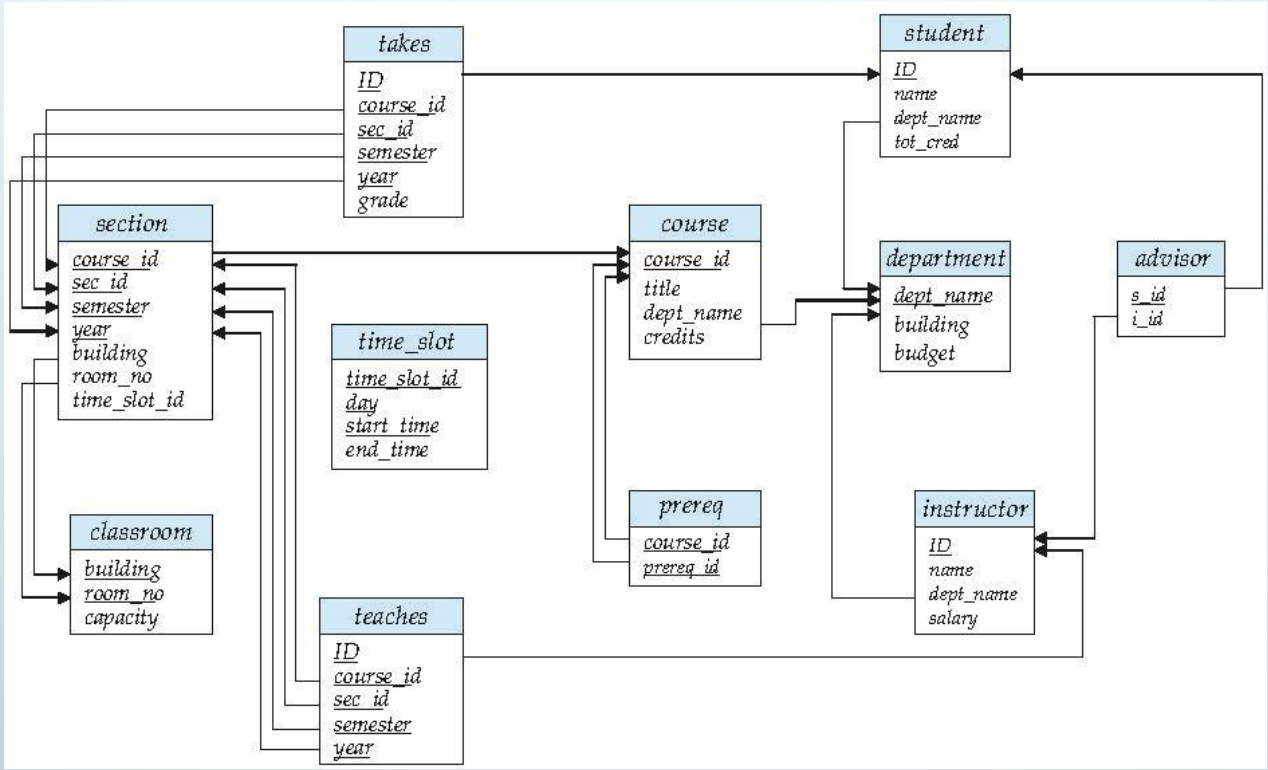
پرس‌وجوهای پیچیده با استفاده از With

- یافتن تمام دپارتمان‌هایی که مجموع حقوق اساتید آن‌ها از میانگین مجموع حقوق همه‌ی دپارتمان‌ها بیشتر است.

```
with dept_total (dept_name, value) as
        (select dept_name, sum(salary)
         from instructor
         group by dept_name),
dept_total_avg(value) as
       (select avg(value)
       from dept_total)
select dept_name
from dept_total, dept_total_avg
where dept_total.value > dept_total_avg.value;
```

زیرپرس‌وجوی عددی

- زیرپرس‌وجوی عددی یا Scalar Subquery ، زیرپرس‌وجویی است که تنها یک مقدار (تک‌مقدار) را برمی‌گرداند.
- یافتن تمام دپارتمان‌ها همراه با تعداد اساتید هر دپارتمان.



Q?

زیرپرس‌وجوی عددی

- زیرپرس‌وجوی عددی یا Scalar Subquery ، زیرپرس‌وجویی است که تنها یک مقدار (تک‌مقدار) را برمی‌گرداند.
- یافتن تمام دپارتمان‌ها همراه با تعداد اساتید هر دپارتمان.

```
select dept_name,
        (select count(*)
           from instructor
          where department.dept_name = instructor.dept_name)
        as num_instructors
from department;
```

- اگر یک زیرپرس‌وجوی عددی بیش از یک تاپل (ردیف) را برگرداند،در زمان اجرا (Runtime) خطا ایجاد می‌شود.

تغییرات در پایگاه داده

- حذف رکوردها از یک رابطه‌ی مشخص.
- افزودن رکوردهای جدید به یک رابطه.
- تغییر مقادیر در رکوردهای موجود.

حذف (Deletion)

- حذف تمام اساتید:

delete from *instructor*

- حذف تمام اساتید دپارتمان Finance:

delete from *instructor*
where *dept_name*= 'Finance';

- حذف تمام تاپل‌های جدول instructor مربوط به اساتیدی که در دپارتمانی واقع در ساختمان Watson هستند:

```
delete from instructor
        where dept name in (select dept name
                            from department
                            where building = 'Watson');
```

حذف (Deletion) (ادامه)

- حذف اساتیدی با حقوق کمتر از میانگین:

```
delete from instructor
where salary < (select avg (salary)
                from instructor);
```

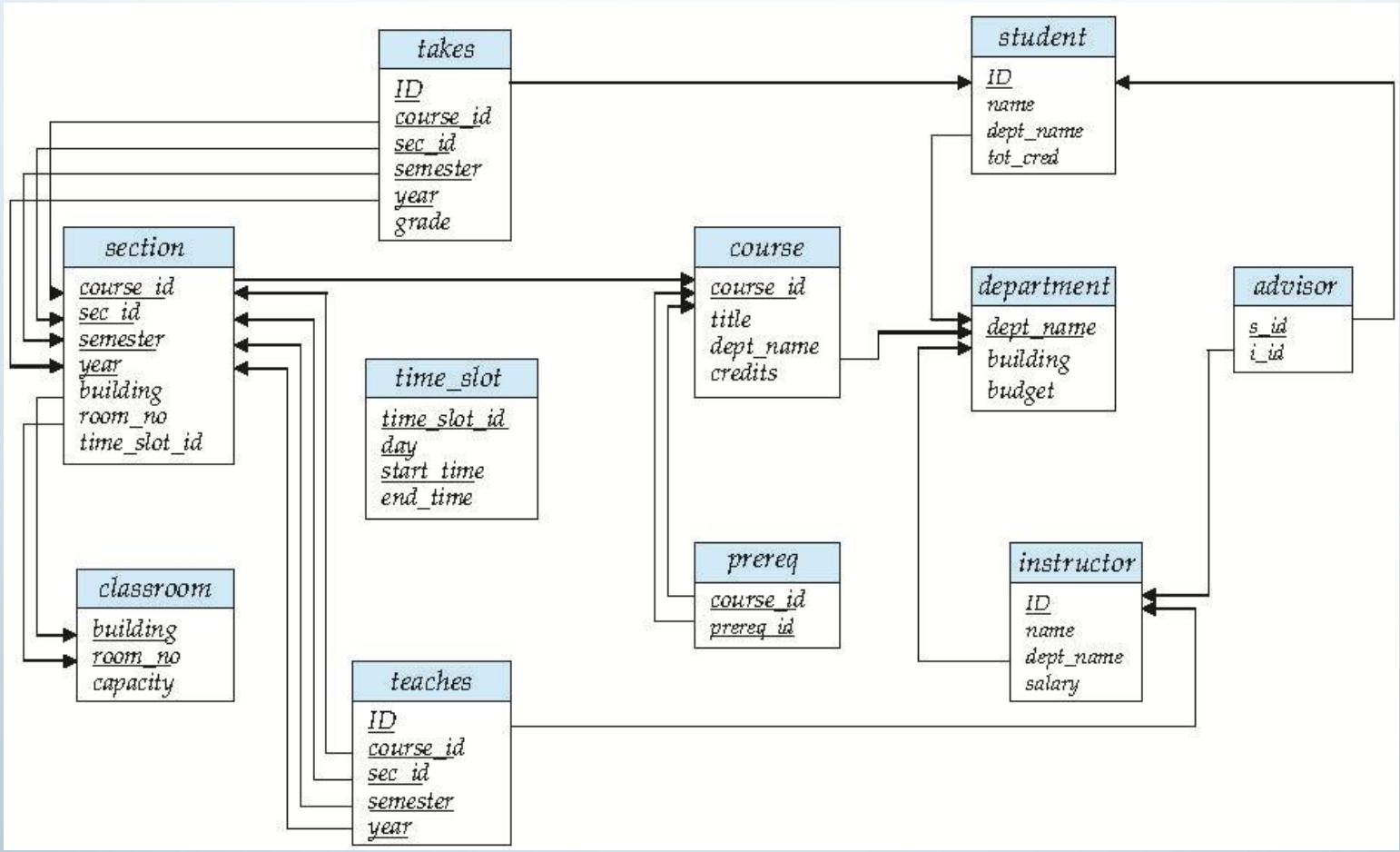
- مشکل: هنگام حذف رکوردها از جدول instructor، میانگین حقوق تغییر می‌کند.
- راه‌حل‌های موجود در SQL:

1. ابتدا مقدار avg(salary) محاسبه شده و تمام تاپل‌هایی که باید حذف شوند مشخص می‌شوند.
2. سپس همه‌ی تاپل‌های مشخص‌شده حذف می‌شوند، بدون آنکه میانگین دوباره محاسبه یا رکوردها مجدداً بررسی شوند.

حذف (Deletion)

Q?

- حذف تمام تاپل‌های جدول instructor مربوط به اساتیدی که در دپارتمانی واقع در ساختمان Watson هستند.



حذف (Deletion)

- حذف تمام تاپل‌های جدول instructor مربوط به اساتیدی که در دپارتمانی واقع در ساختمان Watson هستند

delete from *instructor* **where** *dept name* **in** (**select** *dept name* **from** *department*
where *building* = 'Watson');

درج (Insertion)

- افزودن یک تاپل جدید به جدول course:

```
insert into course
  values ('CS-437', 'Database Systems', 'Comp. Sci.', 4);
```

- یا به صورت معادل با ذکر ستون‌ها:

```
insert into course (course_id, title, dept_name, credits)
   values ('CS-437', 'Database Systems', 'Comp. Sci.', 4);
```

- افزودن یک تاپل جدید به جدول student با مقدار tot_creds برابر null:

```
insert into student
   values ('3003', 'Green', 'Finance', null);
```

درج (Insertion) (ادامه)

- تبدیل هر دانشجوی دپارتمان Musicکه بیش از ۱۴۴ واحد گذرانده است به استاد در همان دپارتمان با حقوق ۱۸،۰۰۰ دلار:

```
insert into instructor
        select ID, name, dept_name, 18000
    from   student
    where   dept_name = Music' and total_cred > 144;
```

- عبارت SELECT … FROM … WHEREقبل از درج نتایج به طور کامل ارزیابی می‌شود.در غیر این صورت، پرس‌وجوهایی مانند:

```
insert into table1 select * from table1
```

می‌توانند باعث مشکل شوند.

به‌روزرسانی‌ها (Updates)

- افزایش ۵٪ حقوق تمام اساتید:

```
update instructor
        set salary = salary * 1.05
```

- افزایش ۵٪ حقوق اساتیدی که کمتر از ۷۰۰۰۰ دلار حقوق می‌گیرند:

```
update instructor
        set salary = salary * 1.05
        where salary < 70000;
```

- افزایش ۵٪ حقوق اساتیدی که حقوقشان کمتر از میانگین است:

```
update instructor
        set salary = salary * 1.05
        where salary <  (select avg (salary)
                         from instructor);
```

به‌روزرسانی‌ها (Updates) (ادامه)

- افزایش ۳٪ حقوق اساتیدی که بیش از ۱۰۰۰۰۰۰ دلار حقوق می‌گیرند و افزایش ۵٪ درصدی بقیه اساتید:
  - دو جمله update بنویسید:

```
update instructor
        set salary = salary * 1.03
        where salary > 100000;
update instructor
        set salary = salary * 1.05
        where salary <= 100000;
```

  - نکته: ترتیب اجرای دو دستور مهم است.
  - روش بهتر با استفاده از CASE در یک دستور واحد قابل انجام است.

عبارت CASE برای به‌روزرسانی شرطی

- همان پرس‌وجوی قبلی را می‌توان با استفاده از CASE نوشت تا در یک دستور واحد اجرا شود.

```
update instructor
        set salary = case
                        when salary <= 100000 then salary * 1.05
                        else salary * 1.03
                     end
```

به‌روزرسانی با زیرپرس‌وجوی عددی

- بازمحاسبه و به‌روزرسانی مقدار tot_creds برای همه دانشجویان:

```
update student S
   set tot_cred = (select sum(credits)
                   from takes, course
                   where takes.course_id = course.course_id and
                         S.ID= takes.ID.and
                      takes.grade <> 'F' and
                         takes.grade is not null);
```

- مقدار tot_creds را برای دانشجویانی که هیچ درسی نگذراندند برابر null قرار می‌دهد.

End of Chapter 3