

جبر رابطه ای (Relational Algebra)

جبر رابطه ای

- در جبر معمولی داده های اعداد حقیقی و عملگرها $+$ ، $-$ ، \div ، \times می باشند. عملگرهای دیگر نظیر توان برای ساده کردن عملگرهای ابتدائی مثل ضرب استفاده می شوند.
- در جبر منطقی نوع داده مجموعه $\{\text{True}, \text{False}\}$ بوده و عملگرهایش AND، OR، NOT است.
- جبر رابطه ای در واقع مبنای تئوریک مدل رابطه ای است.
- تعریف: به مجموعه ای از قوانین و عملگرها که امکان پردازش جداول را فراهم می سازند، جبر رابطه ای می گویند.
- نوع داده در جبر رابطه ای فقط رابطه است و ورودی - خروجی تمامی عملگرها رابطه می باشد.

عملگرها

- عملگرها در جبر رابطه ای به چهار دسته عمده تقسیم می شوند:
دسته اول: عملگرهای ساده

نحوه استفاده	توضیح	نماد	عملگر
$\sigma_{Condition}(R)$	رکوردهایی از رابطه را بر می گرداند.	σ	گزینش (select)
$\Pi_{Attribute}(R)$	ستونهایی از رابطه را برمی گرداند.	π	پرتو (Projection)

دسته دوم: عملگرهای مجموعه ای

نحوه استفاده	توضیح	نماد	عملگر
$A \cup B$	رکوردهایی را بر می گرداند که در A یا B یا هر دو موجود باشد.	\cup	اجتماع (Union)
$A \cap B$	رکوردهایی را بر می گرداند که در رابطه A و B بصورت مشترک وجود داشته باشند.	\cap	اشتراک (Intersect)
$A - B$	شامل رکوردهایی که در A وجود دارند ولی در B نیستند.	-	تفاضل (Difference)

دسته سوم: عملگرهای پیوند

نحوه استفاده	توضیح	نماد	عملگر
$A \times B$	کلیه ترکیب های ممکن رکوردهای رابطه A و B را بر می گرداند.	\times	ضرب دکارتی (Cartezian Product)
$A \bowtie B$	رابطه ای شامل همه فیلدهای دو رابطه و مقادیر آن فیلدها به شرط برابری مقادیر فیلد/ فیلدهای مشترک آنها .	\bowtie	پیوند طبیعی (Natural-Join)
$A \ltimes B$	نوع خاصی از پیوند طبیعی است که فقط فیلدهای پیوند شدنی از رابطه اول را دربردارد.	\ltimes	نیم پیوند (Semi-Join)
$A \Join_{\theta} B$	زیر مجموعه ای از ضرب کارتزین است که شرط θ روی سطرهای آن اعمال شده است.	\Join_{θ}	پیوند شرطی (θ -Join)
$A \Join B$	در این پیوند علاوه بر تاپل های پیوند شدنی از دو رابطه، تاپل های پیوند نشدنی که با مقادیر Null گسترش یافته اند نیز در جواب ظاهر می شوند.	\Join	فرا پیوند (Outer-Join)

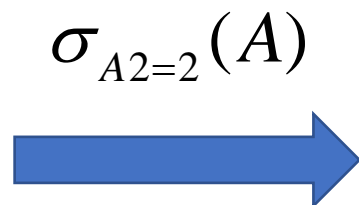
دسته چهارم: سایر عملگرها

نحوه استفاده	توضیح	نماد	عملگر
$\rho_B A$	نام B روی جدول A هم گذاشته می شود و بدون ذخیرسازی مجدد می توان از آن دوبار استفاده کرد.	ρ	نامگذاری یا تغییرنام (Rename)
$A \div B$	شامل رکوردهایی از A که شامل همه رکوردهای B باشد.	\div	تقسیم (Divide)
$Temp \leftarrow A \bowtie B$	با علامت \leftarrow جدول حاصل از دستورات ذخیره می شود تا در ادامه کار مورد استفاده قرار گیرد. اگر دستوری طولانی باشد با استفاده از جایگزینی می توان آن را در چند مرحله نوشت.	\leftarrow	جایگزینی
	ستونی به جدول اضافه می کند که حاصل انجام محاسبه ای است.	Add	بسط (Extend)
	انجام گروه بندی بر اساس یک یا چند ستون		گروه بندی (Summarize)

مثال (گزینش)

A

A1	A2
1	2
2	3



A1	A2
1	2

$\sigma_{Valid='1'}(Insured)$



Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان

Insured

Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان



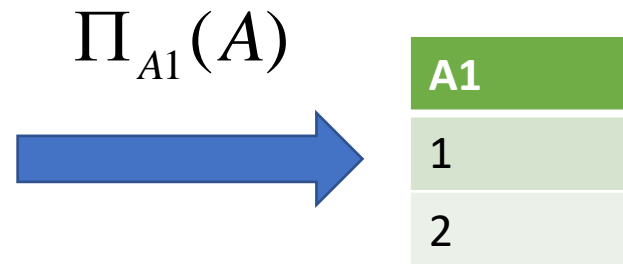
Ins_NN	Valid	LastName	Province

$\sigma_{Valid='0' \wedge Province='قم'}(Insured)$

مثال (پرتو)

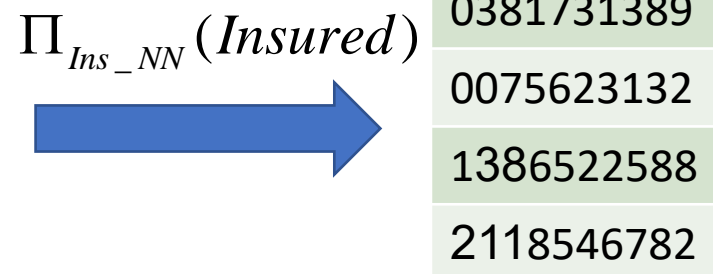
A

A1	A2
1	2
1	5
2	3



Insured

Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان



Ins_NN	LastName
0381731389	اصغری
0075623132	ابراهیمی
1386522588	محمدی فر
2118546782	فراهانی

مثال (ترکیب گزینش و پرتو)

$\Pi_{Ins_NN, LastName}(\sigma_{Province='تهران'}(Insured))$

Insured

Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان
0063238952	1	کاظمی	تهران
0065521147	1	پارسا	تهران



Ins_NN	LastName
0075623132	ابراهیمی
0063238952	کاظمی
0065521147	پارسا

مثال (ترکیب گزینش و پرتو)

$\Pi_{Ins_NN, LastName}(\sigma_{Province='تهران' \wedge valid='0'} (Insured))$

Insured

Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان
0063238952	1	کاظمی	تهران
0065521147	1	پارسا	تهران

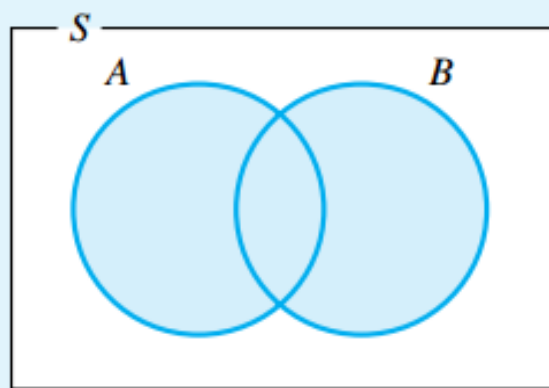


Ins_NN	LastName
0075623132	ابراهیمی

اجتماع و اشتراک

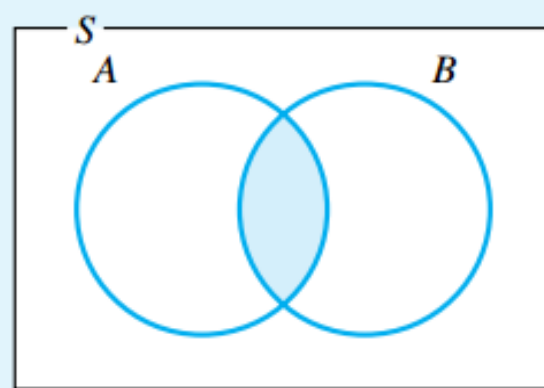
- نکته: دو رابطه ای که در عملگرهای اجتماع و اشتراک شرکت می کنند باید از نظر نوع سازگار (Type Compatible) باشند.
- شرایط سازگاری:
 1. درجه دو رابطه یکسان باشد.
 2. میدان های تعریف شده روی رابطه ها یکسان باشد.

Union



$A \cup B$ is shaded

Intersect



$A \cap B$ is shaded

مثال (اجتماع)

A

A1	A2
1	2
1	5
2	3

B

A1	A2
3	2
9	1
6	8
5	4
2	3



A1	A2
1	2
1	5
2	3
3	2
9	1
6	8
5	4

مثال (اجتماع)

Insured_1

Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان

Insured_2

Ins_NN	Valid	LastName	Province
4569852289	1	پیری	سمنان
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1729874488	0	ربانی	آذرشرقی
2118998722	1	شعبان پور	گلستان
3776623126	1	زاهدی	کردستان



$Insured_1 \cup Insured_2$ or $Insured_1$ Union $Insured_2$

Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان
4569852289	1	پیری	سمنان
1729874488	0	ربانی	آذرشرقی
2118998722	1	شعبان پور	گلستان
3776623126	1	زاهدی	کردستان

مثال (اشتراک)

A

A1	A2
1	2
1	5
2	3

B

A1	A2
3	2
9	1
6	8
5	4
2	3

$A \cap B$



A1	A2
2	3

مثال (اشتراک)

Insured_1

Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان

Insured_2

Ins_NN	Valid	LastName	Province
4569852289	1	پیری	سمنان
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1729874488	0	ربانی	آذرشرقی
2118998722	1	شعبان پور	گلستان
3776623126	1	زاهدی	کردستان

$Insured_1 \cap Insured_2$ or $Insured_1$ Intersect $Insured_2$



Ins_NN	Valid	LastName	Province
0075623132	0	ابراهیمی	تهران

مثال (تفاضل)

A

A1	A2
1	2
1	5
2	3

$A - B$



A1	A2
1	2
1	5

B

A1	A2
3	2
9	1
6	8
5	4
2	3

$B - A$



A1	A2
3	2
9	1
6	8
5	4

مثال (تفاضل)

Insured_1

Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان

Insured_1 - Insured_2



Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان

Insured_2

Ins_NN	Valid	LastName	Province
4569852289	1	پیری	سمنان
0075623132	0	ابراهیمی	تهران
1729874488	0	ربانی	آذرشرقی
2118998722	1	شعبان پور	گلستان
3776623126	1	زاهدی	کردستان

Insured_2 - Insured_1

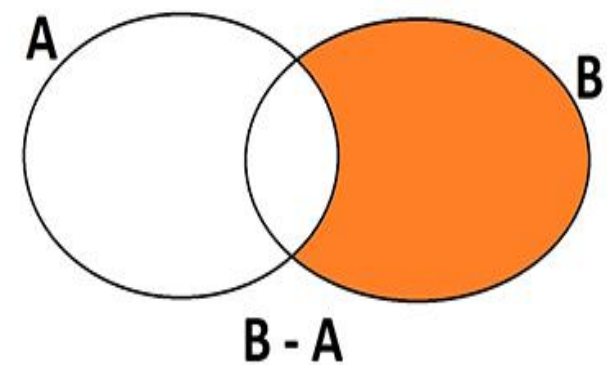
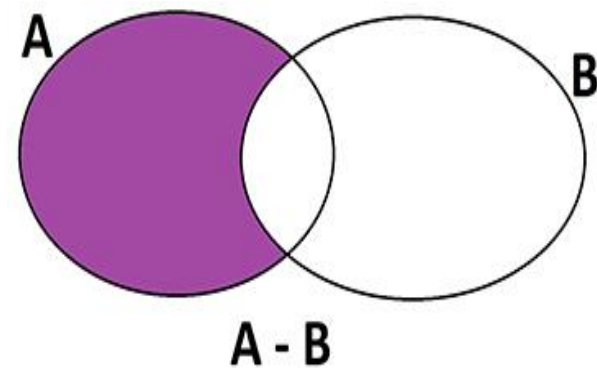


Ins_NN	Valid	LastName	Province
4569852289	1	پیری	سمنان
1729874488	0	ربانی	آذرشرقی
2118998722	1	شعبان پور	گلستان
3776623126	1	زاهدی	کردستان

خواص تفاضل

$$A - B \neq B - A$$

$$A - (B - C) \neq (A - B) - C$$



مثال (ضرب دکارتی یا کارتزین)

A

A1
1
3
2

B

B1
3
9
6
5
2

$$A \times B$$



A1	B1
1	3
1	9
1	6
1	5
1	2
3	3
3	9
3	6
3	5
3	2
2	3
2	9
2	6
2	5
2	2

تعداد سطرها = تعداد سطرهای جدول اول * تعداد سطرهای جدول دوم
تعداد ستون ها = تعداد ستون های جدول اول + تعداد ستون های جدول دوم

مثال (ضرب دکارتی یا کارتزین)


Insured

Ins_NN	Valid	LastName	Province
0381731389	1	اصغری	قم
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی
2118546782	1	فراهانی	گلستان

Prescription

PID	Ins_NN	VisitDate
23258	0381731389	14010121
23589	0075623132	14010203
25648	1386522588	14010507

$A \times B$



Insured.Ins_NN	Valid	LastName	Province	PID	Prescription.Ins_NN	VisitDate
0381731389	1	اصغری	قم	23258	0381731389	14010121
0381731389	1	اصغری	قم	23589	0075623132	14010203
0381731389	1	اصغری	قم	25648	1386522588	14010507
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی	23258	0381731389	14010121
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی	23589	0075623132	14010203
1386522588	1	محمدی فر	آذرشرقی	25648	1386522588	14010507
2118546782	1	فراهانی	گلستان	23258	0381731389	14010121
2118546782	1	فراهانی	گلستان	23589	0075623132	14010203
2118546782	1	فراهانی	گلستان	25648	1386522588	14010507

خواص ضرب کارتزین

$$A \times B = B \times A$$

$$A \times (B \times C) = (A \times B) \times C$$

- در منطق جبر رابطه ای ضرب کارتزین دارای خاصیت جابجایی و شرکت پذیری است. ضرب کارتزین در تئوری مجموعه ها در ریاضیات خاصیت جابجایی و شرکت پذیری ندارد.

پیوند طبیعی (Natural Join)

- برای انجام عملگر Join ابتدا دو رابطه را با هم ضرب کرده و سطرهایی که دارای شرط Join هستند را گزینش کرده و در نهایت ستون های تکراری را با عملگر پرتو حذف می کنیم.
- در واقع عملگر پیوند از سه عملگر ضرب، گزینش و پرتو تشکیل شده است.

R1	
A	B
1	2
3	5
2	4

R2	
A	C
3	1
9	4
6	6
5	9
2	5

R1 Join R2



A	B	C
3	5	1
2	4	5

مثال (پیوند طبیعی)

R1

A	B	C
1	2	3
3	5	4
2	4	6

R2

A	C	D	E
3	1	5	9
3	4	7	5
2	6	2	8
5	9	4	3
2	6	5	1

R1 Join R2



$R1 \bowtie R2$

A	B	C	D	E
3	5	4	7	5
2	4	6	2	8
2	4	6	5	1

مثال (راه حل کلی پیوند طبیعی)

R1

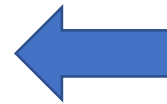
A	B	C
1	2	3
3	5	4
2	4	6

R2

A	C	D	E
3	1	5	9
3	4	7	5
2	6	2	8
5	9	4	3
2	6	5	1



R1.A	B	R1.C	R2.A	R2.C	D	E
1	2	3	3	1	5	9
1	2	3	3	4	7	5
1	2	3	2	6	2	8
1	2	3	5	9	4	3
1	2	3	2	6	5	1
3	5	4	3	1	5	9
3	5	4	3	4	7	5
3	5	4	2	6	2	8
3	5	4	5	9	4	3
3	5	4	2	6	5	1
2	4	6	3	1	5	9
2	4	6	3	4	7	5
2	4	6	2	6	2	8
2	4	6	5	9	4	3
2	4	6	2	6	5	1



A	B	C	D	E
3	5	4	7	5
2	4	6	2	8
2	4	6	5	1

نکاتی راجع به پیوند طبیعی

$$A \bowtie B = B \bowtie A$$

$$A \bowtie (B \bowtie C) = (A \bowtie B) \bowtie C$$

$$A \bowtie B = A \times B \quad \Rightarrow \quad A \cap B = \varnothing$$

$$A \bowtie B = A \cap B \quad \Rightarrow \quad A = B$$

• اگر $C(\text{Join})$ کاردینالیتی رابطه حاصل از پیوند طبیعی دو رابطه و $C(\text{Cart})$ کاردینالیتی حاصل از ضرب کارتزین دو رابطه باشد، در این صورت $C(\text{Join})/C(\text{Cart})$ را ضریب گزینش پیوند (Join selectivity factor) می نامیم.

نیم پیوند یا شبه الحاقی (Semi-Join)

عملگر نیم پیوند (\bowtie) مشابه پیوند طبیعی است با این تفاوت که فقط ستون های جدول اول را می دهد.

$$R1 \bowtie R2 = \Pi_{R1}(R1 \Join R2)$$

نکته ۱: ممکن است تعداد سطرهای خروجی به مراتب کمتر از پیوند طبیعی باشد، زیرا با کنار رفتن چند ستون، سطرهای تکراری پدید می آیند و حذف می شوند.

نکته ۲: از آنجایی که نیم پیوند ستون های جدول اول را می دهد خاصیت جابجایی ندارد.

مثال (نیم پیوند)

R1

A	B
1	2
3	5
2	4

R2

A	C
3	1
9	4
6	6
5	9
2	5

R1 semi-join R2



$R1 \bowtie R2$

A	B
3	5
2	4

مثال (نیم پیوند)

R1

A	B	C
1	2	3
3	5	4
2	4	6

R2

A	C	D	E
3	1	5	9
3	4	7	5
2	6	2	8
5	9	4	3
2	6	5	1

R1 semi-join R2



$R1 \bowtie R2$

A	B	C
3	5	4
2	4	6

نکاتی راجع به نیم پیوند

$$A \lt B \neq B \lt A$$

$$A \circ B = A \circ (B \lt A)$$

$$A \circ B = B \circ (A \lt B)$$

$$A \circ B = (A \lt B) \circ (B \lt A)$$

پیوند شرطی (θ – join) یا Theta Joins

- این عملگر، زیر مجموعه ای از ضرب کارتزین است که شرط θ روی سطرهای آن اعمال شده باشد. ستون های خروجی معادل ستون های ضرب کارتزین است.

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

- اگر شرط θ به صورت "=" بیان شود آنگاه پیوند شرطی به پیوند طبیعی تبدیل می گردد.

فرا پیوند (Outer-Join)

• به سه دسته تقسیم می شود:

1. فرایوند چپ (Left Outer Join) با نماد L-O-JOIN
2. فرایوند راست (Right Outer Join) با نماد R-O-JOIN
3. فرایوند کامل (Full Outer Join) با نماد F-O-JOIN

فراپیوند چپ (Left Outer Join)

- گونه ای از عملگر پیوند طبیعی است با این تفاوت که علاوه بر تاپل های پیوند شدنی از دو رابطه، تاپل های پیوند نشدنی از رابطه چپ هم، پیوند شده با مقادیر Null در جواب وارد می شوند.
- مثال: لیست تمام دپارتمان با نام دانشجویانی مشغول به تحصیل (حتی اگر دانشجویی ثبت نشده باشد)

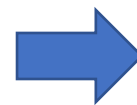
```
Select Name, Department_name From Department Left Outer Join Student ON Student.Department_ID=Department.ID
```

Student_ID	Name	Department_ID	Sem
10026	Jimmy	CS	2
02256	Joseph	MS	4
56362	Harry	CS	3
54454	Ronni	ET	8
10365	Rosy	BT	6
05489	Peter	MT	4
30006	Stiffen	CT	5

Student

ID	Department_name
CS	Computer Science
MS	Mechanical science
ET	Electronics and Telecommunication
IT	Information Technology
CT	Civil Technology
BT	Bio Technology

Department



Name	Department_name
Jimmy	Computer Science
Harry	Computer Science
Joseph	Mechanical science
Stiffen	Mechanical science
Ronni	Electronics and Telecommunication
Null	Information Technology
Stiffen	CT
Rosy	Bio Technology

فراپیوند راست (Right Outer Join)

- در فراپیوند راست، تاپل های پیوند نشدنی از رابطه راست، پیوند شده با مقادیر Null در جواب وارد می شوند.
- مثال: لیست تمام دانشجویان با نام دپارتمان آنها (حتی اگر دپارتمانی برایشان ثبت نشده باشد)

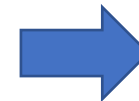
```
Select Name, Department_name From Department Right Outer Join  
Student ON Student.Department_ID=Department.ID
```

Student_ID	Name	Department_ID	Sem
10026	Jimmy	CS	2
02256	Joseph	MS	4
56362	Harry	CS	3
54454	Ronni	ET	8
10365	Rosy	BT	6
05489	Peter	MT	4
30006	Stiffen	CT	5

Student

ID	Department_name
CS	Computer Science
MS	Mechanical science
ET	Electronics and Telecommunication
IT	Information Technology
CT	Civil Technology
BT	Bio Technology

Department



Name	Department_name
Jimmy	Computer Science
Joseph	Mechanical Science
Harry	Computer Science
Ronni	Electronics and Telecommunication
Rosy	Bio Technology
Peter	Null
Stiffen	Civil Technology

فراپیوند کامل (Full Outer Join)

- در فراپیوند کامل، تاپل های پیوند نشدنی هم از رابطه راست و هم از رابطه چپ، پیوند شده با مقادیر Null در جواب وارد می شوند.

Select Name, Department_name From Student Full Outer Join
Department ON Student.Department_ID=Depoartment.ID

Student_ID	Name	Department_ID	Sem
10026	Jimmy	CS	2
02256	Joseph	MS	4
56362	Harry	CS	3
54454	Ronni	ET	8
10365	Rosy	BT	6
05489	Peter	MT	4
30006	Stiffen	CT	5

Student

ID	Department_name
CS	Computer Science
MS	Mechanical science
ET	Electronics and Telecommunication
IT	Information Technology
CT	Civil Technology
BT	Bio Technology

Department



Name	Department_name
Jimmy	Computer Science
Joseph	Mechanical science
Harry	Computer Science
Ronni	Electronics and Telecommunication
Rosy	Bio Technology
Peter	NULL
Stiffen	Civil Technology
NULL	Information Technology

عملگر نامگذاری یا تغییر نام (Rename)

نام B روی جدول A هم گذاشته می شود و بدون ذخیرسازی مجدد می توان از آن دوبار استفاده کرد.

$$\rho_B A$$

مثال: جدول اساتید را با مشخصات زیر در نظر بگیرید:

Prof (pn, O#, esp, degree, clg#)

(شماره دانشکده، مدرک، تخصص، شماره دفتر، نام استاد) جدول استاد

حال مشخصات اساتیدی را بدهید که دفتر کارشان مشترک است:

$$prof \ X_{\text{prof.O\#=k.O\#} \wedge \text{prof.pn} \neq \text{k.pn}} \rho_k (\Pi_{\text{pn,O\#}} (prof))$$

عملگر تقسیم (DIVIDEBY)

• کاربرد عملگر تقسیم زمانی است که بخواهیم تمامی حالت های یک اتفاق را بررسی کنیم مثل حالت های زیر:

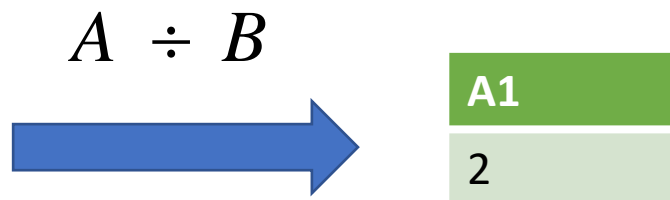
- درس هایی که توسط همه دانشکده ها ارائه می شوند.
- اسامی تهیه کنندگانی که همه قطعات را تولید می کنند.
- اسامی دانشجویانی که تمام درس های یک استاد را گرفته اند.

نکته: دو رابطه $R1(A1, A2, \dots, An, B1, B2, \dots, Bm)$ و $R2(B1, B2, \dots, Bm)$ را در نظر بگیرید. شرط تقسیم این است که $X \subseteq Z$ باشد. اگر $Y = Z - X$ باشد، حاصل عبارت $R1(Z) \div R2(X)$ رابطه $R3(Y)$ می شود.

مثال (تقسیم)

- حاصل تقسیم، رکوردهایی از A است که شامل همه رکوردهای B باشد.

A	
A1	A2
3	2
2	1
6	8
5	4
2	3
5	2
3	7
4	6



B	
A2	
3	
1	

مثال (تقسیم)

A		
A1	A2	A3
3	2	6
3	2	5
6	8	2
5	4	5
2	3	7
5	4	6
3	7	8
4	6	1

$$A \div B$$



A1	A2
3	2
5	4

B	
A3	
5	
6	

مثال (تقسیم)

R1

Buyer	Product
1	A
1	B
1	C
1	D
2	B
2	C
2	D
2	E
3	A
3	B
3	C
3	E
4	B

- تمامی خریدارانی که سه محصول A، B و C را خریداری کرده اند.

R2

Product
A
B
C

$R1 \div R2$



Buyer
1
3

مثال (تقسیم)

$$\Pi_{ENO,PNO}(WorksOn) \div \Pi_{PNO}(Proj)$$

WorksOn

ENO	PNO	PNAME	BUDGET
E1	P1	Instrumentation	150000
E2	P1	Instrumentation	150000
E2	P2	Database Develop.	135000
E3	P1	Instrumentation	150000
E3	P4	Maintenance	310000
E4	P2	Instrumentation	150000
E5	P2	Instrumentation	150000
E6	P4	Maintenance	310000
E7	P3	CAD/CAM	250000
E8	P3	CAD/CAM	250000

Proj

PNO	PNAME	BUDGET
P1	Instrumentation	150000
P4	Maintenance	310000



ENO
E3

عملگر جایگزینی

- با علامت \leftarrow جدول حاصل از دستورات ذخیره می شود تا در ادامه کار مورد استفاده قرار گیرد.
- در صورت طولانی بودن دستور می توان با جایگزینی ، آن را در چند مرحله نوشت.
- در برخی اوقات نماد $=:$ و در برخی موارد دیگر از عبارت GIVING برای این منظور استفاده می شود.

$$\Pi_{\text{Sname}}(\sigma_{P\#='P2'}(S \bowtie SP))$$

- مثال: اسامی تهیه کنندگان قطعه P2 را بدهید:

$$\text{temp1} \leftarrow S \bowtie SP$$

$$\text{temp2} \leftarrow \sigma_{P\#='P2'}(\text{temp1})$$

$$\Pi_{\text{Sname}}(\text{temp2})$$

عملگر بسط (Extend)

- Extend یک رابطه را گرفته و رابطه ای دیگر را بر می گرداند که همانند رابطه اولیه است، با این تفاوت که حاوی صفت دیگری است که مقادیر آن با ارزیابی یک عبارت محاسباتی به دست می آید.

• مثال:

Extend P ADD (weight *454) AS GMWT

P

P#	Pname	weight
P1	Nut	12
P2	Bolt	17
P3	Screw	17



P#	Pname	weight	GMWT
P1	Nut	12	5448
P2	Bolt	17	7718
P3	Screw	17	7718

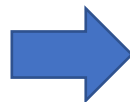
عملگر خلاصه یا گروه بندی (Summarize)

- Summarize یک عملگر تک عملوندی است و تاپل های یک رابطه را بر اساس یک یا بیش از یک صفت گروه بندی می کند و آنگاه محاسبه ای روی مقادیر صفت دیگری انجام می دهد.
- مثال:

Summarize SP PER SP{P#} ADD SUM(Qty) AS TOTQTY

SP

S#	P#	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200



P#	TOTQTY
P1	600
P2	800
P3	400

عملگر خلاصه یا گروه بندی (Summarize)

- در بعضی مراجع به جای کلمه PER از کلمه کلیدی BY استفاده می شود.

Summarize SP By (P#) ADD SUM(Qty) AS TOTQTY

- مثال: Summarize (P Join SP) PER P{city} ADD Count(QTY) AS NSP

P				SP				
P#	color	type	city	S#	P#	QTY		
P1	Red	Iron	Tehran	S1	P1	300		city
P2	Green	Copper	Tabriz	S1	P2	200	→	NSP
P3	Blue	Brass	Shiraz	S1	P3	400		Tehran
P4	Red	Iron	Tehran	S2	P1	300		Tabriz
				S2	P2	400		Shiraz
				S3	P2	200		Tehran
								0

کامل بودن جبر رابطه ای

- با ترکیب عملگرهای مختلف می توان عبارات جبری نوشت و حاصل ارزیابی هر عبارت معتبر، باز هم یک رابطه است. بنابراین می گوییم جبر رابطه ای کامل است یا به عبارت دیگر اکمال رابطه ای (Relationally Completeness) دارد.
- مجموعه عملگرهای مبنایی $\{\sigma, \Pi, \cup, -, \times, \leftarrow\}$ یک مجموعه کامل می باشند و هر عملگر دیگر را می توان بر حسب آنها بیان کرد.
- مثال:

$$A \cap B = A - (A - B)$$

- تمرین: نحوه تعریف سایر عملگرها بر حسب عملگرهای اصلی را شرح دهید.

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

S

SNO	SNAME	STATUS	CITY
S1	Smith	20	London
S2	Jones	10	Paris
S3	Blake	30	Paris
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athens

P

PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P1	Nut	Red	12.0	London
P2	Bolt	Green	17.0	Paris
P3	Screw	Blue	17.0	Oslo
P4	Screw	Red	14.0	London
P5	Cam	Blue	12.0	Paris
P6	Cog	Red	19.0	London

SP

SNO	PNO	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S1	P4	200
S1	P5	100
S1	P6	100
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200
S4	P2	200
S4	P4	300
S4	P5	400

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

$$\sigma_{SNAME='Jones'}(S)$$

• مشخصات تولید کنندگانی که نام آنها Jones است:

S

SNO	SNAME	STATUS	CITY
S1	Smith	20	London
S2	Jones	10	Paris
S3	Blake	30	Paris
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athens

P

PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P1	Nut	Red	12.0	London
P2	Bolt	Green	17.0	Paris
P3	Screw	Blue	17.0	Oslo
P4	Screw	Red	14.0	London
P5	Cam	Blue	12.0	Paris
P6	Cog	Red	19.0	London

SP

SNO	PNO	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S1	P4	200
S1	P5	100
S1	P6	100
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200
S4	P2	200
S4	P4	300
S4	P5	400

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

$\Pi_{PNO, PNAME}(\sigma_{CITY='London'}(P))$

• نام و شماره قطعاتی که در شهر لندن تولید شده اند:

S

SNO	SNAME	STATUS	CITY
S1	Smith	20	London
S2	Jones	10	Paris
S3	Blake	30	Paris
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athens

P

PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P1	Nut	Red	12.0	London
P2	Bolt	Green	17.0	Paris
P3	Screw	Blue	17.0	Oslo
P4	Screw	Red	14.0	London
P5	Cam	Blue	12.0	Paris
P6	Cog	Red	19.0	London

SP

SNO	PNO	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S1	P4	200
S1	P5	100
S1	P6	100
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200
S4	P2	200
S4	P4	300
S4	P5	400

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

$\Pi_{SNO, PNO}(\sigma_{QTY \geq 300}(SP))$

- شماره تهیه کنندگان و شماره قطعاتی که بیش از ۳۰۰ عدد از آن قطعه تولید کرده اند:

S

SNO	SNAME	STATUS	CITY
S1	Smith	20	London
S2	Jones	10	Paris
S3	Blake	30	Paris
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athens

P

PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P1	Nut	Red	12.0	London
P2	Bolt	Green	17.0	Paris
P3	Screw	Blue	17.0	Oslo
P4	Screw	Red	14.0	London
P5	Cam	Blue	12.0	Paris
P6	Cog	Red	19.0	London

SP

SNO	PNO	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S1	P4	200
S1	P5	100
S1	P6	100
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200
S4	P2	200
S4	P4	300
S4	P5	400

- نام قطعاتی که بیش از ۳۰۰ عدد از آن قطعه تولید شده؟

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

$$\Pi_{CITY}(S) \cup \Pi_{CITY}(P)$$

• مجموعه شهرهای تولید کننده و قطعات:

S

SNO	SNAME	STATUS	CITY
S1	Smith	20	London
S2	Jones	10	Paris
S3	Blake	30	Paris
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athens

P

PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P1	Nut	Red	12.0	London
P2	Bolt	Green	17.0	Paris
P3	Screw	Blue	17.0	Oslo
P4	Screw	Red	14.0	London
P5	Cam	Blue	12.0	Paris
P6	Cog	Red	19.0	London

SP

SNO	PNO	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S1	P4	200
S1	P5	100
S1	P6	100
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200
S4	P2	200
S4	P4	300
S4	P5	400

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

$\Pi_{SNAME}(\sigma_{PNO='P1'}(SP \bowtie S))$

• نام تهیه کنندگانی که قطعه P1 را تولید کرده اند:

S

SNO	SNAME	STATUS	CITY
S1	Smith	20	London
S2	Jones	10	Paris
S3	Blake	30	Paris
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athens

P

PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P1	Nut	Red	12.0	London
P2	Bolt	Green	17.0	Paris
P3	Screw	Blue	17.0	Oslo
P4	Screw	Red	14.0	London
P5	Cam	Blue	12.0	Paris
P6	Cog	Red	19.0	London

SP

SNO	PNO	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S1	P4	200
S1	P5	100
S1	P6	100
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200
S4	P2	200
S4	P4	300
S4	P5	400

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

- نام تهیه کنندگانی که قطعه P1 را تولید نکرده اند:

$$\Pi_{SNAME}(S) - \Pi_{SNAME}(\sigma_{PNO='P1'}(SP \Join S))$$

$$\Pi_{SNAME}((\Pi_{SNO}(S) - \Pi_{SNO}(\sigma_{PNO='P1'}(SP))) \Join S)$$

- کدامیک از عبارت بالا بهینه است؟

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

- نام تهیه کنندگانی که تمامی قطعات را تولید کرده اند:

$$\Pi_{SNAME} ((\Pi_{SNO, PNO} (SP) \div \Pi_{PNO} (P)) \bowtie S)$$

S

SNO	SNAME	STATUS	CITY
S1	Smith	20	London
S2	Jones	10	Paris
S3	Blake	30	Paris
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athens

P

PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P1	Nut	Red	12.0	London
P2	Bolt	Green	17.0	Paris
P3	Screw	Blue	17.0	Oslo
P4	Screw	Red	14.0	London
P5	Cam	Blue	12.0	Paris
P6	Cog	Red	19.0	London

SP

SNO	PNO	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S1	P4	200
S1	P5	100
S1	P6	100
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200
S4	P2	200
S4	P4	300
S4	P5	400

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

- مشخصات تهیه کنندگانی که تمامی قطعات را تهیه کرده اند:

$$S \propto ((\Pi_{SNO,PNO}(SP) \div \Pi_{PNO}(P)))$$

S

SNO	SNAME	STATUS	CITY
S1	Smith	20	London
S2	Jones	10	Paris
S3	Blake	30	Paris
S4	Clark	20	London
S5	Adams	30	Athens

P

PNO	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P1	Nut	Red	12.0	London
P2	Bolt	Green	17.0	Paris
P3	Screw	Blue	17.0	Oslo
P4	Screw	Red	14.0	London
P5	Cam	Blue	12.0	Paris
P6	Cog	Red	19.0	London

SP

SNO	PNO	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S1	P4	200
S1	P5	100
S1	P6	100
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200
S4	P2	200
S4	P4	300
S4	P5	400

مثال (پایگاه داده تهیه کننده-قطعه)

- شماره قطعاتی که توسط تولید کننده S2 تولید شده و وزن آنها بین ۱۵ تا ۱۷ پوند باشد:

$$\Pi_{PNO}(\sigma_{SNO='S2'}(SP)) \cap \Pi_{PNO}(\sigma_{15 \leq WEIGHT \leq 17}(P))$$

- شماره قطعاتی که توسط تولید کننده S2 تولید شده یا وزن آنها بین ۱۵ تا ۱۷ پوند باشد:

$$\Pi_{PNO}(\sigma_{SNO='S2'}(SP)) \cup \Pi_{PNO}(\sigma_{15 \leq WEIGHT \leq 17}(P))$$

مثال (پایگاه داده دانشگاه)

Stud

<u>S#</u>	sname	city	AVG	Clg#
2	Maryam	Qazvin	16.25	100
5	Pedram	Tehran	18.12	102
6	Ali	Tehran	17.3	101
9	Reza	Tabriz	14.9	102
3	Behnaz	Shiraz	19.02	100

Prof

<u>pname</u>	ESP	degree	Clg#
Akbari	Computer	PhD	100
Tizbal	physics	PhD	102
Hashemi	English	PhD	101
Solatni	physics	PhD	102
Karimi	Computer	PhD	100

Sec

<u>Sec#</u>	<u>S#</u>	<u>C#</u>	<u>Term</u>	pname	score
502	3	22	982	Tizbal	18
502	6	22	981	Tizbal	15
501	2	23	971	Hashemi	16
500	6	20	961	Akbari	17
505	5	21	952	Akbari	14
505	9	22	972	Solatni	15

Crs

<u>C#</u>	cname	unit	Clg#
22	physics	3	102
21	C++	4	100
20	Database	3	100
23	English	2	101

Clg

<u>Clg#</u>	clgname	city	pname
100	Computer	Qazvin	Akbari
101	English	Yazd	Hashemi
102	physics	Tehran	Solatni

مثال (پایگاه داده دانشگاه)

- شماره و نام دانشجویان معدل الف را بدست آورید:

$$\Pi_{S\#,sname}(\sigma_{AVG \geq '17'}(Stud))$$

Stud

<u>S#</u>	sname	city	AVG	Clg#
2	Maryam	Qazvin	16.25	100
5	Pedram	Tehran	18.12	102
6	Ali	Tehran	17.3	101
9	Reza	Tabriz	14.9	102
3	Behnaz	Shiraz	19.02	100

مثال (پایگاه داده دانشگاه)

- شماره دانشجویانی که دروس ۳ واحدی را برداشته اند:

$$\Pi_{S\#}(\sigma_{unit='3'}(Crs \bowtie Sec))$$

Sec

Sec#	<u>S#</u>	<u>C#</u>	<u>Term</u>	pname	score
502	3	22	982	Tizbal	18
502	6	22	981	Tizbal	15
501	2	23	971	Hashemi	16
500	6	20	961	Akbari	17
505	5	21	952	Akbari	14
505	9	22	972	Solatni	15

Crs

<u>C#</u>	cname	unit	Clg#
22	physics	3	102
21	C++	4	100
20	Database	3	100
23	English	2	101



<u>S#</u>
6
3
9

مثال (پایگاه داده دانشگاه)

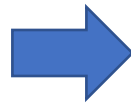
- نام دانشجویانی که دروس ۳ واحدی را برداشته اند:

$$\Pi_{sname}(Stud \bowtie \Pi_{S\#}(\sigma_{unit='3'}(Crs \bowtie Sec)))$$



<u>S#</u>	sname	city	AVG	Clg#
2	Maryam	Qazvin	16.25	100
5	Pedram	Tehran	18.12	102
6	Ali	Tehran	17.3	101
9	Reza	Tabriz	14.9	102
3	Behnaz	Shiraz	19.02	100

<u>S#</u>
6
3
9



<u>S#</u>	sname	city	AVG	Clg#
6	Ali	Tehran	17.3	101
3	Behnaz	Shiraz	19.02	100
9	Reza	Tabriz	14.9	102



sname
Ali
Behnaz
Reza

مثال (پایگاه داده دانشگاه)

- شماره دانشجویانی که تمامی دروس ۳ واحدی را برداشته اند:

$$\Pi_{S\#,C\#}(\text{Sec}) \div \Pi_{C\#}(\sigma_{unit='3'}(Crs))$$

Sec#	<u>S#</u>	<u>C#</u>	<u>Term</u>	pname	score
502	3	22	982	Tizbal	18
502	6	22	981	Tizbal	15
501	2	23	971	Hashemi	16
500	6	20	961	Akbari	17
505	5	21	952	Akbari	14
505	9	22	972	Solatni	15

<u>C#</u>	cname	unit	Clg#
22	physics	3	102
21	C++	4	100
20	Database	3	100
23	English	2	101



S#
6

مثال (پایگاه داده دانشگاه)

- شهر محل سکونت دانشجویانی که تمامی دروس ۳ واحدی را برداشته اند:

$$\Pi_{city}(Stud \propto (\Pi_{S\#,C\#}(Sec) \div \Pi_{C\#}(\sigma_{unit='3'}(Crs))))$$



<u>S#</u>	sname	city	AVG	Clg#
2	Maryam	Qazvin	16.25	100
5	Pedram	Tehran	18.12	102
6	Ali	Tehran	17.3	101
9	Reza	Tabriz	14.9	102
3	Behnaz	Shiraz	19.02	100



<u>S#</u>
6



<u>S#</u>	sname	city	AVG	Clg#
6	Ali	Tehran	17.3	101



city
Tehran

قواعد بهینه سازی

- گزینش را هر چه ممکن است زودتر انجام دهید.
- شرط های ترکیبی را به شرط های متوالی تبدیل کنید. $\sigma_{c1 \wedge c2}(A) \Rightarrow \sigma_{c1}(\sigma_{c2}(A))$
- عملگر های ترکیبی مثل عملگر های مجموعه ای و پیوند را در انتها بیاورید.
- در گزینش های تو در تو (Nested) حالت بهینه اینست که گزینش داخلی مربوط به جدول کوچکتر باشد.