



# قواعد البيانات

## المحاضرة الخامسة

د.م. جورج كراز

## مراجعة عن المفاتيح في قاعدة البيانات العلائقية

### ١. مفتاح رئيسي Primary key:

يتم تمييز كل صف من الجدول باستخدام قيمة لا تتكرر. ففي الجدول السابق يمكن اختيار عمود الرقم كمفتاح رئيسي لا يمكن تكرار القيمة فيه.

### ٢. مفتاح مركب Composite key

المفتاح المركب يتكون من أكثر من عمود بشرط عدم تكرار القيم كما هو موضح في الشكل يمكن استخدام عمود الماركة والموديل لتكوين مفتاح مركب لتمييز كل صف من الجدول

السيارة	الموديل	السعر
تويوتا	كورونا	8
تويوتا	يارس	10
نيسان	صني	9
مرسيدس	ايه كلاس	12

## مراجعة عن المفاتيح في قاعدة البيانات العلائقية

### ٣. المفتاح الأجنبي Foreign key

هو وسيلة لتقليل تكرار البيانات وتقليل المساحة اللازمة لتخزين البيانات في الشكل التالي نلاحظ أننا قمنا بإنشاء جدول جديد يحتوي علي بيانات الإدارة وقمنا باستبدال اسم الإدارة برقم الإدارة ويطلق علي هذا العمود اسم المفتاح الأجنبي Foreign key

الرقم	الاسم	النوع	الإدارة
253	احمد	ذكر	7
254	محمد	ذكر	8
255	سارة	انثي	9

الرقم	الاسم
7	حسابات
8	شئون عاملين

## مراجعة عن المفاتيح في قاعدة البيانات العلائقية

### ٤. المفتاح المرشح Candidate Key

يتركب من عمود أو أكثر لتمييز كل صف في الجدول بقيمة وحيدة لا تتكرر. ويتم اختيار أحد المفاتيح المرشحة لتكون المفتاح الرئيسي للجدول.

رقم الموظف	اسم الموظف	رمز الإدارة	اسم الإدارة	عنوان	الرقم التأميني
١	سامر	A	شؤون إدارية	دمشق- البرامكة- شارع ...- بناء رقم ١١	٣٣٤٥٠
٢	أحمد	F	شؤون مالية	دمشق- مجتهد - شارع ...- بناء رقم ١٤٠	٣٣٤٦٧
٣	سامر	A	شؤون إدارية	دمشق- البرامكة- شارع ...- بناء رقم ١٤	٣٣٤٥٧

### ٥. المفتاح البديل Alternate key

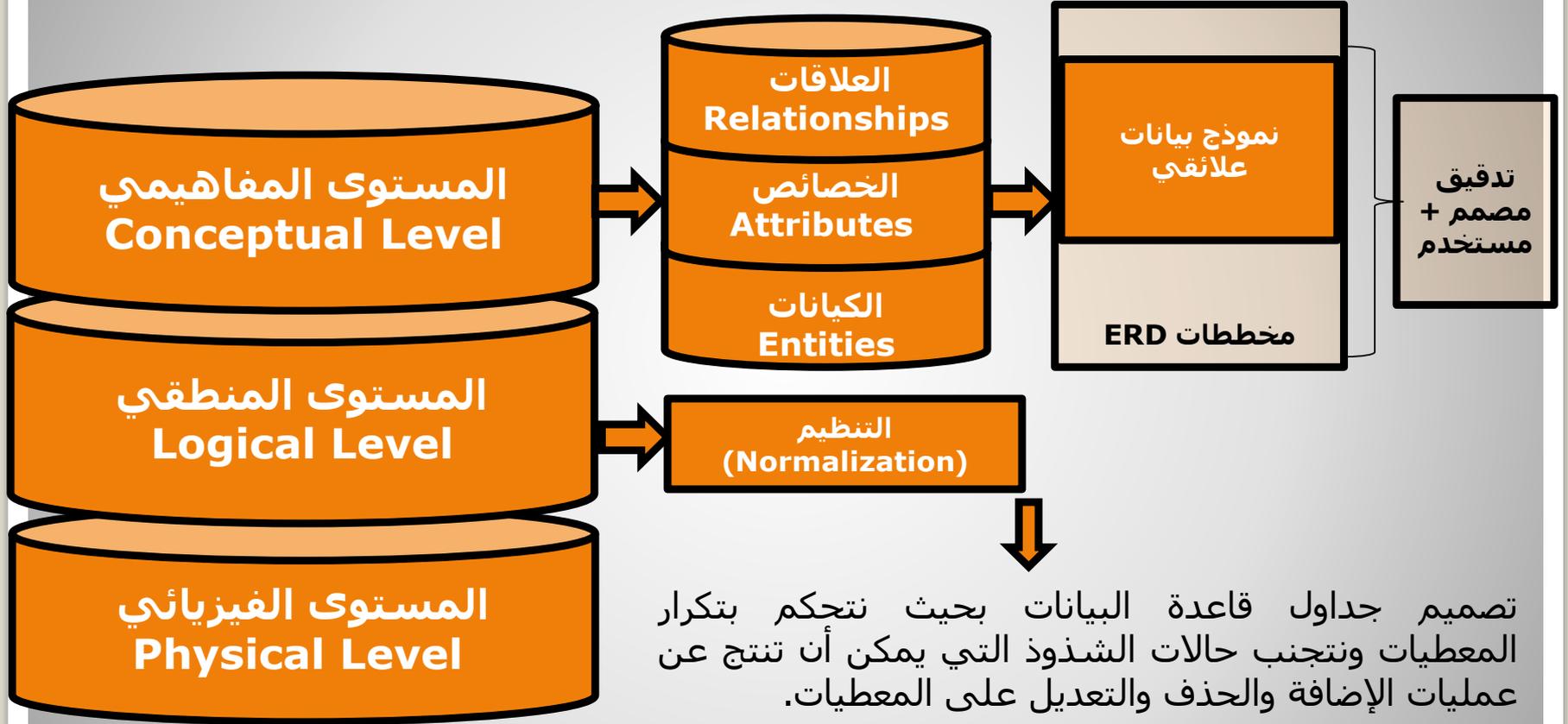
هو مفتاح مرشح لم يتم استخدامه كمفتاح رئيسي.

## • الأهداف :

يتضمن هذا الفصل:

- تعريف إشكاليات التصميم السيئ لقاعدة البيانات.
- الشكل النظامي الأول (1NF).
- الشكل النظامي الثاني (2NF).
- الشكل النظامي الثالث (3NF).
- الشكل النظامي BCNF (Boyce-Codd Normal form).
- الشكل النظامي الرابع (4NF).

## • مستويات تجريد البيانات:

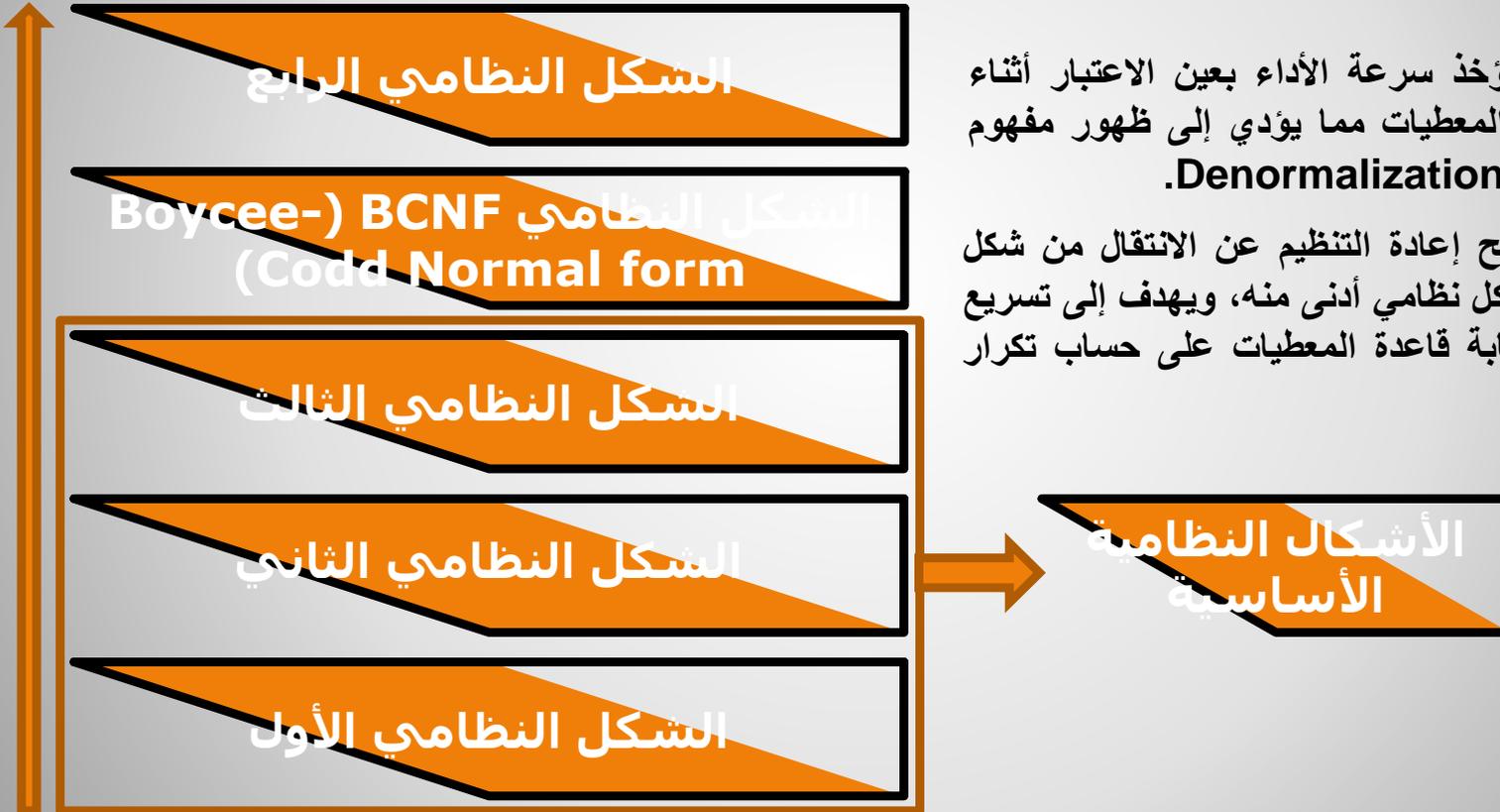


## أشكال التنظيم:

- المستوى الأعلى من التنظيم هو المستوى الأفضل
- كلما ارتفع مستوى التنظيم كلما ازداد عدد الارتباطات المنفذة لاسترجاع الخرج المطلوب وكلما ازداد زمن الاستجابة من قبل قاعدة المعطيات

• ينبغي أن تؤخذ سرعة الأداء بعين الاعتبار أثناء تنظيم قواعد المعطيات مما يؤدي إلى ظهور مفهوم إعادة التنظيم Denormalization.

• يعبر مصطلح إعادة التنظيم عن الانتقال من شكل نظامي إلى شكل نظامي أدنى منه، ويهدف إلى تسريع الأداء واستجابة قاعدة المعطيات على حساب تكرار المعطيات



## إشكاليات التصميم السيئ لقاعدة البيانات:

بفرض أن شركة ما تضم مجموعة من مسؤولي المبيعات يعملون في عدة مواقع، تريد الإدارة تخزين البيانات المتعلقة بموظفيها وبيانات مستودعاتها في قاعدة معطيات. المحاولة الأولى لبناء القاعدة نتج عنها

Id	Name	Address	Title	Store	Store_Addre ss	Store_Phone
Sr1	Jane	E1	Sales Rep	A1	S1	011-1234567
Sr2	Fred	E2	Sales Rep	A1	S1	011-1234567
Sr3	Ed	E3	Manager	A1	S1	011-1234567
Sr4	Ann	E4	Sales Rep	A2	S2	011-7891234
Sr5	Jone	E5	Sales Rep	A2	S2	011-7891234
Sr6	Smith	E6	Manager	A2	S2	011-7891234

الجدول التالي:

### لاحظ الإشكاليات التالية:

١. بفرض أننا نريد إدخال بيانات مستودع جديد قبل توظيف أحد فيه، هذا يتطلب إدخال قيم Null في بيانات الموظف ومن ضمنها الحقل المفتاح (Id) مما يخرق شرط تكامل البيانات. هذا ما يدعى **بإشكالية الإدخال (Insertion anomaly)**.

٢. بفرض أننا حذفنا تسجيلية الموظف الأخير في أحد المستودعات، سيؤدي ذلك إلى فقدان بيانات مستودع موجود في الشركة. هذا ما يدعى **بإشكالية الحذف (Deletion anomaly)**.

٣. إذا أردنا تغيير رقم هاتف أحد المستودعات، عندها يجب تغيير رقم الهاتف في كل تسجيلات موظفي ذلك المستودع، فإذا تم تغيير جزء من هذه التسجيلات دون جزء آخر سيؤدي ذلك إلى بيانات متناقضة في قاعدة البيانات، وهذا ما يدعى **بإشكالية التعديل (Update anomaly)**.

يتم حل المشاكل السابقة من خلال تجزيء الجدول السابق إلى جدولين، أحدهما يحمل بيانات الموظفين ويستورد مفتاح الجدول الثاني الذي يحمل بيانات المستودعات:

Id	Name	Address	Title	Store
Sr1	Jane	E1	Sales Rep	A1
Sr2	Fred	E2	Sales Rep	A1
Sr3	Ed	E3	Manager	A1
Sr4	Ann	E4	Sales Rep	A2
Sr5	Jone	E5	Sales Rep	A2
Sr6	Smith	E6	Manager	A2

Store	Store_Address	Store_phone
A1	S1	011-1234567
A2	S2	011-7891234

• **حل إشكالية الإدخال:** عند إدخال بيانات موظف جديد، يتم تسجيل مفتاح المستودع الذي يعمل فيه، أما بقية بيانات المستودع فهي مخزنة في جدول مستقل وبالتالي لن تظهر بيانات متناقضة في قاعدة البيانات بشأن المستودعات، وإذا أردنا إدخال بيانات مستودع جديد فيمكن إدخالها بصرف النظر عن يعمل في المستودع، مما يجنبنا إشكالية الإدخال.

• **حل إشكالية الحذف:** عند حذف الموظف الأخير في مستودع، تبقى بيانات المستودع في جدول مستقل.

• **حل إشكالية التعديل:** عند تعديل رقم هاتف المستودع، يتم التعديل على تسجيله واحدة في جدول المستودعات.

## مستويات التنظيم:

التنظيم هو عملية ترتيب وتوزيع جداول قاعدة المعطيات العلائقية، للتقليل من تكرار المعطيات وتقليص حجم التخزين المطلوب وحل إشكاليات الإدخال والحذف والتعديل مع المحافظة على تكامل البيانات.

عملية التنظيم	مستوى التنظيم
حذف المجموعات المكررة. أنشئ جدولاً مستقلاً لكل مجموعة واصفات مترابطة، وعيّن مفتاحاً أساسياً لكل جدول.	1NF
حذف البيانات المكررة. إذا وجدت أي واصفة تعتمد فقط على جزء من مفتاح متعدد-القيمة، انقل الواصفة إلى جدول مستقل.	2NF
حذف الأعمدة غير المرتبطة على مفتاح. إذا وجد مجموعة من الواصفات لا تساهم في وصف المفتاح، انقلها إلى جدول مستقل.	3NF
Boyce-Codd Form. إذا لم تكن العلاقة بين المفاتيح المرشحة علاقة واضحة، افصل هذه المفاتيح في جداول مختلفة.	BCNF
عزل العلاقات العديدة المستقلة عن بعضها. لا وجود لجدول يحوي علاقات 1:n أو n:m غير المترابطة بشكل مباشر.	4NF
عزل العلاقات العديدة المترابطة دلاليًا. وجود قيود عمليّة على البيانات تستدعي الفصل المنطقي للعلاقات عديد لعديد.	5NF

تنظيم  
قاعدة  
البيانات

سنتناول في هذا الفصل الأشكال النظامية الثلاث الأساسية، كما سنتناول المستويان **BCNF, 4NF**.

## ١. الشكل النظامي الأول (1NF):

يقال عن جدول في قاعدة البيانات أنه من الشكل النظامي الأول إذا كان تقاطع كل سطر وعمود فيه (أي الخلايا)، يتضمن قيمة وحيدة غير قابلة للتجزئة.

### الخطوات التي يتكون منها الشكل النظامي الأول:

١. إزالة المجموعات المكررة: تبدأ هذه المرحلة من خلال عرض المعطيات ضمن جدول بحيث تتكون كل خلية فيه من قيمة وحيدة ولا توجد هناك أية مجموعات مكررة. يتم إزالة المجموعات المكررة من خلال إزالة كافة القيم الفارغة (NULL) والتأكد من أن كافة الواصفات تحتوي على قيم مناسبة.
٢. تعريف المفتاح الرئيسي.
٣. تعريف كافة التبعية.

## المفتاح الأساسي

**مثال:** يمثل الشكل التالي بيانات شركة تأجير عقارات:

C_id	P_num	C_name	P_address	R_start	R_end	Rent	Owner_num	Owner
01	Pr3	Jane	A	1-1-96	12-1-98	785	Po23	Jones
	Pr22		B	2-1-98	3-30-00	1200	Po44	Jan
02	Pr17	Fred	C	2-1-88	1-11-90	1000	Po32	Jill
03	Pr32	Ed	D	6-1-90	3-1-95	950	Po32	Jill
	Pr22		B	4-1-00	null	1200	Po44	Jan

يمكن ملاحظة أن قيم خلايا الجدول قابلة للتجزئة (لاحظ البيانات المكتوبة بخط غامق)، وهذا التصميم سيء حيث لا يمكن فيه استخلاص معلومات مالك عقار معين بسهولة. كما يعاني هذا التصميم أيضاً من مشكلة تكرار المعطيات، فكلما تم تأجير عقار يجب أن تدخل بياناته التفصيلية من جديد.

لوضع الجدول السابق في الشكل النظامي الأول يجب تجزئة الخلايا الحاوية على معطيات قابلة للتجزئة. ويمكن عمل ذلك من خلال إدخال بيانات كل عملية إيجار في سطر جديد، أي يجب أن يصبح المفتاح الأساسي هو نتيجة تركيب رقم الزبون ورقم العقار (c\_id, p\_num) علماً أن التصميم مبني على أساس تخزين بيانات العقارات المؤجرة حالياً دون حفظ تاريخ حركات الإيجار، بمعنى أن نفس الزبون لا يمكن أن تتواجد له حركتي إيجار لنفس العقار.

C_id	P_num	C_name	P_address	R_start	R_end	Rent	O_num	Owner
01	Pr3	Jane	A	1-1-96	12-1-98	785	Po23	Jones
01	Pr22	Jane	B	2-1-98	3-30-00	1200	Po44	Jan
02	Pr17	Fred	C	2-1-88	1-11-90	1000	Po32	Jill
03	Pr32	Ed	D	6-1-90	3-1-95	950	Po32	Jill
03	Pr22	Ed	B	4-1-00	null	1200	Po44	Jan

وضع الجدول في الشكل النظامي الأول لا يحل مشاكل التصميم السيئ إنما هو خطوة في طريق حلها،  
فبالرغم من وضع جدول إيجار العقارات في الشكل النظامي الأول فإنه لا يزال يعاني من مشكلة تكرار  
البيانات، وإشكاليات الإضافة والتعديل والحذف.

## ٢. الشكل النظامي الثاني (2NF):

يقال عن جدول أنه من الشكل النظامي الثاني إذا حقق ما يلي:

- هو من الشكل النظامي الأول.
- كل الواصفات التي لا تشكل جزءاً من المفتاح الأساسي، تعتمد وظيفياً وبشكل كلي على المفتاح الأساسي.

### الخطوات التي يتكون منها الشكل النظامي الثاني:

١. تعريف كافة مكونات المفاتيح: ينبغي أولاً كتابة كل جزء من المفتاح الرئيسي (المركب) على حدة ثم كتابة المفتاح ككل على سطر آخر. و بعد ذلك سيتم اعتبار كل سطر مما سبق مفتاح رئيسي في جدول خاص.
٢. تعريف الواصفات ذات التبعية

### التبعية الوظيفية (functional dependency):

تعتمد الواصفة B على الواصفة A وظيفياً إذا كانت كل قيمة لـ A تقابلها قيمة وحيدة لـ B، فمثلاً رقم الزبون يحدد اسمه، وكل قيمة لـ c\_id تقابلها قيمة وحيدة لـ c\_name لذلك يقال أن c\_name تتبع وظيفياً لـ c\_id، أو يقال أن c\_id تحدد c\_name (Determine).

B تعتمد وظيفياً بشكل كلي على مفتاح مركب (fully functional dependency)، إذا كان المفتاح المركب يحدد B، و B لا تعتمد وظيفياً على جزء منه.

يبدأ وضع الجداول في الشكل النظامي الثاني بتحديد جميع علاقات التبعية بين الواصفات، ومن ثم تجزيء الجداول (decomposition).

C_id	P_num	C_name	P_address	R_start	R_end	Rent	O_num	Owner
01	Pr3	Jane	A	1-1-96	12-1-98	785	Po23	Jones
01	Pr22	Jane	B	2-1-98	3-30-00	1200	Po44	Jan
02	Pr17	Fred	C	2-1-88	1-11-90	1000	Po32	Jill
03	Pr32	Ed	D	6-1-90	3-1-95	950	Po32	Jill
03	Pr22	Ed	B	4-1-00	null	1200	Po44	Jan

بتطبيق ذلك على مثالنا نجد العلاقات التالية آخذين بعين الاعتبار التبعية الكاملة والجزئية :

1. C\_id + p\_num → r\_start, r\_end.
2. C\_id → c\_name.
3. P\_num → p\_address, rent, owner\_num, owner.
4. Owner\_num → owner.
5. C\_id + r\_start → p\_num, p\_address, r\_end, r\_end, rent, owner\_num, owner.
6. P\_num + r\_start → c\_id, c\_name, r\_end.

يبدأ تطبيق معيار 2NF بتجزئ الجدول انطلاقاً من علاقة التبعية الكاملة (a):

### Rental

C_id	P_num	R_start	R_end
01	Pr3	1-1-96	12-1-98
01	Pr22	2-1-98	3-30-00
02	Pr17	2-1-88	1-11-90
03	Pr32	6-1-90	3-1-95
03	Pr22	4-1-00	Null

من ثم نشكل الجداول اللازمة لحقول علاقات التبعية الجزئية:

### Customer

C_id	C_name
01	Jane
02	Fred
03	Ed

### Property

P_num	P_address	rent	Owner_num	Owner
Pr3	A	785	Po23	Jones
Pr22	B	1200	Po44	Jan
Pr17	C	1000	Po32	Jill
Pr32	D	950	Po32	Jill

**جداول الشكل النظامي الثاني تحل إشكاليات الحذف والإضافة ولا تحل إشكالية التعديل، فمثلاً إذا أردنا تعديل بيانات أحد المالكين فيجب تعديل مجموعة من التسجيلات، مما يتفق مع إشكالية التعديل سابقة الذكر .**

## ١. الشكل النظامي الثالث (3NF):

يكون الجدول من الشكل النظامي الثالث إذا حقق ما يلي:

- من الشكل النظامي الثاني.
- لا توجد فيه واصفات لا تشكل جزءاً من المفتاح الأساسي وتعتمد بالتعدّي على المفتاح الأساسي.

### الخطوات التي يتكون منها الشكل النظامي الثالث:

١. تعريف كل المحددات الجديدة: ينبغي اعتبار كل محدد في تبعية متعدية مفتاحاً أساسياً لجدول جديد، بحيث يعبر المحدد عن الوصفة التي تحدد قيمتها قيماً أخرى ضمن السطر نفسه.
٢. تعريف الوصفات ذات التبعية: يتم في هذه الخطوة تحديد كافة الوصفات المرتبطة بكل محدد معرّف في الخطوة الأولى، كما يتم هنا تعريف علاقات التبعية المتشكلة.
٣. إزالة الوصفات ذات التبعية من التبعية المتعدية: إزالة كافة الوصفات ذات التبعية من علاقات التبعية المتعدية لكل جدول من جداول العلاقة المتعدية.

الجدول Rental و Customer لا تحوي واصفات تعتمد بالتعدّي على المفتاح الأساسي، بينما الوصفة owner في الجدول Property يعتمد على owner\_num الذي بدوره يعتمد على P\_num ولوضع هذا الجدول في الشكل النظامي الثالث يجب تجزيئه إلى الجدولين التاليين:

## Property

P_num	P_address	rent	Owner_num
Pr3	A	785	Po23
Pr22	B	1200	Po44
Pr17	C	1000	Po32
Pr32	D	950	Po32

## Owner

Owner_num	Owner
Po23	Jones
Po44	Jan
Po32	Jill

الشكل النظامي الثالث يحل إشكاليات التعديل والحذف والإضافة، بالإضافة إلى حل مشكلة تكرار البيانات، وعندما يطلب تنظيم قاعدة بيانات فيقصد بذلك عادة وضعها في الشكل النظامي الثالث.

## • الشكل النظامي Boycee-Codd (BCNF):

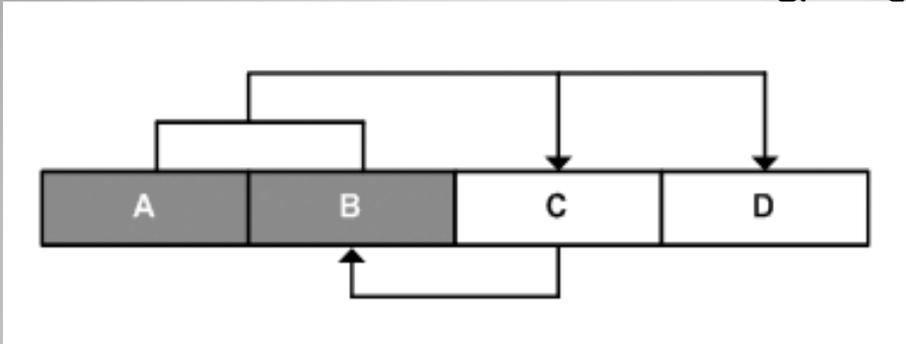
رأينا سابقاً أنه عندما يطلب تنظيم قاعدة البيانات، فالمقصود بذلك عادة وضعها في الشكل النظامي الثالث (3NF)، ونادراً ما تحقق القاعدة شروط 3NF وتخرق الأشكال النظامية التالية (4NF, BCNF)، يضاف إلى ذلك أن الفائدة من تحويل القاعدة من 3NF إلى 4NF بسيطة ولا تقابل الجهد اللازم لهذا التحويل.

يطبق الشكل النظامي BCNF على الجداول الحاوية على:

- عدة مفاتيح مرشحة.
- مفاتيح مرشحة مركبة.
- مفاتيح مرشحة متقاطعة.

**يكون الجدول من الشكل BCNF إذا كان كل محدّد من محدداته يشكّل مفتاحاً مرشحاً.** وبالتالي إذا كان الجدول يحتوي على مفتاح مرشح وحيد سيتطابق الشكل النظامي Boyce-Codd مع الشكل النظامي الثالث.

ليكن الشكل التالي، الذي يمثل مخطط تبعيات لجدول معين:



$$A+B \Rightarrow C, D$$
$$C \Rightarrow B$$

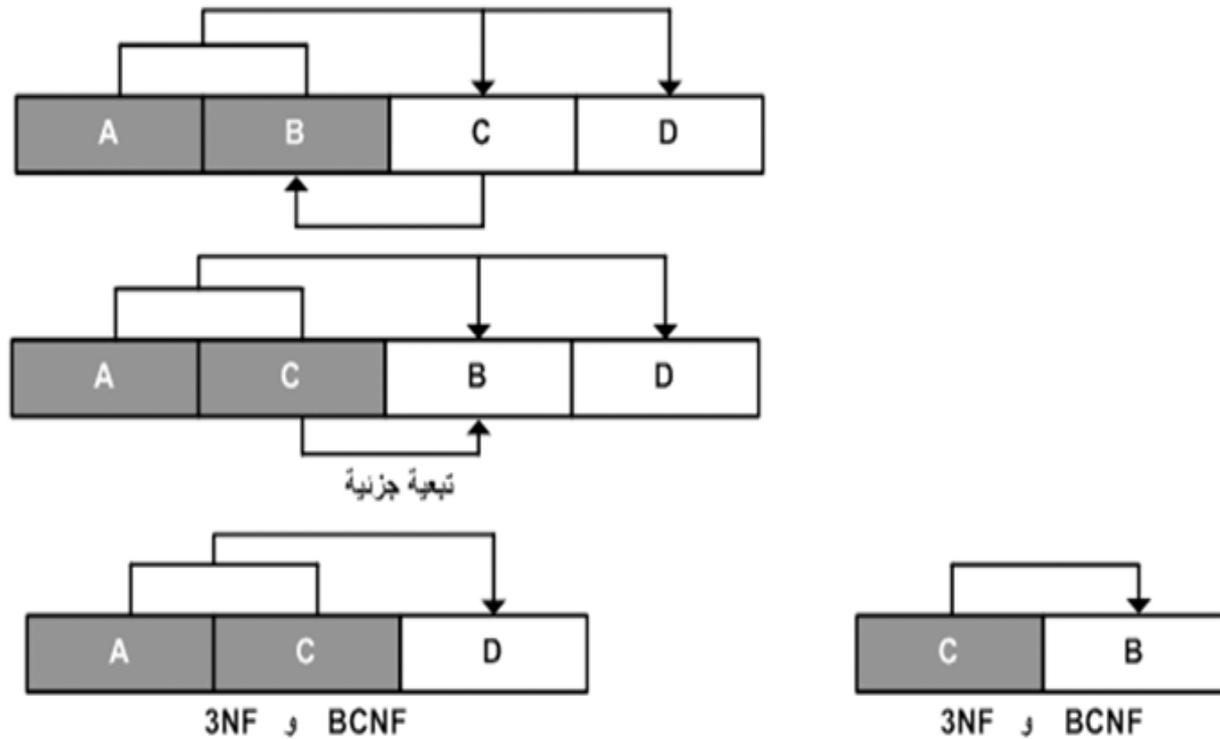
يمكن أن نستنتج من المخطط التبعيات التالية:

لا يحتوي المخطط على تبعيات جزئية أو متعددة، بالتالي فهو يحقق الشكل النظامي الثالث ولكن الجدول السابق لا يحقق الشكل النظامي Boyce-Codd بسبب وجود علاقة التبعية من C إلى B.

يمكن تحويل بنية الجدول السابق بحيث تدرج تحت الشكل النظامي الثالث والشكل النظامي Boyce-Codd من خلال الخطوات التالية:

• أولاً ينبغي تحويل المفتاح الرئيسي إلى الحقلين  $A+C$  وذلك على اعتبار أن C مفتاح مرشح وهو الشرط الذي نفترض تحققه على كافة واصفات الجدول، وبالتالي فإن العلاقة من C إلى B تتحول الآن إلى علاقة تبعية جزئية، وعند هذه النقطة تدرج بنية الجدول تحت الشكل النظامي الأول؛

• يتم بعد ذلك إتباع الاستراتيجية التي نستطيع من خلالها التخلص من علاقة التبعية الجزئية، كما في الشكل التالي:



## •الشكل النظامي الرابع (4NF):

يعتمد تعريف 4NF على مفهوم التبعية متعددة القيم ( $\rightarrow$ ) (multivalued dependency). تحدث التبعية متعددة القيم في جدول يضم ثلاثة حقول على الأقل، عندما تتطابق قيم عدة أسطر من عمود مع قيمة سطر وحيد في عمود آخر، أي أن قيمة حقل تحدد مجموعة قيم لحقل آخر.

يكون الجدول من الشكل 4NF إذا كان من الشكل BCNF وكل واصفة تحدها (تحديد متعدد القيم) مجموعة واصفات أخرى يجب أن تعتمد كلياً على مجموعة الواصفات هذه.

### مثال:

موظفون تسند لهم مشاريع ويتمتعون بكفاءات معينة:

Emp	Prj	Skill
1211	1	Analysis
1211	5	Analysis
1211	1	Design
1211	1	Prog

مفتاح الجدول السابق هو الواصفات الثلاث مجتمعة.  
والجدول السابق هو من الشكل BCNF، ولكنه ليس من الشكل 4NF، لأن:

- Emp + prj  $\rightarrow$  skill. skill تعتمد على emp أي تعتمد جزئياً على (emp, prj).
- Emp + skill  $\rightarrow$  prj. نفس الشيء prj تعتمد جزئياً على (emp, skill).

لوضع الجدول السابق في الشكل 4NF يجب تجزئته على الشكل:

Emp	Skill

Emp	Prj