

# پایگاه داده جلسه ۸

محمد علی فرجیان



IASBS  
1992-2012

# فهرست

- تعاریف مدل رابطه‌ای
- انواع کلید
- جامعیت
- جبر رابطه‌ای



# تعاریف

- دامنه (Domain)

– مجموعه تمام مقادیر ممکن برای صفت (Attribute) است.



# تعاریف

## • رابطه (Relation)

- زیر مجموعه‌ای از ضرب دکارتی چند دامنه است.
- مثال: اگر داشته باشیم  $D1: \text{String}$  و  $D2: \text{Integer}$  آنگاه هر مجموعه‌ای که عضوهایش زوج‌های  $(D1, D2)$  باشند یک رابطه است.

D1: String	D2: Integer
علی	۱۰
رضا	۲۰
--	--

بهترین راه نمایش و پیاده‌سازی  
رابطه به وسیله جدول است



# تعريف خاصيت كليدي

- كليلد يك رابطه، تمام عضوهاي آن را به صورتي **منحصر** به فرد مشخص مي‌كند.
- در مدل رابطه‌اي، كليلد **مجموعه‌اي از صفت‌ها** است كه بايد دو مورد زير را در مورد آنها رعايت كرد.
  - كليلد تكراري وارد رابطه (جدول) نشود.
  - مقدار تهی (NULL) براي كليلد وارد نشود.

# انواع کلید

1. ابر کلید (Super key)
2. کلید کاندید (Candidate key)
3. کلید اصلي (Primary key)
4. کلید فرعي (Secondary key)
5. کلید خارجي (Foreign key)



# 1- ابر کلید

- هر صفت یا مجموعه‌ای از صفات که خاصیت کلیدی داشته باشد.

”لزوماً کمینه نیست“



## 2-کلید کاندید

- هر صفت يا مجموعه‌اي از صفات که خاصیت کلیدی داشته باشد و کمینه باشد.

- **کمینه (Minimal):**

کلیدی کمینه است که اگر هر یک از صفات آنرا حذف نماییم دیگر کلید نباشد.





## کلید

IASBS  
1992-2012

### 3- کلید اصلی:

یکی از کلیدهای کاندید است که توسط مدیر بانک اطلاعات انتخاب شده است. مجموعه ای از یک یا چند ویژگی است که برای شناسایی و تمایز میان موجودیت های یک دسته مورد استفاده قرار میگیرد.

### 4- کلید فرعی:

یکی دیگر از کلیدهای کاندید است که برای برخی کاربردها انتخاب می شود.

### 5- کلید خارجی:

صفتی است در یک رابطه که در رابطه دیگری کلید اصلی (یا فرعی) است و برای برقراری ارتباط بین دو رابطه (جدول) استفاده می شود.



# جدول دانشجو

IASBS  
1992-2012

#S	SNAME	CITY	AVG	#CLG
۷۱۱۳۳۸۴۸	محمدی	تهران	۱۷.۲۴	۱۰
۷۲۱۳۰۵۰۲	وکیلی	اصفهان	۱۴.۰۶	۱۰
۷۲۲۰۳۳۰۵	علینقی زاده	مشهد	۱۶.۴۲	۱
۷۳۱۲۰۵۰۴	کمانی	یزد	۱۷.۵۶	۴
۷۳۱۶۶۸۰۱	احمدی	کرمان	۱۵.۴۴	۵
۷۴۱۸۲۵۳۲	جوادی	تهران	۱۶.۸	۵
۷۴۲۰۹۸۶۳	حسین زاده	تهران	۱۲.۲	۶

← کلید اصلی



# جدول استناد

I A S  
1992 -

pname	office	esp	degree	#clg
ابوطالبی	۳	مواد	دکتری	۶
اشرفی زاده	۸	شیمی	دکتری	۵
جاهد مطلق	۱	کامپیوتر	دکتری	۱۰
جلالی	۵	برق	دکتری	۷
حسینی	۲	ریاضی	دکتری	۱
ذاکر	۴	فیزیک	دکتری	۲
صادقیان	۳	صنایع	دکتری	۴
قربانی	۱۲	کامپیوتر	دکتری	۱۰
مفتون	۱	زبان	دکتری	۳
میرشمسی	۴	کامپیوتر	فوق لیسانس	۱۰
نقره کار	۳	معماری	دکتری	۱۱
هاشمی اصل	۱۰	کامپیوتر	فوق لیسانس	۱۰

کلید اصلی ← Pname



# جامعیت (Integrity)

## انواع جامعیت در مدل رابطه‌ای

1. جامعیت دامنه‌ای (Domain integrity)
2. جامعیت درون رابطه‌ای (Intra-relation integrity)
3. جامعیت ارجاع (Referential integrity)



IASBS  
1992-2012

## جامعیت دامنه‌ای (Domain integrity)

1. هر صفت باید از نوع خودش باشد.
2. هر صفت باید مقادیر مجاز خود را رعایت کند.



## جامعیت درون رابطه‌ای (Intra-relation integrity)

IASBS  
1992-2012

**کلیدهای اصلی و فرعی نباید مقادیر تکراری داشته باشند.**  
**یعنی هر رابطه به تنهایی صحیح باشد (مثلا عضو تکراری نداشته باشد و**  
**کلید هایش درست باشند و کلید ها دارای مقادیر تهی (Null) یا تکراری نباشند)**

## جامعیت ارجاع (Referential integrity)



IASBS  
1992-2012

- کلید خارجی نمی تواند مقداری داشته باشد که در جدول مرجع وجود ندارد.
- یعنی کلید خارجی درست تعریف شده باشد . مثلا کلید خارجی یک رابطه حتما در رابطه دیگر کلید باشد



# جداول نمونه

IASBS  
1992-2012

تصویر ادراکی بخشی از بانک اطلاعات دانشگاه در مدل رابطه‌ای

- **Stud** ( s#, sname, city, ave, clg#)  
(شماره دانشکده، معدل کل، شهر محل تولد، نام، شماره) دانشجوی
- **Prof** ( pname, office, esp, degree, clg#)  
(شماره دانشکده، مدرک تحصیلی، تخصص، دفتر کار، نام) استاد
- **Crs** ( c#, cname, unit, clg#)  
(شماره دانشکده ارائه دهنده، تعداد واحد، نام، شماره) درس
- **Sec** ( sec#, c#, s#, term, pname, score)  
(نمره، نام استاد، ترم، شماره دانشجوی، شماره درس، شماره گروه) گروه درس
- **Clg** ( clg#, clgname, city, pname)  
(نام رئیس، نام شهر، نام دانشکده، شماره) دانشکده





## جبر رابطه‌ای (Relational algebra)

IASBS  
1992-2012

- جبر رابطه به معنی نوع داده و عملگرهایی روی آنهاست



## جبر رابطه‌ای (Relational algebra)

IASBS  
1992-2012

- نوع داده (عملوند) در جبر رابطه‌ای فقط **رابطه** است.
- عملگرهای جبر رابطه‌ای به چهار دسته تقسیم می‌شوند.
  1. عملگرهای ساده گزینش  $\sigma$  و پرتو  $\Pi$  ( $\sigma, \Pi$ )
  2. عملگرهای مجموعه‌ای اجتماع اشتراک و تفاضل ( $\cup, \cap, -$ )
  3. عملگرهای پیوند join شامل ضرب دکارتی  $x$ ، پیوند شرطی با علامت  $x_\theta$  و پیوند طبیعی با علامت  $\infty$  و نیم پیوند یا semi join با علامت  $(\alpha, \infty, x_\theta, x)$
  4. سایر عملگرها شامل نامگذاری با علامت  $\rho$  و جایگزینی  $\leftarrow$  و تقسیم ( $\rho \leftarrow \div$ )



# انواع عملگرها

- عملگرهای اصلی

$\sigma, \cap, \cup, -, \times, \leftarrow$

- عملگرهای اضافی

$\cap, \times, \infty, \infty, \div, \rho$   
 $\theta$

عملگرهای اضافی را می‌توان با ترکیب عملگرهای اصلی جایگزین کرد، بنابراین حالت کمکی و ساده کردن کار را

$$\text{دارد. } A \cap B = A - (A - B)$$



## عملگر گزینش (Select با علامت $\sigma$ )

IASBS  
1992-2012

- انتخاب سطر  $\sigma_{\theta}$  (نام جدول)
- ورودی: یک رابطه
- خروجی: یک رابطه
- ستون‌های خروجی برابر با تمام ستون‌های ورودی
- سطرهای خروجی برابر با آن سطرهایی از ورودی که دارای شرط ذکر شده باشند



مثال: مشخصات دانشجویانی که معدل الف دارند؟

$$\sigma_{ave \geq 17}(\text{stud})$$

S#	SNAME	CITY	AVG	CLG#
۷۱۱۳۳۸۴۸	محمدی	تهران	۱۷.۲۴	۱۰
۷۲۱۳۰۵۰۲	وکیلی	اصفهان	۱۴.۰۶	۱۰
۷۲۲۰۳۳۰۵	علینقی زاده	مشهد	۱۶.۴۲	۱
۷۳۱۲۰۵۰۴	کمانی	یزد	۱۷.۵۶	۴
۷۳۱۶۶۸۰۱	احمدی	کرمان	۱۵.۴۴	۵
۷۴۱۸۲۵۳۲	جوادی	تهران	۱۶.۸	۵
۷۴۲۰۹۸۶۳	حسین زاده	تبریز	۱۲.۲	۶



**مثال:** مشخصات دانشجویانی که متولد تهران هستند و معدل الف دارند؟

$\sigma_{ave \geq 17 \wedge city = 'تهران'}(stud)$

S#	SNAME	CITY	AVG	CLG#
۷۱۱۳۳۸۴۸	محمدی	تهران	۱۷.۲۴	۱۰
۷۲۱۳۰۵۰۲	وکیلی	اصفهان	۱۴.۰۶	۱۰
۷۲۲۰۳۳۰۵	علینقی زاده	مشهد	۱۶.۴۲	۱
۷۳۱۲۰۵۰۴	کمانی	یزد	۱۷.۵۶	۴
۷۳۱۶۶۸۰۱	احمدی	کرمان	۱۵.۴۴	۵
۷۴۱۸۲۵۳۲	جوادی	تهران	۱۶.۸	۵
۷۴۲۰۹۸۶۳	حسین زاده	تبریز	۱۲.۲	۶



## عملگر پرتو (Project با علامت $\Pi$ )

IASBS  
1992-2012

- انتخاب ستون  
(نام جدول ورودی)  $\Pi_{col}$
- ورودی: یک رابطه
- خروجی: یک رابطه
- ستون‌های خروجی: فقط آن ستون‌هایی از جدول ورودی، که در دستور ذکر شده است.
- سطرهای خروجی: شامل تمام سطرهای ورودی است.
- نکته: این عملگر روی سطر شرط اعمال نمی‌کند.



**مثال:** شهرهایی که دانشجویان متولد آن شهرها هستند؟

$\Pi_{\text{city}}(\text{stud})$



S#	SNAME	CITY	AVG	CLG#
۷۱۱۳۳۸۴۸	محمدی	تهران	۱۷.۲۴	۱۰
۷۲۱۳۰۵۰۲	وکیلی	اصفهان	۱۴.۰۶	۱۰
۷۲۲۰۳۳۰۵	علینقی زاده	مشهد	۱۶.۴۲	۱
۷۳۱۲۰۵۰۴	کمانی	یزد	۱۷.۵۶	۴
۷۳۱۶۶۸۰۱	احمدی	کرمان	۱۵.۴۴	۵
۷۴۱۸۲۵۳۲	جوادی	تهران	۱۶.۸	۵
۷۴۲۰۹۸۶۳	حسین زاده	تبریز	۱۲.۲	۶







**مثال:** شماره دانشجویی و نام دانشجویان؟

$\Pi_{S\#,sname}(stud)$



S#	SNAME	CITY	AVG	CLG#
۷۱۱۳۳۸۴۸	محمدی	تهران	۱۷.۲۴	۱۰
۷۲۱۳۰۵۰۲	وکیلی	اصفهان	۱۴.۰۶	۱۰
۷۲۲۰۳۳۰۵	علینقی زاده	مشهد	۱۶.۴۲	۱
۷۳۱۲۰۵۰۴	کمانی	یزد	۱۷.۵۶	۴
۷۳۱۶۶۸۰۱	احمدی	کرمان	۱۵.۴۴	۵
۷۴۱۸۲۵۳۲	جوادی	تهران	۱۶.۸	۵
۷۴۲۰۹۸۶۳	حسین زاده	تبریز	۱۲.۲	۶





# عملگرهای مجموعه‌ای

- ورودی: **دو رابطه**
- خروجی: **یک رابطه**
- **توجه:** دو رابطه باید **همتا** باشند، **یعنی:** تعداد ستون‌ها برابر و نوع ستون‌ها نظیر به نظیر یکسان باشند. و صفت‌ها به ترتیب دارای دامنه‌های یکسان باشند.
- ستون‌های خروجی: **همتا** با ستون‌های ورودی
- سطرهای خروجی: برابر با **اجتماع/اشتراک/تفاضل** سطرهای ورودی

**مثال:** اسامي افراڊي كه يا دانشجو هستند يا استاد؟

$$\Pi_{\text{sname}}(\text{stud}) \cup \Pi_{\text{pname}}(\text{prof})$$



IASBS  
1992-2012



S#	SNAME	CITY	AVG	CLG#
۷۱۱۳۳۸۴۸	محمدي	تهران	۱۷.۲۴	۱۰
۷۲۱۳۰۵۰۲	وكيلي	اصفهان	۱۴.۰۶	۱۰
۷۲۲۰۳۳۰۵	علينقي زاده	مشهد	۱۶.۴۲	۱
۷۳۱۲۰۵۰۴	كماني	يزد	۱۷.۵۶	۴
۷۳۱۶۶۸۰۱	احمدي	كرمان	۱۵.۴۴	۵
۷۴۱۸۲۵۳۲	جوادى	تهران	۱۶.۸	۵
۷۴۲۰۹۸۶۳	حسين زاده	تبريز	۱۲.۲	۶



pname	office	esp	degree	clg#
ابوطالبى	۳	مواد	دكتورى	۶
اشرفى زاده	۸	شيمى	دكتورى	۵
جاهد مطلق	۱	كامپيوتر	دكتورى	۱۰
جلالى	۵	برق	دكتورى	۷
حسنى	۲	رياضى	دكتورى	۱
ذاكر	۴	فيزيك	دكتورى	۲
صادقيان	۳	صنابع	دكتورى	۴
قربانى	۱۲	كامپيوتر	دكتورى	۱۰
مفتون	۱	زبان	دكتورى	۳
ميرشمسى	۴	كامپيوتر	فوق ليسانس	۱۰
نقره كار	۳	معمارى	دكتورى	۱۱
هاشمى اصل	۱۰	كامپيوتر	فوق ليسانس	۱۰



NAME
محمدي
وكيلي
علينقي زاده
كماني
احمدي
جوادى
ابوطالبى
اشرفى زاده
جاهد مطلق
جلالى
حسنى
ذاكر
صادقيان
قربانى
مفتون
ميرشمسى
نقره كار
هاشمى اصل
حسين زاده



- **مثال:** لیست نام اساتیدی که رئیس دانشکده نیستند.

$$\Pi_{\text{pname}}(\text{prof}) - \Pi_{\text{pname}}(\text{clg})$$

- **مثال:** لیست اسامی دانشجویان و اساتید همنام.

$$\Pi_{\text{pname}}(\text{prof}) \cap \Pi_{\text{sname}}(\text{stud})$$



# عملگرهاي پيوند

- عملگر ضرب دکارتی (cartesian product با علامت  $\times$ )  
ترکیب جداول
- ورودی: دو رابطه
- خروجی: یک رابطه
- ستون‌های خروجی برابر با تمام ستون‌های دو رابطه ورودی
- سطرهای خروجی برابر با همه ترکیب‌های ممکن از دو جدول



# ضرب دکارتی

IASBS  
1992-2012

clgname	clg#
ریاضی	۱
فیزیک	۲

CLG#	SNAME	S#
۱۰	محمدی	۷۱۱۳۳۸۴۸
۱۰	وکیلی	۷۲۱۳۰۵۰۲
۱	علینقی زاده	۷۲۲۰۳۳۰۵

clgname	clg#	CLG#	SNAME	S#
ریاضی	1	10	محمدی	71133848
ریاضی	1	10	وکیلی	72130502
ریاضی	1	1	علینقی زاده	72203305
فیزیک	2	10	محمدی	71133848
فیزیک	2	10	وکیلی	72130502
فیزیک	2	1	علینقی زاده	72203305



## عملگرهای پیوند - مثال

- نام دانشکده‌ای که درس شبیه‌سازی در آن ارائه می‌شود؟

$\Pi_{Clgname} (\sigma_{Cname = \text{“شبیه سازی”} \wedge Crs.clg\# = Clg.clg\#} (Clg \times Crs))$

- اسامی اساتیدی که در دانشکده کامپیوتر تدریس می‌کنند؟

$\Pi_{Prof.pname} (\sigma_{Clgname = \text{“کامپیوتر”} \wedge Clg.clg\# = Prof.clg\#} (Prof \times Clg))$



# عملگر پیوند شرطی

- مانند ضرب دکارتی عمل می‌کند با این تفاوت که شرط  $\theta$  را نیز روی **سطرها** اعمال می‌کند.
- ورودی: **دو رابطه**
- خروجی: **یک رابطه**

$$A \times_{\theta} B = \sigma_{\theta} (A \times B)$$





## پیوند شرطی - مثال

IASBS  
1992-2012

- شماره درس، نام درس و نام دانشکده رایحه دهنده درس چهار واحدی؟

$$\prod_{c\#,cname,clgname} \left( \sigma_{unit=4} ( crs \times clg ) \right) \\ crs.clg\#=clg.clg\#$$



# پیوند شرطی - مثال

IASBS  
1992-2012

- شماره و نام دانشجویان به همراه شماره و نام دانشکده محل تحصیل آنها؟

$$\Pi_{s\#,sname,stud.clg\#,clgname} (stud \times_{stud.clg\#=clg.clg\#} clg)$$



# پیوند شرطی - مثال

IASBS  
1992-2012

- اسامی دانشجویانی که در نرس مدار منطقی ثبت نام کرده‌اند؟

$\Pi_{sname} (\sigma_{cname="مدار منطقی"} (Stud \times_{stud.s\#=sec.s\#} Sec \times_{sec.c\#=crs.c\#} Crs) )$



## عملگر پیوند طبیعی (natural Join با علامت $\infty$ )

- مانند عملگر پیوند شرطی عمل می‌کند با این تفاوت که **شرط** بطور اتوماتیک و خودبه خود اعمال می‌گردد.
- این عملگر روی **همه ستون‌های همانام** شرط تساوی را اعمال می‌کند.
- **ستون همانام** فقط یکبار در خروجی می‌آید.



## پیوند طبیعی - مثال

- اسامی دروسی که در دانشکده کامپیوتر ارائه می‌گردند؟

$\Pi_{cname} (\sigma_{clgname = \text{“کامپیوتر”}} (crs \infty clg))$



IASBS  
1992-2012

## پیوند طبیعی - مثال

- نام دانشکده دانشجویی به نام محمدی؟

$$\Pi_{clgname}(\sigma_{snme='محمدی'}(stud \infty \Pi_{clg\#, clgname}(c1g)))$$



## پیوند طبیعی - مثال

IASBS  
1992-2012

- اسامی دروسی که دانشجویی به نام محمدی در ترم 761 اخذ نموده است؟

$$\sigma_{\text{term}=761}(\text{sec}) \bowtie \Pi_{\text{c\#,cname}}(\text{crs}) \bowtie \Pi_{\text{cname}}(\sigma_{\text{sname}=\text{محمدی}}(\text{stud}))$$



IASBS  
1992-2012

# پیوند طبیعی - مثال

اسامی دانشجویانی که در دانشکده محل تولدشان تحصیل می کنند.

$\Pi_{\text{name}}(\text{stud} \bowtie \text{clg})$



# عملگر نیم پیوند (Semi Join با علامت $\bowtie$ )



IASBS  
1992-2012

- ورودی: دو رابطه
  - خروجی: یک رابطه
  - در خروجی فقط ستون‌های جدول اول می‌آید.
- $A \bowtie B = \Pi_A (A \bowtie B)$



## نیم پیوند - مثال

IASBS  
1992-2012

- شماره و نام دانشجویانی که در دانشکده کامپیوتر درس میخوانند؟

$$\Pi_{s\#,sname} (\Pi_{s\#,sname,clg\#} (stud) \bowtie \sigma_{clgname="کامپیوتر"} (clg))$$
$$\Pi_{s\#,sname} (stud \bowtie \Pi_{clg\#} (\sigma_{clgname="کامپیوتر"} (clg)))$$



## نیم پیوند - مثال

- اسامی دانشجویانی که در نیمسال 841 با رئیس دانشکده خود درس داشته‌اند؟

$$\Pi_{\text{sname}}((\text{stud} \infty \sigma_{\text{term} = 841}(\text{sec})) \infty \Pi_{\text{clg\#,pname}}(\text{clg}))$$