

# Lecture 6: The E/R Model

## جلسه ششم: مدل موجودیت-رابطه

Copyright: These slides are the modified version of the slides used in CS145 Introduction to Databases course at Stanford by Dr. Peter Bailis

# Today's Lecture

1. E/R Basics: Entities & Relations
  - ACTIVITY: Crayon time!

# 1. E/R Basics: Entities & Relations

مقدمات: موجودیتها و روابط

## چه چیزهایی را در این بخش خواهید آموخت

1. انگیزه‌ی سطح بالا برای مدل‌های موجودیت رابطه (E/R model)

2. Entities – موجودیت‌ها

3. Relations – روابط

4. فعالیت: ترسیم نمودارهای موجودیت-رابطه (بر روی کاغذ)

# Database Design

- **Database design: Why do we need it?** (طراحی پایگاه داده: چرا لازم است؟)
  - Agree on structure of the database before deciding on a particular implementation
  - توافق بر روی ساختار پایگاه داده قبل از اینکه بر روی یک پیاده‌سازی خاص تصمیم بگیریم
- **Consider issues such as** (این موارد را باید در نظر بگیرید):
  - What entities to model (چه موجودیت‌هایی را مدل کنید)
  - How entities are related (موجودیت‌ها چگونه به یکدیگر مرتبط هستند)
  - What constraints exist in the domain (چه محدودیت‌هایی بر روی دامنه‌ی مقادیر وجود دارد)
  - How to achieve good designs (چگونه به طراحی خوب دست یابیم)
- **Several formalisms exist** (روشهای مختلفی وجود دارد)
  - We discuss one flavor of E/R diagrams (ما یک نوع از نمودارهای موجودیت-رابطه را بحث می‌کنیم)

# Database Design Process (فرایند طراحی پایگاه داده)

1. Requirements Analysis

2. Conceptual Design

3. Logical, Physical, Security, etc.

Technical and non-technical people are involved

## 1. Requirements analysis (تحلیل نیازمندی‌ها)

- What is going to be stored? (چه چیز قرار هست ذخیره شود؟)
- How is it going to be used? (چطور قرار هست استفاده شود؟)
- What are we going to do with the data? (قرار است با این داده‌ها چه کنیم؟)
- Who should access the data? (چه کسی باید به داده دسترسی داشته باشد؟)

# Database Design Process

1. Requirements Analysis

2. Conceptual Design

3. Logical, Physical, Security, etc.

## 2. Conceptual Design (طراحی مفهومی)

- A high-level description of the database (یک توصیف سطح بالا از پایگاه داده)
- Sufficiently precise that technical people can understand it
  - به اندازه‌ی کافی دقیق باشد که افراد فنی آن را بفهمند
- But, not so precise that non-technical people can't participate
  - ولی نه خیلی دقیق که افراد غیر فنی نتوانند متوجه شوند.

This is where E/R fits in.

# Database Design Process

1. Requirements Analysis

2. Conceptual Design

3. Logical, Physical, Security, etc.

## 3. More:

- Logical Database Design (طراحی منطقی پایگاه داده)
- Physical Database Design (طراحی فیزیکی پایگاه داده)
- Security Design (طراحی امنیت)

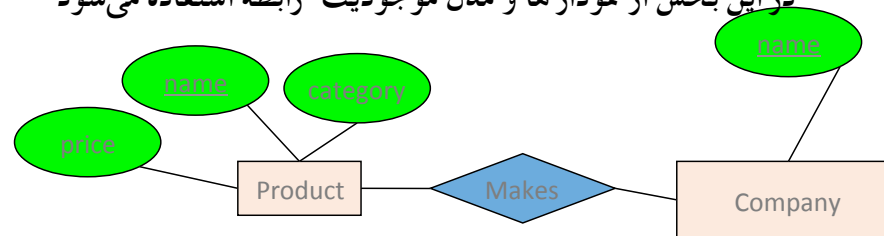


# Database Design Process



E/R Model & Diagrams used

در این بخش از نمودارها و مدل موجودیت-رابطه استفاده می شود



This process is iterated **many** times

این فرآیند چندین بار تکرار می شود

E/R is a *visual syntax* for DB design which is ***precise enough*** for technical points, but ***abstracted enough*** for non-technical people  
موجودیت-رابطه، یک گرامر دیداری برای طراحی پایگاه داده است که به اندازه کافی برای نکات فنی دقیق است ولی به اندازه کافی برای افراد غیر فنی انتزاع دارد.

## میان‌پرده: تاثیر مدل موجودیت-رابطه

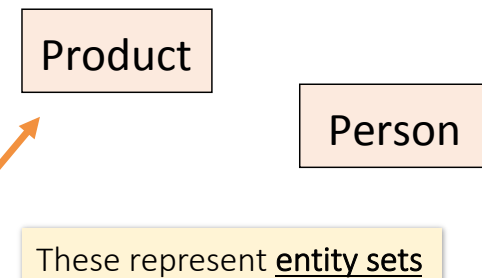
- مدل موجودیت-رابطه یکی از بیشترین استنادها را در علوم کامپیوتر داشته‌است.
- *“The Entity-Relationship model – toward a unified view of data”* Peter Chen, 1976



- توسط شرکت‌های کوچک و بزرگ استفاده می‌شود
- به زودی با ورود به بازار کار متوجه این موضوع خواهید شد!

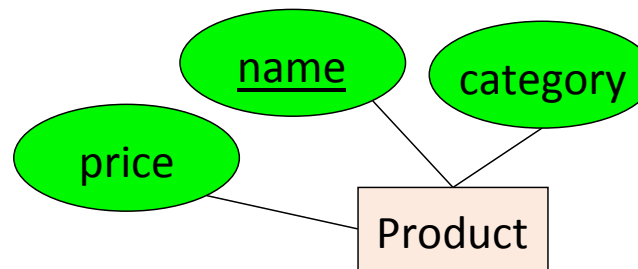
# Entities and Entity Sets (موجودیت‌ها و مجموعه موجودیت‌ها)

- **Entities & entity sets** are the primitive unit of the E/R model
  - Entities are the individual objects, which are members of entity sets
    - Ex: A specific person or product
  - Entity sets are the *classes* or *types* of objects in our model
    - Ex: Person, Product
    - *These are what is shown in E/R diagrams - as rectangles*
    - *Entity sets represent the sets of all possible entities*



# Entities and Entity Sets

- An entity set has **attributes** (یک مجموعه موجودیت شما یک سری خواص هست)
  - Represented by ovals attached to an entity set

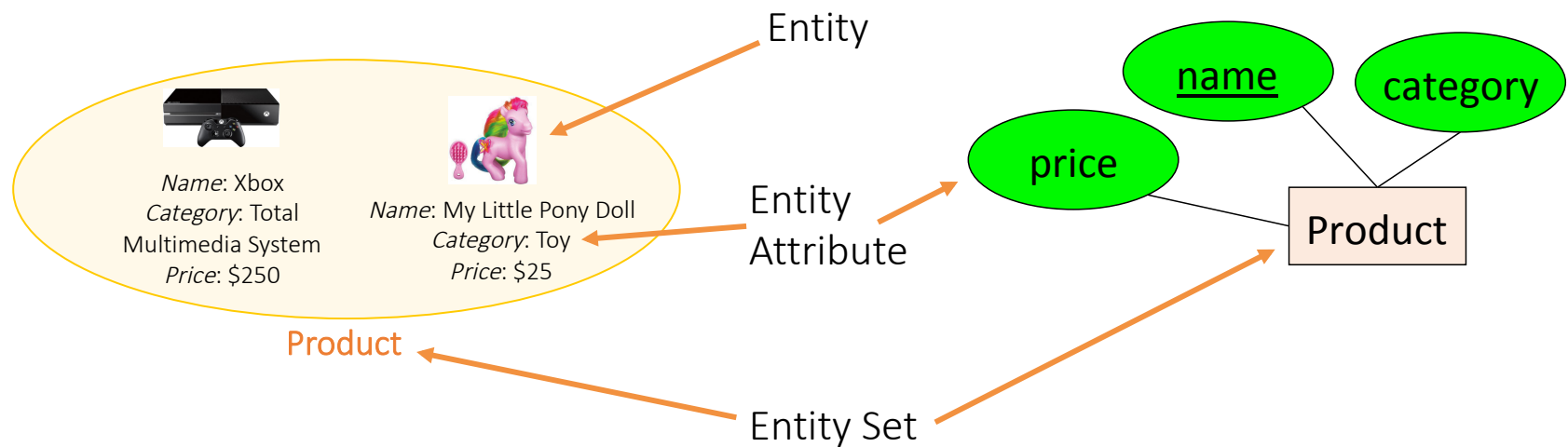


Shapes are important.  
Colors are not.

# Entities vs. Entity Sets

*Example:*

Entities are not explicitly represented in E/R diagrams!

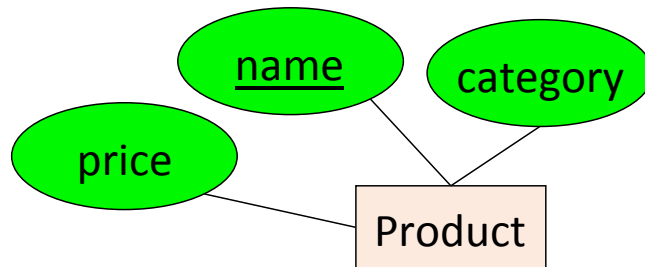


## Keys (کلیدها)

- A key is a **minimal** set of attributes that uniquely identifies an entity.

- یک کلید در واقع یک مجموعه‌ی کمینه از ویژگی‌هاست که یک موجودیت را بصورت یکتا شناسایی می‌کند.

Denote elements of the primary key by underlining.



Here, {name, category} is not a key (it is not *minimal*).

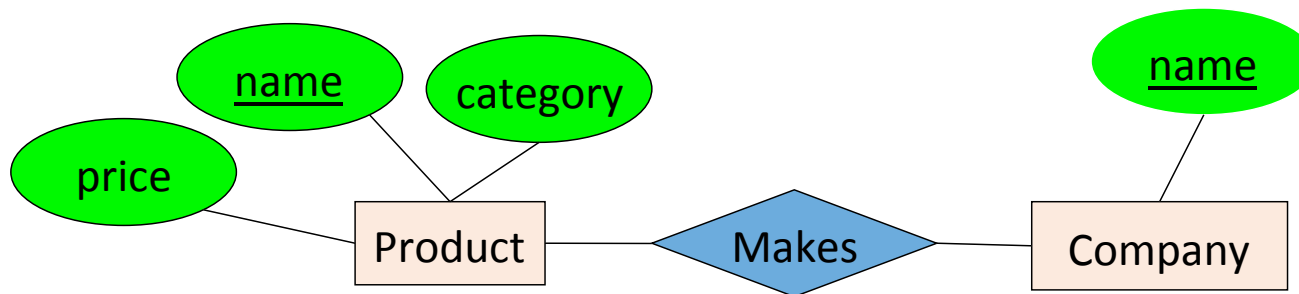
*If it were, what would it mean?*

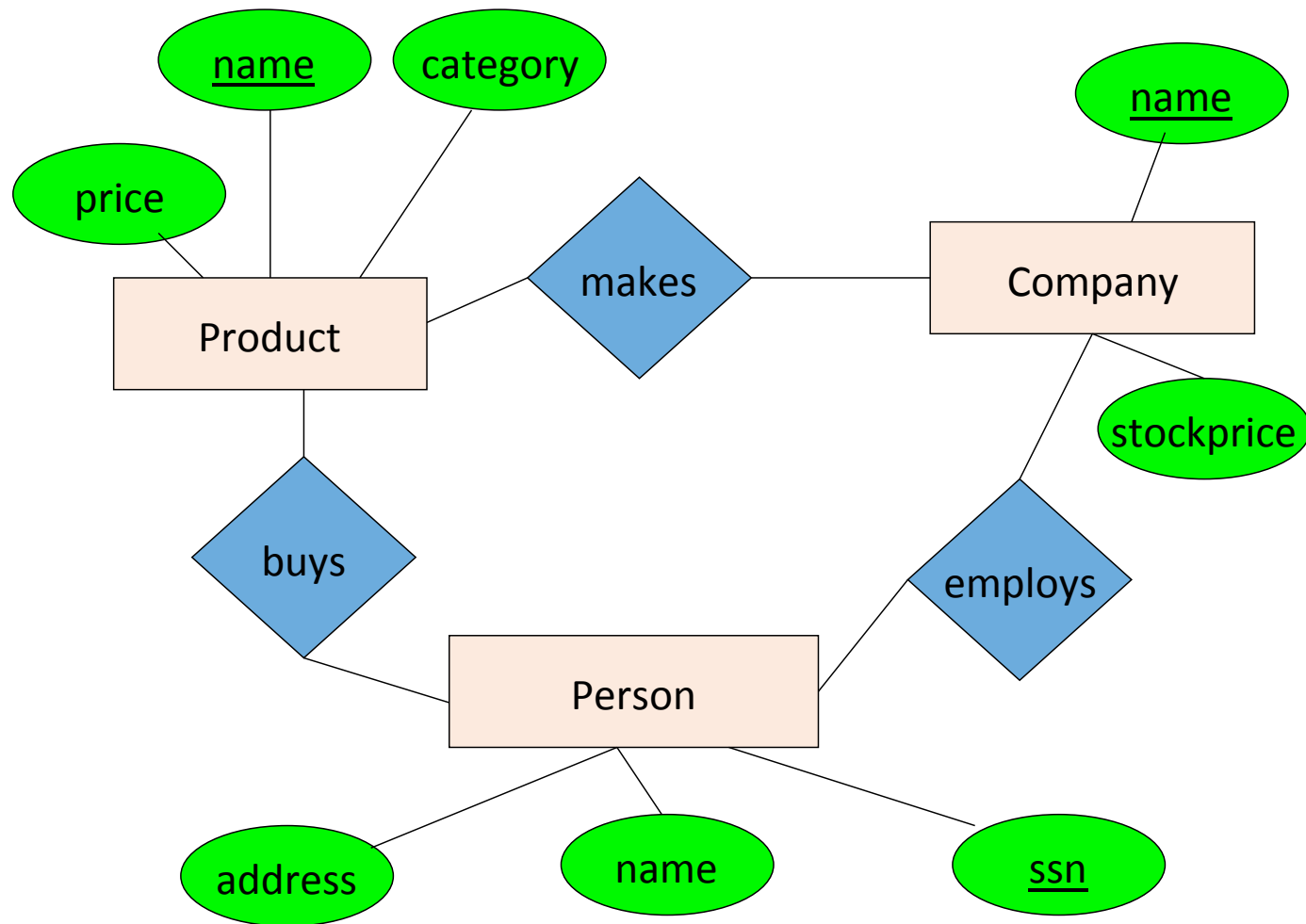
The E/R model forces us to designate a single primary key, though there may be multiple candidate keys

## The R in E/R: Relationships (روابط)

- A **relationship** is between two entities

• یک رابطه بین دو موجودیت برقرار می شود.



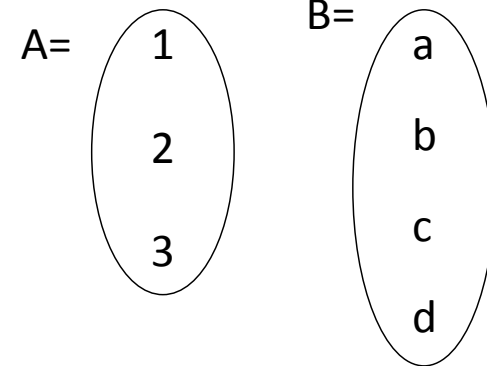




## What is a Relationship? (رابطه چیست؟)

- **A mathematical definition** (یک تعریف ریاضی):

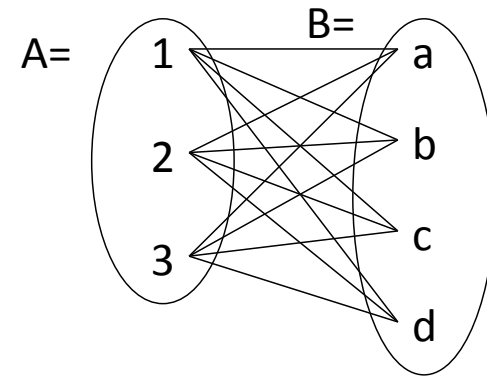
- Let A, B be sets
  - $A=\{1,2,3\}$ ,  $B=\{a,b,c,d\}$



# What is a Relationship? (رابطه چیست؟)

- **A mathematical definition** (یک تعریف ریاضی):

- Let A, B be sets
  - $A=\{1,2,3\}$ ,  $B=\{a,b,c,d\}$
- $A \times B$  (the **cross-product**) is the set of all pairs (a,b)
  - $A \times B = \{(1,a), (1,b), (1,c), (1,d), (2,a), (2,b), (2,c), (2,d), (3,a), (3,b), (3,c), (3,d)\}$



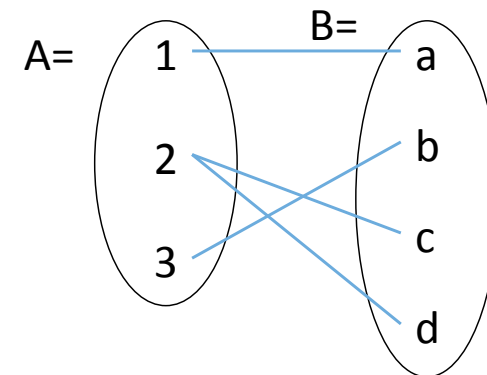
# What is a Relationship? (رابطه چیست؟)

## • **A mathematical definition** (یک تعریف ریاضی):

- Let A, B be sets
  - $A = \{1, 2, 3\}$ ,  $B = \{a, b, c, d\}$
- $A \times B$  (the **cross-product**) is the set of all pairs (a,b)
  - $A \times B = \{(1,a), (1,b), (1,c), (1,d), (2,a), (2,b), (2,c), (2,d), (3,a), (3,b), (3,c), (3,d)\}$
- We define a **relationship** to be a subset of  $A \times B$ 

(یک رابطه در واقع یک زیر مجموعه از ضرب دکارتی است)

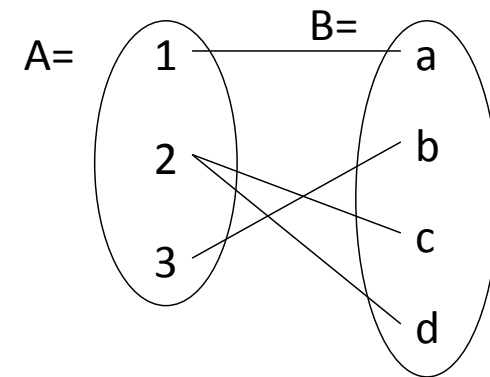
  - $R = \{(1,a), (2,c), (2,d), (3,b)\}$



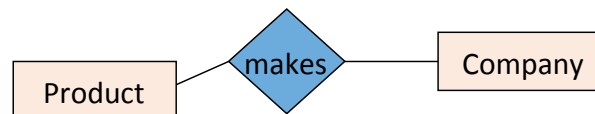
## What is a Relationship? (رابطه چیست؟)

- **A mathematical definition** (یک تعریف ریاضی):

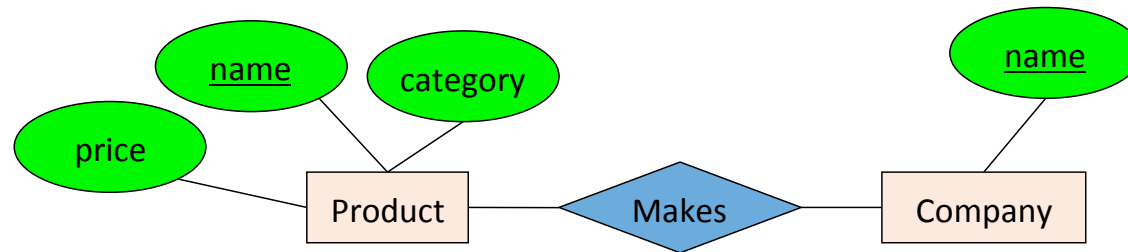
- Let A, B be sets
- $A \times B$  (the **cross-product**) is the set of all pairs
- A relationship is a subset of  $A \times B$



- **Makes** is relationship- it is a **subset** of **Product  $\times$  Company**:



## What is a Relationship? (رابطه چیست؟)



A relationship between entity sets  $P$  and  $C$  is a *subset of all possible pairs of entities in  $P$  and  $C$* , with tuples uniquely identified by  $P$  and  $C$ 's keys

یک رابطه بین مجموعه موجودیت‌های پی و سی در واقع یک زیرمجموعه از همه‌ی جفت موجودیت‌هاییست که در پی و سی هستند با رکوردهایی که بصورت یکتا توسط کلیدهای پی و سی شناسایی می‌شوند.

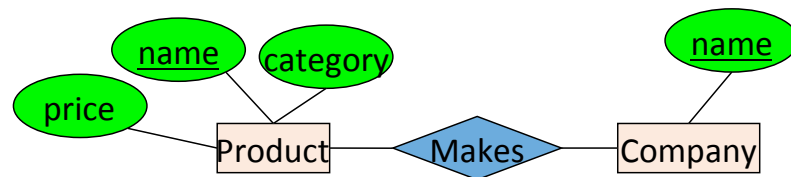
# What is a Relationship? (رابطه چیست؟)

Company

<u>name</u>
GizmoWorks
GadgetCorp

Product

<u>name</u>	category	price
Gizmo	Electronics	\$9.99
GizmoLite	Electronics	
Gadget	Toys	\$5.50



A relationship between entity sets  $P$  and  $C$  is a *subset of all possible pairs of entities in  $P$  and  $C$* , with tuples uniquely identified by  $P$  and  $C$ 's keys

# What is a Relationship? (رابطه چیست؟)

Company

<u>name</u>
GizmoWorks
GadgetCorp

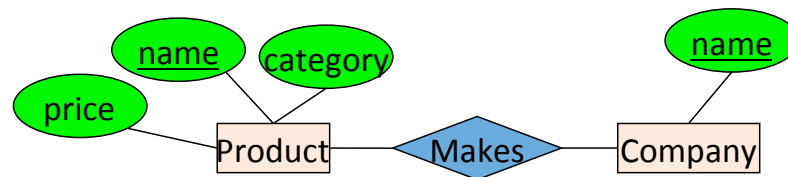
Product

<u>name</u>	category	price
Gizmo	Electronics	\$9.99
GizmoLite	Electronics	\$7.50
Gadget	Toys	\$5.50



Company C × Product P

<u>C.name</u>	<u>P.name</u>	P.category	P.price
GizmoWorks	Gizmo	Electronics	\$9.99
GizmoWorks	GizmoLite	Electronics	\$7.50
GizmoWorks	Gadget	Toys	\$5.50
GadgetCorp	Gizmo	Electronics	\$9.99
GadgetCorp	GizmoLite	Electronics	\$7.50
GadgetCorp	Gadget	Toys	\$5.50



A relationship between entity sets  $P$  and  $C$  is a *subset of all possible pairs of entities in  $P$  and  $C$* , with tuples uniquely identified by  $P$  and  $C$ 's keys

# What is a Relationship? (رابطه چیست؟)

Company

<u>name</u>
GizmoWorks
GadgetCorp

Product

<u>name</u>	category	price
Gizmo	Electronics	\$9.99
GizmoLite	Electronics	\$7.50
Gadget	Toys	\$5.50



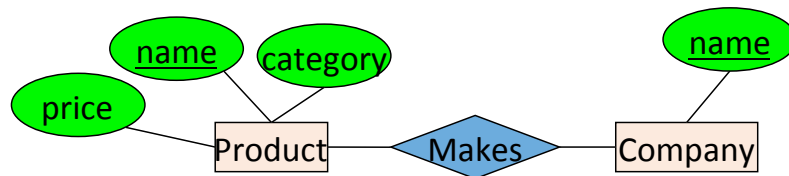
Company C × Product P

<u>C.name</u>	<u>P.name</u>	P.category	P.price
GizmoWorks	Gizmo	Electronics	\$9.99
GizmoWorks	GizmoLite	Electronics	\$7.50
GizmoWorks	Gadget	Toys	\$5.50
GadgetCorp	Gizmo	Electronics	\$9.99
GadgetCorp	GizmoLite	Electronics	\$7.50
GadgetCorp	Gadget	Toys	\$5.50



Makes

<u>C.name</u>	<u>P.name</u>
GizmoWorks	Gizmo
GizmoWorks	GizmoLite
GadgetCorp	Gadget



A relationship between entity sets P and C is a *subset of all possible pairs of entities in P and C*, with tuples uniquely identified by *P and C's keys*



# What is a Relationship? (رابطه چیست؟)

- There can only be **one relationship for every unique combination of entities**

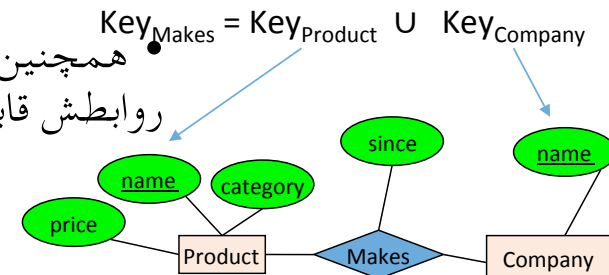
• برای هر ترکیب واحدی از موجودیت‌ها، تنها می‌تواند یک رابطه وجود داشته باشد

This follows from our mathematical definition of a relationship- it's a SET!

- This also means that **the relationship is uniquely determined by the keys of its entities**

همچنین بدین معناست که یک رابطه بصورت یکتا توسط کلیدهای روابطش قابل تعیین هست

- *Example: the "key" for Makes (to right) is {Product.name, Company.name}*



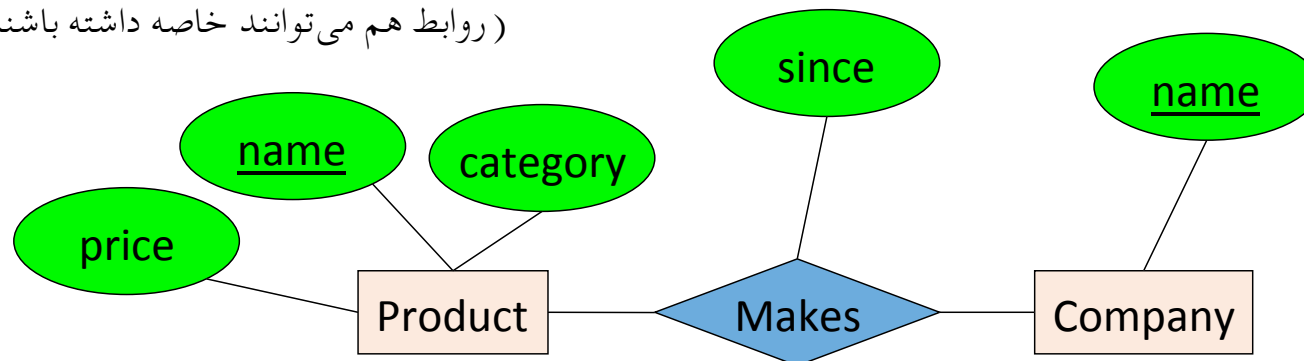
Why does this make sense?

چرا این منطقی هست؟

## Relationships and Attributes (روابط و خواص)

- Relationships may have attributes as well

( روابط هم می توانند خاصه داشته باشند )



For example: “since” records when company started making a product

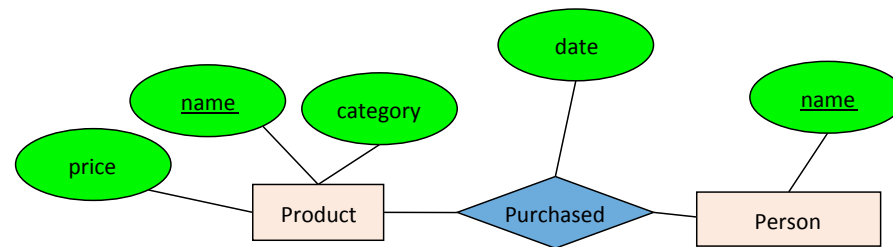
Note: “since” is implicitly unique per pair here! Why?

Note #2: Why not “how long”?

## Decision: Relationship vs. Entity?

(تصمیم: رابطه یا موجودیت؟)

- **Q:** What does this say? (مفهوم این نمودار چیست؟)



- **A:** A person can only buy a specific product once (on one date)

- جواب: یک فرد می تواند یک محصول مشخص را فقط یک بار در هر روز بخرد

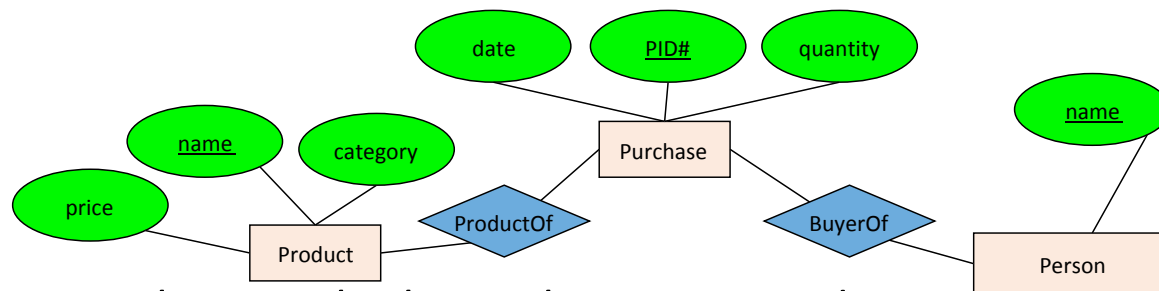
Modeling something as a relationship makes it unique; what if not appropriate?

مدل سازی هر چیزی بعنوان رابطه، آن را یکتا می سازد. حالا اگر مناسب نبود چطور؟

## Decision: Relationship vs. Entity?

(تصمیم: رابطه یا موجودیت؟)

- What about this way? (این یکی چطور؟)



- *Now we can have multiple purchases per product, person pair!*

- حالا میتوانیم چندین خرید برای هر محصول برای هر فرد داشته باشیم.

We can always use a **new entity** instead of a relationship. For example, to permit multiple instances of each entity combination!

همیشه می‌توانیم از یک موجودیت به جای یک رابطه استفاده کنیم. مثلاً اگر بخواهیم اجازه‌ی تکرار هر ترکیب از موجودیت‌ها را بدهیم.

# ACTIVITY: E/R Diagrams Pt. I

# یک نمودار موجودیت رابطه برای فوتبال رسم کنید!

مدل ساده سازی شده ی زیر را برای یک فصل فوتبال استفاده کنید  
(زیر مفاهیمی که باید استفاده کنید خط کشیده شده)



تیمها با یکدیگر در  
بازیها دیدار می کنند .  
هر جفت تیمی  
می توانند چندین بار با  
یکدیگر دیدار داشته  
باشند .

بازیکنان متعلق به  
تیمها هستند  
( فرض کنید که نقل و  
انتقالات وجود  
ندارد )

هر بازی شامل یک سری  
حرکات است که میزان  
متراژ دویدن بازیکن در  
آن حرکت و اینکه آیا به  
پاس گل یا گل ختم شده  
را مشخص می کند .

هر حرکت شامل یکی از  
دو مورد زیر است :  
– یک پاس از یک  
بازیکن به بازیکن دیگر  
– یک تکروی توسط یک  
بازیکن