

۱- با در نظر گرفتن شمای رابطه ای زیر و با استفاده از جبر رابطه ای به سوالات پاسخ دهید.

Recipe(name, inventor, kitchen)

Ingredient(recipe, foodItem, ounces)

foodItem(item, type, calories)

stock(foodItem, shop, price)

رابطه recipe دستور العمل، ingredient مواد تشکیل دهنده، fooditem مواد غذایی و stock برای نمایش قیمت و فروشگاه مواد غذایی است.

ویژگی‌هایی که زیر آنها خط کشیده شده است، کلید اصلی رابطه هستند.

ویژگی recipe در رابطه ingredient یک کلید خارجی برای رابطه recipe است. ویژگی fooditem از رابطه ingredient

یک کلید خارجی برای رابطه fooditem است. ویژگی fooditem از رابطه Stock یک کلید خارجی برای رابطه fooditem است.

الف) نام مواد غذایی‌ای که از نوع "گندم" یا "گوشت" هستند و حداقل ۲۰ کالری در هر اونس (ویژگی کالری) دارند. (منظور از نام مواد غذایی همان ویژگی item است و فرض شود واحد ویژگی کالری اونس است)

$\Pi \text{ item } (\sigma (\text{type} = \text{"گندم"} \vee \text{type} = \text{"گوشت"}) \wedge \text{calories} \geq 20(\text{FoodItem}))$

ب) قیمت و نام همه‌ی مواد غذایی‌ای که از نوع "گندم" هستند و در فروشگاه "رضایی" فروخته می‌شوند.

$\Pi \text{ item, price } (\sigma (\text{shop} = \text{"رضایی"} \wedge \text{type} = \text{"گندم"})(\text{foodItem} \bowtie_{\text{item} \leftarrow \text{foodItem}(\text{stock}))})$

ج) نام تمامی دستور العمل‌هایی که شامل مواد غذایی از نوع "گوشت" می‌باشند.

$\Pi \text{ recipe } (\sigma (\text{type} = \text{"گوشت"})(\text{ingredient} \bowtie_{\text{foodItem} = \text{item}} \text{FoodItem}))$

د) نام تمامی دستور العمل‌هایی که شامل "پیاز" و "پنیر پیتزا" می‌باشند.

$\Pi \text{ recipe } (\sigma (\text{foodItem} = \text{"پیاز"})(\text{ingredient})) \cap \Pi \text{ recipe } (\sigma (\text{foodItem} = \text{"پنیر پیتزا"})(\text{ingredient}))$

ه) میانگین قیمت مواد غذایی از هر نوع را بدست آورید.

$\text{typePrice} \leftarrow \text{foodItem} \bowtie_{\text{item} = \text{foodItem}} \text{stock}$

$q \leftarrow_{\text{type}} G_{\text{avg}(\text{price})}(\text{typePrice})$

و) تعداد کل اونس کالری موجود در همه مواد غذایی تشکیل دهنده یک دستور العمل را بدست آورید.

$t\text{Cal} \leftarrow \Pi \text{ recipe, ounces} * \text{calories} \rightarrow t\text{tlCal}(\text{ingredient} \bowtie_{\text{foodItem} = \text{item}} \text{FoodItem})$

$q \leftarrow_{\text{recipe}} G_{\text{sum}(t\text{tlCal})}(t\text{Cal})$

۲- پایگاه داده زیر را برای یک لیگ ورزشی در نظر بگیرید. در این لیگ هر شهر ممکن است چندین تیم داشته باشد (به عنوان مثال، نیویورک). تیم های این لیگ به دو کنفرانس تقسیم می شوند: AFC و NFC. در داخل هر کنفرانس، چهار بخش وجود دارد: شمال، جنوب، شرق و غرب. بازی ها توسط تیم های "home" و "away" (یعنی مسافرها) انجام می شوند و تیم ها توسط teamID شناسایی می شوند. برای مثال، بازی شماره ۷ در تاریخ ۱۹۸۰/۹/۸ بین آتلانتا (۲۴ امتیاز) و آریزونا (۶ امتیاز) انجام شده است.

**Team**

teamID	city	name	conference	division	networth
0	Seattle	Seahawks	NFC	West	500M
1	Cleveland	Browns	AFC	North	100M
2	Pittsburgh	Steelers	AFC	North	-50M
3	San Francisco	49ers	NFC	West	800M
4	Oakland	Raiders	AFC	West	350M
5	Arizona	Cardinals	NFC	West	400M
6	Miami	Dolphins	AFC	East	200M
7	Houston	Texans	AFC	South	250M
8	New York	Giants	NFC	East	800M
9	New York	Jets	AFC	East	400M
10	Buffalo	Bills	AFC	East	100M
11	Atlanta	Falcons	NFC	South	200M
12	Baltimore	Ravens	AFC	North	0M
13	Indianapolis	Colts	AFC	South	90M

**Game**

gameID	awayTeam	homeTeam	date	year	awayScore	homeScore
0	0	11	9/2	2012	0	3
1	3	13	10/17	2009	23	0
2	5	10	10/10	2012	10	10
3	4	9	11/20	2015	17	7
4	2	7	9/27	2014	7	14
5	9	8	10/30	1990	14	15
6	8	3	8/30	1980	21	9
7	11	5	9/8	1980	24	6
8	4	2	10/28	1981	35	15
9	12	10	11/27	2012	3	40
...	...	...	...	...	...	...

**Coach**

name	teamID	title
Carroll	0	Head Coach
Jackson	1	Head Coach
Tomlin	2	Head Coach
Kelly	3	QB Coach
Brown	1	Strength Coach
Chiu	0	Neck Coach
...	...	...

با در نظر گرفتن این پایگاه داده، به سوال زیر با استفاده از جبر رابطه ای پاسخ دهید.

الف) نام و شهر تمامی تیم‌هایی که مربی (coach) ندارند.

$\Pi \text{ name, city}(\text{Team}) - \Pi \text{ name, city}(\text{Team} \bowtie \text{Coach})$

ب) نام و شهر تمامی تیم‌هایی که Jets از سال ۱۹۸۴ به بعد به آن‌ها باخت‌ه است. (فرض نشود که teamID مربوط به Jets را می‌دانید!)

$T1 \leftarrow \Pi \text{ homeTeam}(\sigma \text{ year} > 1984 \wedge \text{awayScore} < \text{homeScore}(\sigma \text{ name} = \text{"Jets"}(\text{Team}) \bowtie$   
 $\text{teamID} = \text{awayTeam Game}))$   
 $\text{Temp1} \leftarrow \Pi \text{ name, city}(\text{Team} \bowtie_{\text{teamID} = T1.\text{homeTeam}} T1)$

$T2 \leftarrow \Pi \text{ awayTeam}(\sigma \text{ year} > 1984 \wedge \text{awayScore} > \text{homeScore}(\sigma \text{ name} = \text{"Jets"}(\text{Team}) \bowtie$   
 $\text{teamID} = \text{homeTeam Game}))$   
 $\text{Temp2} \leftarrow \Pi \text{ name, city}(\text{Team} \bowtie_{\text{teamID} = T2.\text{awayTeam}} T2)$

Solution:  $\text{Temp1} \cup \text{Temp2}$

ج) در تاریخچه لیگ تیم‌های مهمان (away) چه تعداد پیروزی بیشتر از تیم‌های میزبان (home) داشته‌اند. (اگر تیم‌های away کمتر از تیم‌های میزبان برنده شده‌اند، پاسخ شما ممکن است منفی باشد).

$G_{\text{count}(\text{gameID})}(\sigma \text{ awayScore} > \text{homeScore}(\text{Game})) - G_{\text{count}(\text{gameID})}(\sigma \text{ awayScore} < \text{homeScore}(\text{Game}))$

د) در کدام سال(ها) Bills بیشترین تعداد برد هایش را ثبت کرده است. (فرض نشود که teamID مربوط به Bills را می‌دانید!)

$\text{BillsID} \leftarrow \Pi \text{ teamID}(\sigma \text{ name} = \text{"Bills"}(\text{Team}))$

$T1 \leftarrow \rho_{(T1Year, T1Count)} \text{year } G_{\text{count}(\text{gameID})}(\sigma \text{ awayScore} > \text{homeScore}(\text{BillsID} \bowtie_{\text{BillsID.teamID} = \text{Game.awayTeam}} \text{Game}))$

$T2 \leftarrow \rho_{(T2Year, T2Count)} \text{year } G_{\text{count}(\text{gameID})}(\sigma \text{ homeScore} > \text{awayScore}(\text{BillsID} \bowtie_{\text{BillsID.teamID} = \text{Game.homeTeam}} \text{Game}))$

$\text{temp} \leftarrow (\sigma T1Year = T2Year (T1 \times T2))$

Solution:  $\Pi_{T1Year}(\text{temp}) - \Pi t.T1Year (\sigma \text{ temp.T1Count} + \text{temp.T2Count} > t.T1Count + t.T2Count$   
 $(\text{temp} \times \rho(t) \text{ temp}))$

Types (type, payForm, payTerm)

Supplier (NIF, nameS, add, type)

Products (codeP, nameP, price, amount)

Orders (num, date, NIF)

OrderLine (num, codeP)

(الف) با توجه به این روابط معنای هریک از عبارات زیر را بنویسید.

$$a) \Pi_{nameS} (Supplier \bowtie \Pi_{NIF, codeP} (Orders \bowtie OrderLine)) \div \Pi_{codeP} (OrderLine))$$

$$b) \Pi_{nameP} (p \bowtie (\Pi_{amount} (p) - \Pi_{p1 \cdot amount} (\sigma_{p1 \cdot amount < p \cdot amount} (\rho_{p1} (\Pi_{amount} (p))) \times \Pi_{amount} (p))))))$$

(a) نام تامین کنندگانی که می توانند تمام محصولات موجود در خط سفارش را تامین کنند.

(b) نام محصولاتی که بیشترین مقدار موجود را دارند.

(ب) با استفاده از جبر رابطه ای و توابع Aggregation ، نام و قیمت محصولاتی را که مقدار موجود آنها (amount) از همه کمتر است را به دست آورید.

$$minValue \leftarrow G_{min(amount)}(Products)$$

$$\Pi_{name, price} (\sigma_{amount = minValue(Products)})$$

۴-شمای رابطه ای زیر را در نظر بگیرید و با عبارات جبر رابطه ای به سوالات مربوطه پاسخ دهید.

*student(student\_name, concentration)*

*TAs(student\_name, TA\_name)*

*enrolled(student\_name, college\_name)*

این رابطه نشان دهنده دانشجویان ثبت نام شده در کالج های مختلف است و نشان می دهد که چه دانشجویانی تحت نظارت کدام TA (که خود دانشجو هستند) می باشند. فرض کنید هر دانشجو فقط یک TA دارد و این امکان وجود دارد که دانشجو در کالج ثبت نام نکند.

الف) نام تمام دانشجویانی که بر روی همان موضوع TA تمرکز می کنند.

$$\Pi_{\text{student\_name}}(\sigma_{\text{concentration} = \text{concentrationTA}}(\text{student} \bowtie (\rho_{\text{studentTA}}(\text{TA\_name}, \text{concentrationTA}, \text{student\_name}))(\text{student} \bowtie_{\text{student\_name} = \text{TA\_name}}(\rho_{\text{renameTA}}(\text{pupil\_name}, \text{TA\_name})(\text{TAs}))))))$$

ب) نام تمام دانشجویانی که در "Brown University" ثبت نام نکرده اند.

$$\Pi_{\text{student\_name}}(\text{student}) - \Pi_{\text{student\_name}}(\sigma_{\text{college\_name} = \text{"Brown University"}}(\text{enrolled}))$$

۵- عبارت معادل را برای هر کدام از موارد زیر با استفاده از عملگرهای اصلی بیان کنید.

الف) Right Outer Join

$$\Pi_{R \cup S}(S - \Pi_S(R \bowtie S)) \cup (R \bowtie S)$$

ب) Left Outer Join

$$\Pi_{R \cup S}(R - \Pi_R(R \bowtie S)) \cup (R \bowtie S)$$

ج) Full Outer Join

$$(R \bowtie S) \cup (\Pi_{R \cup S}(R - \Pi_R(R \bowtie S))) \cup (\Pi_{R \cup S}(S - \Pi_S(R \bowtie S)))$$