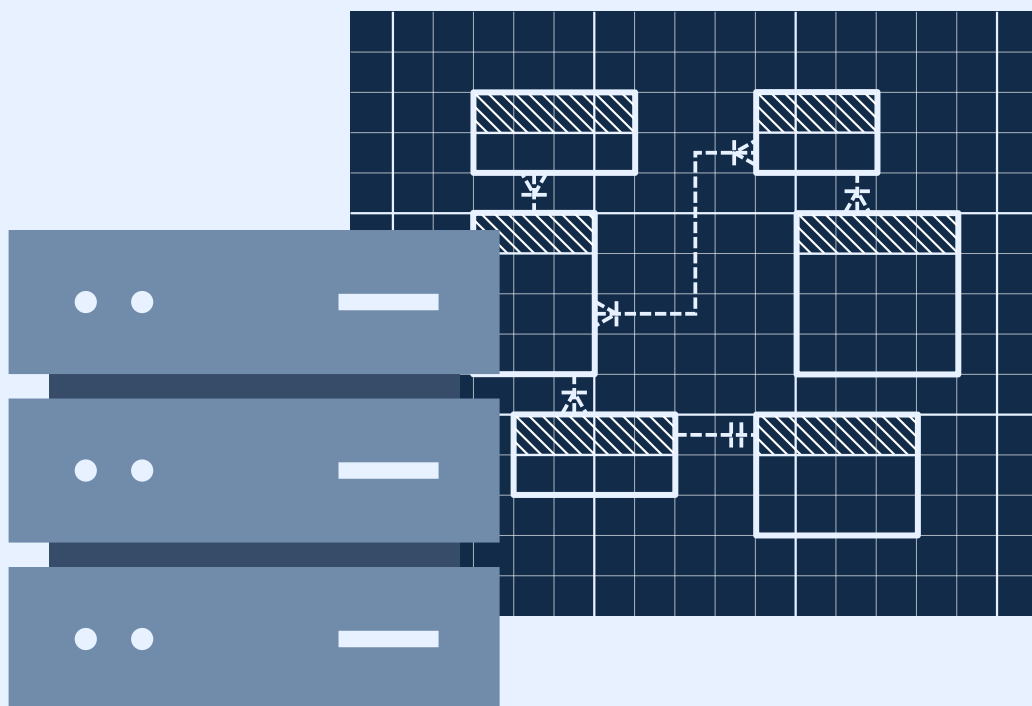


الأكاديمية العربية الدولية



الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية المقررات الجامعية



تصميم قواعد البيانات

إيدرين وات
نيلسون إنج

أكاديمية
حسوب



تصميم قواعد البيانات

مرجع سريع إلى عملية تصميم قواعد البيانات وتخطيطها

تأليف

إيدرين وات

نيلسون إنج

ترجمة

أيمن طارق القاضي

علا عباس

تحرير

آيات اليطقان

إعداد وإشراف

جميل بيلوني

جميع الحقوق محفوظة © 2022 أكاديمية حسوب

النسخة الأولى v1.0

هذا العمل مرخص بموجب رخصة المشاع الإبداعي: نسب المصنف - غير تجاري - الترخيص
بالمثل 4.0 دولي



عن الناشر

أُنتج هذا الكتاب برعاية شركة **حسوب** وأكاديمية **حسوب**.



تهدف أكاديمية حسوب إلى توفير دروس وكتب عالية الجودة في مختلف المجالات وتقديم دورات شاملة لتعلّم البرمجة بأحدث تقنياتها معتمدةً على التطبيق العملي الذي يؤهل الطالب لدخول سوق العمل بثقة.



حسوب مجموعة تقنية في مهمة لتطوير العالم العربي. تبني حسوب منتجات تركز على تحسين مستقبل العمل، والتعليم، والتواصل. تدير حسوب أكبر منصتي عمل حر في العالم العربي، مستقل وخمسات ويعمل في فيها فريق شاب وشغوف من مختلف الدول العربية.

جدول المحتويات

9	تمهيد
11	1. ما قبل ظهور أنظمة قواعد البيانات
11	1.1 النظام القائم على الملفات
12	1.2 عيوب النظام القائم على الملفات
13	1.3 نظام قواعد البيانات
14	1.4 معنى البيانات
15	1.5 مصطلحات أساسية
15	1.6 تمارين
17	2. مفاهيم قواعد البيانات الأساسية
17	2.1 ما هي قاعدة البيانات؟
18	2.2 خصائص قاعدة البيانات
19	2.3 أنواع مستخدمي قاعدة البيانات
20	2.4 نظام إدارة قواعد البيانات وتصنيفاتها
24	2.5 مصطلحات أساسية
25	2.6 تمارين
26	3. خصائص قواعد البيانات والمزايا التي تقدمها
27	3.1 خصائص قواعد البيانات
28	3.2 دعم عدة واجهات عرض للبيانات
30	3.3 مصطلحات أساسية
30	3.4 تمارين
31	4. نمذجة البيانات وأنواعها
32	4.1 أنواع نماذج البيانات
34	4.2 مدى تجريد البيانات
36	4.3 طبقات تجريد البيانات
37	4.4 تخطيطات قاعدة البيانات Schemas
38	4.5 استقلالية البيانات المنطقية والمادية
38	4.6 مصطلحات أساسية

40	4.7 التمارين
41	5. نموذج البيانات العلائقية RDM
41	5.1 المفاهيم الأساسية في نماذج البيانات العلائقية
45	5.2 خصائص الجدول
45	5.3 المفاهيم الأساسية
46	5.4 المصطلحات الأساسية
46	5.5 تمارين
47	6. نموذج الكيان والعلاقة ER وتمثيل البيانات
48	6.1 الكيان ومجموعة الكيان ونوع الكيان
49	6.2 ارتباط الوجود
49	6.3 أنواع الكيانات
51	6.4 السمات
54	6.5 المفاتيح
61	6.6 مصطلحات أساسية
63	6.7 تمارين
68	7. قواعد السلامة وقيودها لضمان سلامة البيانات
68	7.1 سلامة النطاق Domain Integrity
71	7.2 قيود المؤسسة Enterprise Constraints
72	7.3 قواعد العمل Business Rules
73	7.4 أنواع العلاقات
78	7.5 مصطلحات أساسية
79	7.6 تمارين
82	8. نمذجة الكيان العلاقي ER عند تصميم قواعد البيانات
82	8.1 التصميم العلاقي Relational Design والتكرار Redundancy
83	8.2 حالة الإدخال الشاذة Insertion Anomaly
84	8.3 حالة التحديث الشاذة Update Anomaly
84	8.4 حالة الحذف الشاذة Deletion Anomaly
86	8.5 كيفية تجنب الحالات الشاذة
87	8.6 مصطلحات أساسية

87	8.7 تمارين
89	9. الاعتماديات الوظيفية Functional Dependencies
90	9.1 قواعد الاعتماديات الوظيفية
91	9.2 قواعد الاستدلال Inference Rules
94	9.3 مخطط الاعتمادية Dependency Diagram
95	9.4 مصطلحات أساسية
96	10. فهم عملية التوحيد Normalization
96	10.1 ما هو التوحيد Normalization؟
97	10.2 النماذج الموحدة Normal Forms
97	10.3 النموذج الموحد الأول First Normal Form أو 1NF اختصارًا
98	10.4 النموذج الموحد الثاني Second Normal Form أو 2NF
99	10.5 النموذج الموحد الثالث Third Normal Form أو 3NF
101	10.6 نموذج بويس-كود الموحد BCNF
103	10.7 التوحيد وتصميم قواعد البيانات
104	10.8 المصطلحات الأساسية والاختصارات
104	10.9 تمارين
107	11. عملية تطوير قواعد البيانات
107	11.1 دورة حياة تطوير البرمجيات - نموذج الشلال Waterfall
109	11.2 دورة حياة قاعدة البيانات Database Life Cycle
111	11.3 جمع المتطلبات Requirements Gathering
111	11.4 التحليل Analysis
112	11.5 التصميم المنطقي Logical Design
114	11.6 التطبيق Implementation
115	11.7 تحقيق التصميم Realizing the Design
115	11.8 ملء قاعدة البيانات Populating the Database
116	11.9 إرشادات لتطوير مخطط ER
116	11.10 مصطلحات أساسية
117	11.11 تمارين

118	12. لغة الاستعلامات الهيكلية SQL
119	12.1 إنشاء قاعدة بيانات Create Database
123	12.2 قيود الجدول Table Constraints
128	12.3 الأنواع التي يُعرفها المستخدم User Defined Types
129	12.4 مصطلحات أساسية
129	12.5 تمارين
131	13. لغة معالجة البيانات DML الخاصة بلغة SQL
132	13.1 تعليمة SELECT
138	13.2 تعليمة INSERT
141	13.3 تعليمة UPDATE
141	13.4 تعليمة DELETE
142	13.5 الدوال المبنية مسبقا Built-in Functions
146	13.6 ضم الجداول Joining Tables
149	13.7 مصطلحات أساسية
150	13.8 تمارين
154	14. الملحق أ: مثال عملي عن تصميم قاعدة بيانات لجامعة
155	14.1 عملية التصميم
159	15. الملحق ب: أمثلة عملية عن إنشاء مخططات ERD
159	15.1 التمرين الأول: شركة تصنيع Manufacturer
160	15.2 التمرين الثاني: وكيل سيارات Car Dealership
162	16. الملحق ج: حل تمرين باستخدام لغة SQL
162	16.1 الجزء الأول: استخدم لغة DDL
165	16.2 الجزء الثاني: إنشاء عبارات لغة SQL
167	16.3 الجزء الثالث: الإدخال والتعديل والحذف والفهارس

تمهيد

تسبق كل عملية تنفيذية عملية تصميمية تخطيطية مثل عملية تخطيط أي بناء ودراسته وتحليله ورسمه على المخططات قبل البدء ببنائه وتنفيذه على الأرض وكذلك الحال مع قواعد البيانات فقبل تنفيذها برمجياً، يكون هنالك مرحلة تصميمية يجري فيها تصميم قواعد البيانات وتخطيط جداولها والأعمدة التي تحتويها وأنواع البيانات فيها والروابط الرابطة بينها والقيود المقيدة لها وهكذا، فلعملية التصميم تلك أهمية كبيرة لأي قاعدة بيانات، ولا يكاد يخلو أي نظام برمجي يتعامل مع البيانات من قاعدة بيانات لذا لابد من إجراء تصميم متين مناسب لقاعدة البيانات التي سيبنى عليها النظام.

يعد موضوع تصميم قواعد البيانات مادة أساسية تدرّس في السنوات الأولى من تخصص علوم الحاسوب والتخصصات المتعلقة بهندسة الحاسوب والبرمجيات في الجامعة ولابد من تعلم الموضوع ودراسته قبل البدء بتعلم كيفية تنفيذ قاعدة بيانات برمجياً، فلا يمكن بناء قاعدة بيانات قوية متينة الارتباطات سليمة القيود موحّدة عديمة التكرارات دون دراسة موضوع التصميم نظرياً وإتقانه عملياً وذلك بتصميم قواعد بيانات نموذجية والإطلاع على تصميمات أخرى لقواعد بيانات صممها مهندسون أكفّاء.

يشرح هذا الكتاب عملية تصميم قاعدة بيانات شرحاً موجزاً غير مغل، إذ يبدأ أولاً بتغطية كل المفاهيم المتعلقة بقواعد البيانات بدءاً من فكرة قاعدة البيانات بالأصل واختلافها عن أي نظام تخزين بيانات، وحتى العملية التصميمية وعمليات نمذجة البيانات وتمثيلها وعمليات الربط بين جداول البيانات وما يقوم عليها ثم يبنى بعدها على ذلك كله شارحاً عملية تصميم قواعد البيانات وتطويرها حتى رسم مخطط ER النهائي لجداول قاعدة البيانات، وهو مخطط نموذج الكيان والعلاقة الواصف لقاعدة البيانات وجداولها وكل تفصييلة فيها، ثم يشرح بعدها كيفية تنفيذ المخطط الناتج عبر لغة SQL ولا يغيب عنه التطرق إلى أنظمة إدارة قواعد البيانات DBMS مع ذكر أشهرها.

هذا الكتاب مترجم عن كتاب [Database Design - 2nd Edition](#) "تصميم قاعدة بيانات - الإصدار الثاني" لصاحبيه إيدرين وات Adrienne Watt ونيلسون إنج Nelson Eng وهو مبني في الأصل على عدة مصادر ركيزتها كتاب Database Design للمؤلف الأول إيدرين وات، فالمصادر المبني عليها كل فصل مدرجة في نهايته ويمكنك الرجوع إلى الكتاب الأجنبي الأصل إن أردت الإطلاع عليها، كما أن هذا الكتاب الأجنبي يُعتمد في بعض الجامعات لتدريس مادة تصميم قواعد البيانات في فصول قسم علوم الحاسوب وتصميم البرمجيات.

انتبه إلى أن هذا الكتاب لا يركز على عملية تنفيذ قواعد البيانات وبرمجتها بل يركز على عملية تصميم قاعدة بيانات وكيفية نمذجتها وإن كان يتطرق إلى لغة SQL سريعًا شارحًا باقتضاب كيفية إنشاء قاعدة بيانات والعمليات الأساسية للتعديل عليها، أما إذا أردت الاستزادة والتعمق في هذا الموضوع، فننصحك بالرجوع إلى كتاب [ملاحظات للعاملين بلغة SQL](#) وكتاب [الدليل العملي إلى قواعد بيانات PostgreSQL](#) وتوثيق لغة SQL من موسوعة حسوب وأي كتب ومصادر أخرى تصب في هذا المجال.

تجد في نهاية كل فصل من فصول الكتاب قائمة بالمصطلحات الأساسية التي ناقشها الفصل وتحدث عنها بالعربية وما يقابلها بالإنجليزية ليسهل عليك البحث عنها أو الرجوع إلى أي مصادر أجنبية كما تجد في نهايته تمارين تساعدك على ترسيخ ما تعلمت، لذا ننصحك بالاهتمام بها لتحقيق أقصى استفادة مما تعلمت من الفصل، وإن احتجت إلى أي مساعدة، فلا تتردد بطرح سؤالك في قسم [الأسئلة والأجوبة](#) في أكاديمية حسوب أو في [مجتمع حسوب IO](#).

إذا كان لديك اقتراح أو تصحيح على النسخة العربية من الكتاب أو أي ملاحظة حول أي مصطلح من المصطلحات المستعملة، يرجى إرسال بريد إلكتروني إلى academy@hsoub.com. إذا ضمّنت جزءًا من الجملة التي يظهر الخطأ فيها على الأقل، فهذا يسهّل علينا البحث، وحبذا إضافة أرقام الصفحات والأقسام.

جميل بيلوني

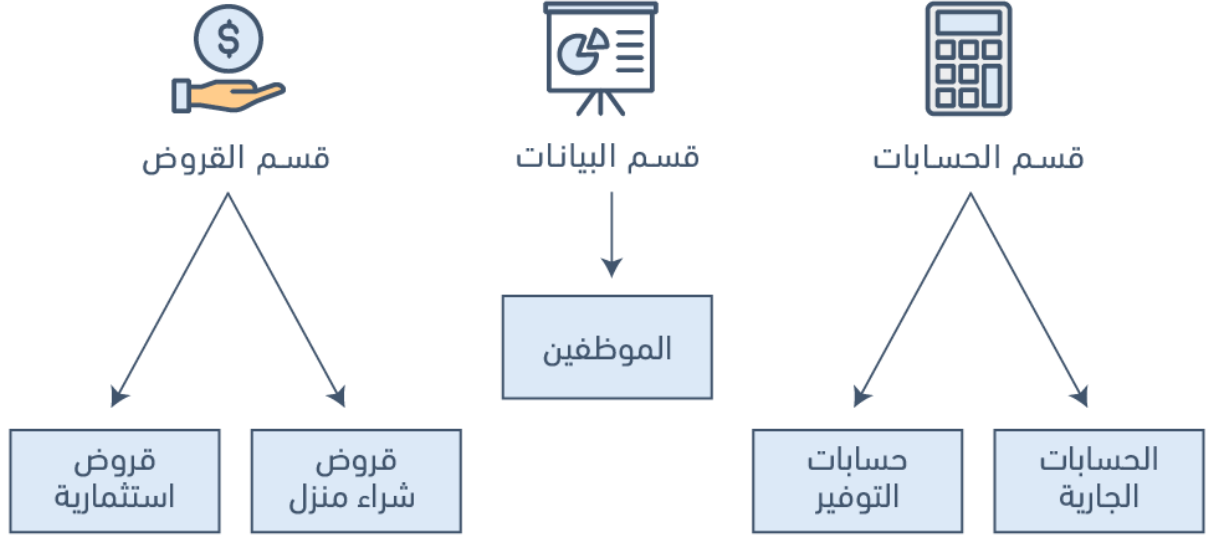
2022/02/20

1. ما قبل ظهور أنظمة قواعد البيانات

قطعت الطريقة التي تدير بها أجهزة الحاسوب البيانات شوطًا طويلًا على مدار العقود القليلة الماضية، كما يأخذ مستخدمي الحاسوب اليوم المزايا العديدة الموجودة في نظام قواعد البيانات أمرًا مسلمًا به على الرغم من عدم مرور وقت طويل على اعتماد أجهزة الحاسوب النظام القائم على الملفات File-based System والذي يُعدّ النهج الأقل في الأناقة والتكلفة لإدارة البيانات.

1.1 النظام القائم على الملفات

يُعدّ تخزين المعلومات في ملفات دائمة في الحاسوب إحدى طرق الحفاظ عليها، فمثلًا، يملك نظام الشركة عددًا من البرامج التطبيقية والمصمّمة لمعالجة ملفات البيانات تلك، ثم توليد المخرجات والنتائج في ملفات أخرى، حيث تُصمّم هذه البرامج بناءً على طلب المستخدمين في المؤسسة، كما تضاف برامج جديدة إلى النظام عند الحاجة إليها، ويسمى هذا النظام بالنظام القائم على الملفات File-based System، فمثلًا، يمكن استخدام النظام القائم على الملفات لإدارة بيانات نظام مصرفي تقليدي كما هو موضح في الشكل أدناه، حيث يوجد أقسام مختلفة في المصرف، ولكل منها برامج خاصة لإدارة ومعالجة ملفات البيانات المختلفة، كما يمكن استخدام برامج لأداء عمليات عديدة في الأنظمة المصرفية، مثل: الخصم من الحساب أو ائتمانه، وإنشاء كشف برصيد الحساب، وإضافة قروض عقارية جديدة، وإنشاء كشوف حسابات شهرية.



الشكل 1.1: مثال على نظام قائم على الملفات لبنك يستعمله لإدارة البيانات

1.2 عيوب النظام القائم على الملفات

يملك النظام القائم على الملفات والمستخدم لحفظ المعلومات التنظيمية العديد من العيوب، والتي دفعت فيما بعد لتطوير أنظمة جديدة أكثر كفاءة، نذكر منها التالي:

1.2.1 تكرار البيانات Data redundancy

غالبًا ما تُنشأ ملفات البيانات الخاصة بالمؤسسة من طرف العديد من المبرمجين من أقسام مختلفة على مدى فترات طويلة من الزمن، مما يؤدي إلى تكرار البيانات عند تحديث أحد الحقول في أكثر من موضع واحد، حيث تسبب هذه العملية العديد من المشاكل، منها:

- عدم توحيد تنسيق البيانات.
- الاحتفاظ بالمعلومة نفسها في عدة أماكن مختلفة، أي ضمن ملفات مختلفة.
- عدم تناسق البيانات، وهو الموقف الذي تتعارض فيه النسخ المختلفة من البيانات نفسها، مما يُهدر مساحة التخزين ويضعف الجهد.

1.2.2 عزل البيانات

عزل البيانات هو الخاصية التي تحدد متى وكيف تصبح التغييرات التي يتم إجراؤها بواسطة عملية معينة مرئية للمستخدمين المتزامنين، والأنظمة المتزامنة الأخرى؛ ويؤدي حدوث أي مشكلة في مزامنة البيانات إلى صعوبة استرجاع البيانات المناسبة من قبل التطبيقات الأخرى التي تصل لنفس البيانات والتي ربما تكون مخزنة في عدة ملفات مختلفة.

1.2.3 مشاكل السلامة

تُعدّ مشاكل سلامة البيانات عيبًا آخرًا لاستخدام النظام القائم على الملفات، حيث تشير سلامة البيانات data integrity إلى صيانة البيانات، والتأكد من صحة وتناسق البيانات الموجودة في قاعدة البيانات، حيث يجب مراعاة العوامل التالية أثناء معالجة هذه المشكلة:

- يجب على قيم البيانات استيفاء قيود تناسق معينة ومحدّدة في برامج التطبيق.
- من الصعب إجراء تغييرات على برامج التطبيق من أجل فرض قيود جديدة.

1.2.4 مشاكل الأمان

يُعدّ الأمان مشكلةً في النظام القائم على الملفات للأسباب التالية:

- وجود قيود تتعلق بالحصول على الصلاحيات.
- تُضاف متطلبات التطبيق إلى النظام بطرق مخصصة، لذلك من الصعب فرض القيود.

1.2.5 الوصول المتزامن

التزامن هو قدرة قاعدة البيانات على السماح لعدة مستخدمين بالوصول للسجل نفسه دون التأثير سلبيًا على معالجة المعاملات. يجب على النظام القائم على الملفات إدارة التزامن وضبطه باستخدام برامج تطبيقية، حيث يُقفل الملف ويُمنع الوصول إليه عندما يفتحه تطبيق ما، مما يعني أنه لا يمكن لأي شخص آخر الوصول إلى ذلك الملف في الوقت نفسه آنذاك.

تُدير أنظمة قواعد البيانات عملية التزامن من خلال السماح لعدة مستخدمين من الوصول إلى السجل نفسه، ويُعدّ هذا فرق مهم بين قواعد البيانات والأنظمة القائمة على الملفات.

1.3 نظام قواعد البيانات

دفعت الصعوبات الناشئة عن استخدام النظام القائم على الملفات إلى تطوير نظام جديد لإدارة الكميات الكبيرة من المعلومات التنظيمية، والذي يُسمى بنظام قاعدة البيانات.

تلعب قواعد البيانات وتقنياتها دورًا مهمًا في معظم المجالات التي تُستخدم فيها أجهزة الحاسوب، بما في ذلك الأعمال التجارية، والتعليم، والطب، وغيرها، وسنبدأ في هذا الفصل بتقديم بعض المفاهيم الأساسية المتعلقة بهذا المجال لفهم أساسيات أنظمة قواعد البيانات.

1.3.1 دور قواعد البيانات في إدارة الأعمال

يستخدم الجميع قواعد البيانات بطريقة أو بأخرى، حتى ولو كانت استخدامات بسيطة مثل تخزين معلومات عن أصدقائهم وعائلاتهم فقط، كما يمكن تدوين هذه البيانات أو تخزينها على جهاز حاسوب باستخدام برنامج

معالجة النصوص، أو يمكن حفظها على صورة جداول، ومع ذلك فإنّ أفضل طريقة لتخزين البيانات هي استخدام برامج إدارة قواعد البيانات، وهي أدوات برمجية قوية تسمح لك بتخزين البيانات، ومعالجتها، واسترجاعها بعدة طرق مختلفة.

تتبع معظم الشركات معلومات العملاء من خلال تخزينها في قاعدة بيانات، وقد تشمل هذه البيانات العملاء، أو الموظفين، أو المنتجات، أو الطلبات، أو أي شيء آخر يساعد الشركة في تنفيذ مهامها.

1.4 معنى البيانات

تُعدّ البيانات Data معلومات واقعية، مثل: القياسات، أو الإحصائيات حول الأشياء والمفاهيم، كما تُستخدم للمناقشات، أو على أساس جزء من العمليات الحسابية، و يمكن أن تكون هذه البيانات شخصاً، أو مكاناً، أو حدثاً، أو إجراءً، أو أي شيء آخر، حيث تُمثّل كل معلومة أو حقيقة معينة عنصراً من عناصر البيانات أي data element.

إذا كانت البيانات معلومات، وكانت المعلومات هي ما نعتمد عليه في العمل، فيمكنك البدء في معرفة المكان الذي قد تخزن هذه البيانات فيه، فمثلاً، يُمكن تخزين البيانات في:

- ملفات تخزين مخصصة
- جداول البيانات
- المجلدات
- الدفاتر
- القوائم
- الأوراق

تخزن كل هذه المواد المعلومات وكذلك قاعدة البيانات.

بسبب الطبيعة الميكانيكية لقواعد البيانات، نجد أنّ لها مقدرة كبيرة على إدارة ومعالجة المعلومات المُخزّنة فيها، مما يجعل هذه المعلومات أكثر فائدة لعملك.

يمكننا البدء من خلال هذا الفهم للبيانات في رؤية كيف يمكن لقاعدة البيانات تخزين مجموعة من البيانات، وتنظيمها، وإجراء بحث سريع عليها، واسترجاعها، ومعالجتها. ويتضمن هذا الكتاب والفصول التالية الكثير من التفاصيل عن أنظمة إدارة قواعد البيانات وكيفية التعامل معها.

1.5 مصطلحات أساسية

- **التزامن Concurrency**: هو قدرة قاعدة البيانات على السماح لعدة مستخدمين من الوصول إلى السجل نفسه دون التأثير سلبيًا على معالجة المعاملات.
- **عنصر البيانات Data element**: حقيقة أو معلومة واحدة.
- **عدم تناسق البيانات Data inconsistency**: الحالة التي تتعارض فيها النسخ المختلفة للبيانات نفسها بعضها مع بعض.
- **عزل البيانات Data isolation**: الخاصية التي تحدد متى وكيف تصبح التغييرات التي تجري بواسطة عملية معينة مرئيةً للمستخدمين المتزامنين والأنظمة المتزامنة الأخرى.
- **سلامة البيانات Data integrity**: يشير إلى الصيانة والتأكد من أن البيانات في قاعدة البيانات صحيحة ومتسقة.
- **تكرار البيانات Data redundancy**: حالة تحدث في قاعدة بيانات عندما يحتاج أحد الحقول إلى التحديث في أكثر من جدول.
- **نظام قاعدة البيانات Database approach**: وهو الذي يسمح بإدارة كميات كبيرة من المعلومات التنظيمية.
- **برامج إدارة قواعد البيانات Database management software**: أداة برمجية قوية تتيح لك تخزين البيانات، ومعالجتها، واسترجاعها بطرق مختلفة.
- **النظام القائم على الملفات File-based system**: وهو عبارة عن برنامج تطبيق مصمم للتعامل مع ملفات البيانات.

1.6 تمارين

1. ناقش كل من المصطلحات التالية:

- البيانات
- الحقل
- السجل
- الملف

2. ما هو تكرار البيانات؟

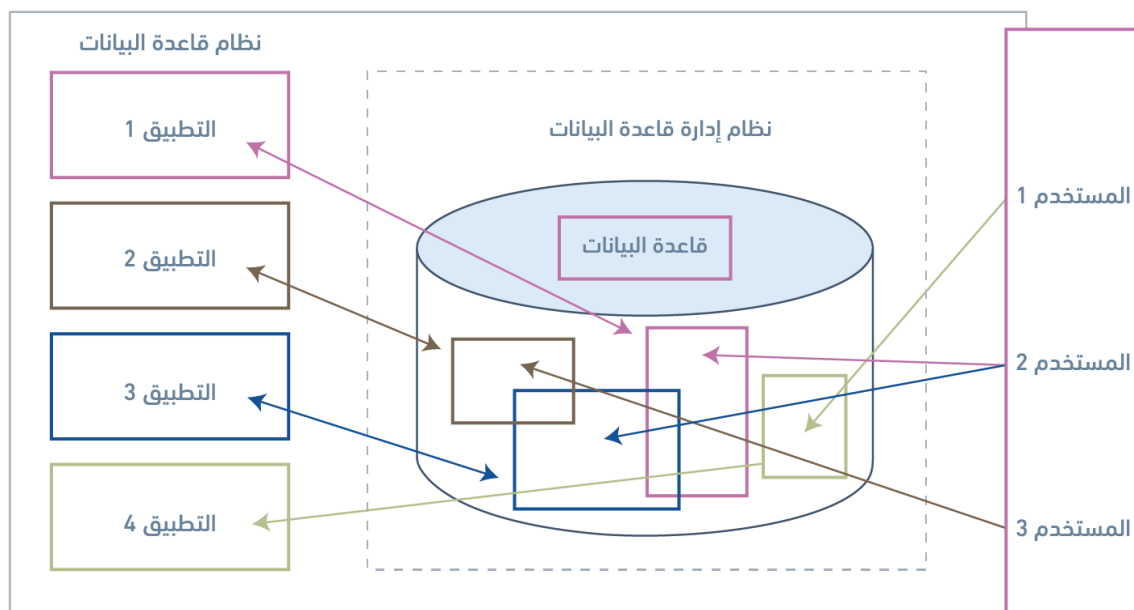
3. ناقش عيوب النظام القائم على الملفات.
4. اشرح الفرق بين البيانات والمعلومات.
5. استخدم الجدول أدناه للإجابة على الأسئلة التالية.
 - كم عدد السجلات التي يحتوي عليها الملف؟
 - كم عدد الحقول في كل سجل؟
 - ما المشكلة التي قد تواجهها إذا أردت إنشاء قائمة مرتبة حسب المدينة؟
 - كيف يمكنك حل هذه المشكلة عن طريق تعديل هيكل الملف؟

PROJECT CODE	PROJECT MANAGER	MANAGER PHONE	MANAGER ADDRESS	PROJECT BID PRICE
21-5Z	Holly B. Parker	904-338-3416	3334 Lee Rd., Gainesville, FL 37123	\$16,833.460,00
25-2D	Jane D. Grant	615-898-9909	218 Clark Blvd., Nashville, TN 36362	\$12,500.000,00
25-5A	George F. Dorts	615-227-1245	124 River Dr., Franklin, TN 29185	\$32,512.420,00
25-9T	Holly B. Parker	904-338-3416	3334 Lee Rd., Gainesville, FL 37123	\$21,563.234,00
27-4Q	George F. Dorts	615-227-1245	124 River Dr., Franklin, TN 29185	\$10,314.545,00
29-2D	Holly B. Parker	904-338-3416	3334 Lee Rd., Gainesville, FL 37123	\$25,559.999,00
31-7P	William K. Moor	904-445-2719	216 Morton Rd., Stetson, FL 30155	\$56,850.000,00

2. مفاهيم قواعد البيانات الأساسية

سنتعرف في هذا الفصل على أهم المصطلحات والمفاهيم الأساسية في قواعد البيانات بدءًا من التعرف على مفهوم قاعد البيانات بحد ذاته ثم التعرف إلى الصفات التي تتصف فيها قواعد البيانات وأخيرًا التعرف على مفهوم أنظمة إدارة قواعد البيانات وتصنيفاتها المندرجة ضمنها.

2.1 ما هي قاعدة البيانات؟



الشكل 2.1: قاعدة البيانات هي مستودع للبيانات

تُعَدُّ قاعدة البيانات database تجميعية مشتركة من البيانات ذات الصلة، وتُستخدَم لدعم أنشطة منظّمة معينة، كما يمكن النظر إلى قاعدة البيانات على أساس مستودع للبيانات التي تُعرَّف مرةً واحدةً، ومن ثم يمكن الوصول إليها من مستخدمين مختلفين كما هو موضح في الشكل التالي.

2.2 خصائص قاعدة البيانات

تملك قاعدة البيانات الخصائص التالية:

- تُمثِّل بعض جوانب العالم الحقيقي، أو تجميعية من عناصر البيانات data elements -أو الحقائق facts- التي تُمثِّل معلومات مستقاة من الواقع.
- تُعَدُّ قاعدة البيانات منطقيةً، ومتناسكةً، ومتسقةً داخليًا.
- صُمِّمَت قاعدة البيانات وُبُنِيَت ومُثِّلَت بالبيانات لخدمة غرض معيّن.
- يُخزَّن كل عنصر بيانات في حقل field.
- تُكوِّن مجموعة الحقول جدولًا table، فمثلاً، يحتوي كل حقل في جدول الموظف على بيانات حول موظف فردي.

يمكن أن تحتوي قاعدة البيانات على العديد من الجداول، فمثلاً، قد يحتوي نظام العضوية membership system على جدول عنوان، و جدول عضو فردي كما هو موضح في الشكل 2.

تتكون منظمة عالم العلوم مثلاً من عدة أعضاء، وهم: أفراد individuals، ومنازل جماعية group homes، وأعمال تجارية businesses، وشركات corporations، حيث يملكون عضوية نشطة في هذه المنظمة، كما يمكن شراء العضوية لمدة سنة أو سنتين، وبعد ذلك يمكن تجديدها لمدة سنة أو سنتين أيضاً.

نلاحظ في الشكل أنّ ميني ماوس Minnie Mouse قد جددت عضوية العائلة في منظمة عالم العلوم Science World، كما نلاحظ أنّ كل شخص يملك المعرّف رقم 100755 يعيش في العنوان التالي: Rodent Lane 8932. والأعضاء الأفراد كما يظهر في الشكل وهم: Mickey Mouse و Minnie Mouse وحتى Moose Mouse كما هو ظاهر.

ID: 100755 EXPIRY DATE: 201503 Prev Exp: 201402 Stat: A Cat: FP

Name: Mrs. Minnie Mouse Res: 222-2222

Address: 8982 Rodent Lane

City: West Vancouver Prov: BC Country: Canada

Notes:

Cards: 2013/08/09 # Members: 8 #Years: 1

FirstName	LastName	YYMM	G	BARCODE	V	DATE	TIME	F
Mickey	Mouse	0000	M	10000001	4	20130810	10:12:29	y
Minnie	Mouse	0000	F	10000002	4	20130810	10:12:29	y
Mighty	Mouse	0000	M	10000003	4	20130810	10:12:29	y
Door	Mouse	0000	F	10000004	4	20130810	10:12:29	y
Tom	Mouse	0000	M	10000005	4	20130810	10:12:29	y
King	Rat	0000	M	10000006	4	20130810	10:12:29	y
Man	Mouse	0000	M	10000007	4	20130810	10:12:29	y
Moose	Mouse	0000	M	10000008	4	20130810	10:12:29	y

Record: 1 of 1 No Filter Search

الشكل 2.2: نظام العضوية في Science World

2.3 أنواع مستخدمي قاعدة البيانات

يُندرج مستخدمو قواعد البيانات ضمن أحد التصنيفات التالية:

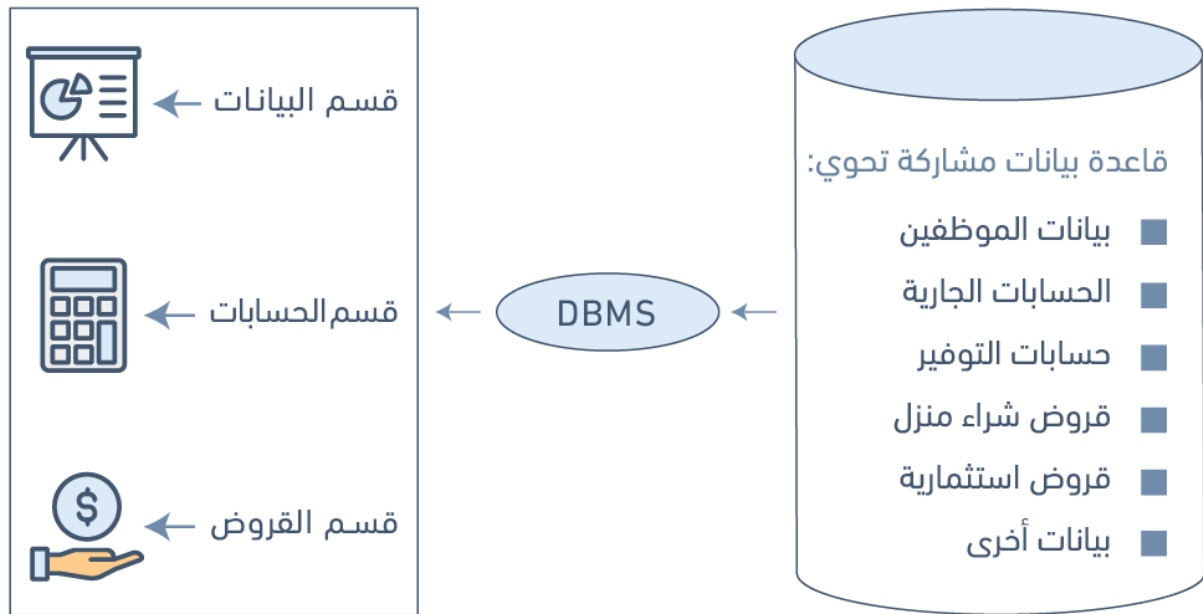
1. **المستخدمون النهائيون End Users:** هم الأشخاص الذين تتطلب وظائفهم الوصول إلى قاعدة بيانات للاستعلام عن التقارير وتحديثها وإنشائها.
2. **مستخدم التطبيق Application user:** هو الشخص الذي يصل إلى برنامج تطبيقي موجود لأداء المهام اليومية.
3. **المستخدمون الخبراء Sophisticated users:** هم المستخدمون الذين لديهم طريقتهم الخاصة في الوصول إلى قاعدة البيانات. هذا يعني أنهم لا يستخدمون البرنامج التطبيقي المتوفر في النظام، فقد يحدّدون التطبيق الخاص بهم أو يصفّون حاجتهم مباشرةً باستخدام لغات استعلام. يحتفظ هؤلاء المستخدمون المتخصصون بقواعد بياناتهم الشخصية باستخدام حزم البرامج الجاهزة التي توفر أوامر قائمةً على القوائم menu driven commands وسهلة الاستخدام مثل برنامج MS Access.
4. **مبرمجو التطبيقات Application Programmers:** يطبّق هؤلاء المستخدمون برامج تطبيقية محددة للوصول إلى البيانات المخزّنة، حيث يجب أن يكونوا على دراية بنظم إدارة قواعد البيانات لإنجاز مهامهم بطريقة سليمة.
5. **مسؤولو قاعدة البيانات:** قد يكون مسؤول قاعدة البيانات Database Administrator أو DBA اختصاراً- شخصاً أو مجموعة من الأشخاص في مؤسسة، المسؤولين عن إعطاء التصريح بالوصول إلى قاعدة البيانات ومراقبة استخدامها وإدارة جميع الموارد لدعم استخدام نظام قاعدة البيانات بأكمله.

2.4 نظام إدارة قواعد البيانات وتصنيفاتها

يُعدّ نظام إدارة قواعد البيانات database management system - أو DBMS اختصارًا- تجميعاً من البرامج التي تُمكن المستخدمين من إنشاء قواعد البيانات databases، والحفاظ عليها، والتحكم في جميع عمليات الوصول إليها، كما يُعدّ الهدف الأساسي لنظام إدارة قواعد البيانات هو توفير بيئة ملائمة وفعالة للمستخدمين لاسترجاع المعلومات وتخزينها.

يمكننا باستخدام نظام قواعد البيانات DBMS تمثيل النظام المصرفي التقليدي كما هو موضح في الشكل التالي، حيث يُستخدم في هذا المثال المصرفي نظام إدارة قواعد البيانات من قِبَل قسم شؤون الموظفين، وقسم الحسابات، وقسم إدارة القروض، للوصول إلى قاعدة البيانات المشتركة للشركة.

يمكن تصنيف أنظمة إدارة قواعد البيانات بناءً على عدة معايير، مثل: نموذج البيانات data model، وأعداد المستخدمين user numbers، وتوزيع قاعدة البيانات database distribution؛ وفيما يلي بيان تفصيلي لكل من هذه المعايير.



الشكل 2.3: نظام إدارة قواعد البيانات المصرفية

2.4.1 التصنيف على أساس نموذج البيانات

نموذج البيانات الأكثر انتشاراً والمستخدم اليوم هو نموذج البيانات العلائقية relational data model، وذلك لأن جميع نظم إدارة قواعد البيانات، مثل: Oracle، وMS SQL Server، وDB2، وMySQL، تدعمه، ولا تزال النماذج التقليدية traditional models الأخرى مثل نماذج البيانات الهرمية hierarchical data models.

ونماذج بيانات الشبكة network data models مستخدمة في الصناعة بصورة أساسية على منصات الحواسيب المركزية، ولكن نجدها محصورة في استخدامات بسيطة بسبب تعقيدها، ويشار إليها على أنها نماذج تقليدية traditional models لأنها سبقت النموذج العلائقي relational model. وقد ظهرت في السنوات الأخيرة نماذج البيانات كائنية التوجه object-oriented data models، وهي نظام لإدارة قاعدة بيانات، حيث تُمثل فيه المعلومات في شكل كائنات كما هو مستخدم في البرمجة كائنية التوجه.

تختلف قواعد البيانات كائنية التوجه عن قواعد البيانات العلائقية relational databases، والتي تعتمد على الجدول أي تُعَدّ جدولية التوجه table-oriented، كما تجمع أنظمة إدارة قواعد البيانات كائنية التوجه Object-oriented database management systems -وتختصر إلى OODBMS- بين إمكانيات قاعدة البيانات وإمكانيات لغات البرمجة كائنية التوجه.

ما زال انتشار قواعد البيانات كائنية التوجه ضعيف موازنة بقواعد البيانات العلائقية وذلك يرجع إلى عدم تعرّف المستخدمين عليها بعد، ويوجد بعض الأمثلة على نظم إدارة قواعد البيانات كائنية التوجه، وهي:

• O2

• ObjectStore

• Jasmine

2.4.2 التصنيف على أساس أعداد المستخدمين

يمكن تصنيف نظم إدارة قواعد البيانات بناءً على عدد المستخدمين القادر على دعمهم، حيث من الممكن دعم مستخدم وحيد ويسمى نظام قواعد بيانات أحادي المستخدم single-user database system، أو دعم العديد من المستخدمين بصورة متزامنة ويسمى نظام قواعد بيانات متعدد المستخدمين multiuser database system.

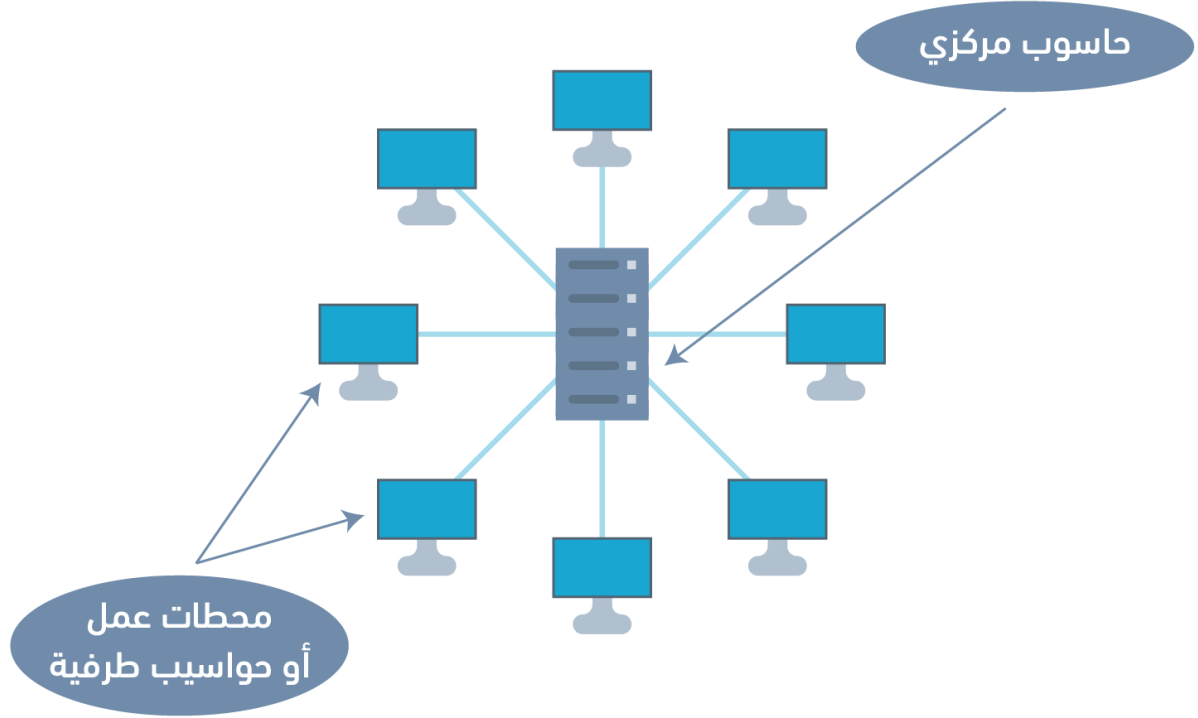
2.4.3 التصنيف على أساس توزيع قاعدة البيانات

توجد أربعة أنظمة توزيع رئيسية لأنظمة قواعد البيانات، ويمكن استخدامها لتصنيف قواعد البيانات حسب ماهو موضع أدناه.

1. الأنظمة المركزية Centralized systems

يُخزّن نظام إدارة قواعد البيانات DBMS وقاعدة البيانات database عند استخدام الأنظمة المركزية لقواعد البيانات centralized database system في موقع واحد تستخدمه أنظمة أخرى عديدة كما هو موضّح في الشكل التالي.

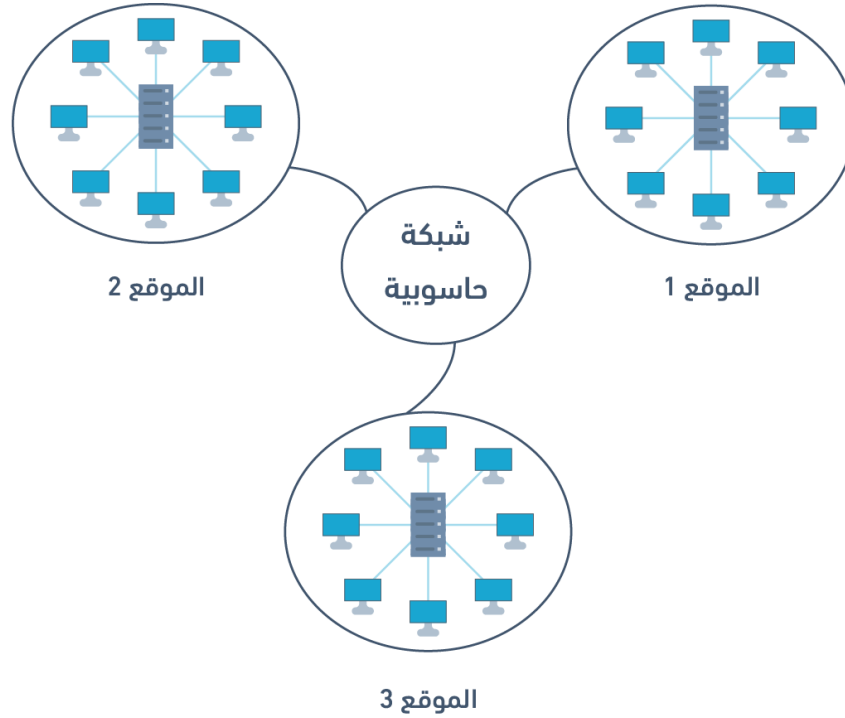
استخدمت العديد من المكتبات الكندية في أوائل الثمانينيات نظام GEAC 8000 لتحويل دليل أو فهرس البطاقات اليدوية إلى أنظمة فهرس مركزية يمكن قراءتها آليًا، حيث يحتوي كل فهرس على حقل باركود مشابه لذلك الموجود في منتجات المتاجر.



الشكل 2.4: مثال على نظام قاعدة بيانات مركزية.

ب. نظام قاعدة البيانات الموزعة

يوزع نظام إدارة قواعد البيانات DBMS وقاعدة البيانات database في نظام قاعدة البيانات الموزعة distributed database system من مواقع مختلفة متصلة بشبكة حاسوب، كما هو موضح في الشكل التالي.



الشكل 2.5: مثال على نظام قاعدة بيانات موزعة.

ج. أنظمة قواعد البيانات الموزعة المتجانسة

تستخدم أنظمة قواعد البيانات الموزعة المتجانسة Homogeneous distributed database systems برنامج إدارة قواعد البيانات نفسه من مواقع متعددة، كما يمكن تبادل البيانات بين هذه المواقع المختلفة بسهولة، فمثلاً، تستخدم أنظمة معلومات المكتبات library information systems من البائع نفسه مثل نظام Geac Computer Corporation لإدارة قواعد البيانات نفسه، والذي يسمح بتبادل البيانات بسهولة بين مواقع مكتبة Geac المختلفة.

د. أنظمة قواعد البيانات الموزعة غير المتجانسة

تستخدم مواقع مختلفة برنامج إدارة قواعد بيانات مختلف في نظام قاعدة البيانات الموزعة غير المتجانسة heterogeneous distributed database system، ولكن هناك برامج مشتركة إضافية تدعم تبادل البيانات بين هذه المواقع، فمثلاً، تستخدم أنظمة قاعدة بيانات المكتبات المختلفة تنسيق الفهرسة المقروءة آلياً machine-readable cataloging - أي MARC اختصاراً- نفسه لدعم تبادل بيانات تسجيلات المكتبة.

2.5 مصطلحات أساسية

- **عناصر البيانات data elements:** حقائق تُمثّل معلومات مستقاة من الواقع.
- **قاعدة البيانات database:** تجميعية مشتركة من البيانات ذات الصلة، وتُستخدم لدعم أنشطة منظمة معيّنة.
- **نظام إدارة قواعد البيانات database management system أو DBMS:** تجميعية من البرامج التي تُمكن المستخدمين من إنشاء قواعد البيانات، والحفاظ عليها، والتحكم في جميع عمليات الوصول إليها.
- **الجدول table:** مجموعة من الحقول fields.
- **نظام قاعدة البيانات المركزي centralized database system:** يُخزّن نظام إدارة قواعد البيانات DBMS وقاعدة البيانات database عند استخدام الأنظمة المركزية لقواعد البيانات centralized database system في موقع واحد تستخدمه أنظمة أخرى عديدة.
- **نظام قاعدة البيانات الموزعة distributed database system:** يوزّع نظام إدارة قواعد البيانات DBMS وقاعدة البيانات database في نظام قاعدة البيانات الموزعة distributed database system من مواقع مختلفة متصلة بشبكة حاسوب.
- **نظام قاعدة البيانات الموزعة غير المتجانسة heterogeneous distributed database system:** تستخدم مواقع مختلفة برنامج إدارة قواعد بيانات مختلف، ولكن هناك برامج مشتركة إضافية تدعم تبادل البيانات بين هذه المواقع.
- **نظام قاعدة البيانات الموزعة المتجانسة homogeneous distributed database systems:** تستخدم برنامج إدارة قواعد البيانات نفسه في مواقع متعددة.
- **نظام قاعدة بيانات متعدد المستخدمين multiuser database system:** هو نظام إدارة قاعدة بيانات يدعم عدة مستخدمين بصورة متزامنة.
- **نموذج البيانات كائنية التوجه object-oriented data model:** نظام لإدارة قواعد البيانات، حيث تُمثّل المعلومات فيه على صورة كائنات كما هو مستخدم في البرمجة كائنية التوجه.
- **نظام قاعدة بيانات أحادي المستخدم single-user database system:** نظام إدارة قاعدة بيانات يدعم مستخدم واحد فقط في كل مرة.
- **النماذج التقليدية traditional models:** هي نماذج البيانات التي سبقت النموذج العلائقي relational model.

- **مبرمج التطبيق application programmer**: هو المستخدم الذي يطبق برامجًا تطبيقية محددة للوصول إلى البيانات المخزنة.
- **مستخدم التطبيق application user**: يمكنه الوصول إلى برنامجٍ تطبيقي لأداء المهام اليومية.
- **مسؤول قاعدة البيانات database administrator أو DBA**: هو الشخص المسؤول عن إعطاء التصريح بالوصول إلى قاعدة البيانات ومراقبة استخدامها وإدارة جميع الموارد لدعم استخدام نظام قاعدة البيانات بأكمله.
- **المستخدم النهائي end user**: هو الشخص الذي تتطلب وظيفته الوصول إلى قاعدة بيانات للاستعلام عن التقارير وتحديثها وإنشائها.
- **المستخدم الخبير sophisticated user**: هو الشخص الذي يستخدم طرقًا أخرى مختلفة عن البرنامج التطبيقي للوصول إلى قاعدة البيانات.

2.6 تمارين

1. ما هو نظام إدارة قواعد البيانات؟
2. ما هي خصائص نظام إدارة قواعد البيانات؟
3. اذكر ثلاثة أمثلة لقواعد بيانات مستقاة من الواقع مثل تحتوي المكتبة على قاعدة بيانات للكتب.
4. اذكر ثلاثة أمثلة لقواعد البيانات العلائقية المستخدمة والأكثر شيوعًا.
5. ما الفرق بين أنظمة قواعد البيانات المركزية والموزعة؟
6. ما الفرق بين أنظمة قواعد البيانات الموزعة المتجانسة وبين غير المتجانسة؟

3. خصائص قواعد البيانات والمزايا التي

تقدمها

تعني إدارة المعلومات معالجة المعلومات وتنظيمها لتوظيفها بما يخدمنا بطريقة نستفيد منها في تنفيذ مهامنا، كما منع نظام إدارة قواعد البيانات DBMS وجود الفوضى العرضية التي كانت تحدث للبيانات التي نجمعها ونضيفها إلى قواعد البيانات، حيث أصبح الوصول إليها أكثر سهولةً وتكاملاً مع بقية عملنا، كما تسمح لنا إدارة المعلومات باستخدام قاعدة بيانات أن نصبح مستخدمين استراتيجيين للبيانات التي نملكها.

غالبًا ما نحتاج إلى الوصول إلى البيانات وإعادة فرزها لأغراض مختلفة تشمل ما يلي:

- إنشاء القوائم البريدية
 - كتابة التقارير الإدارية
 - توليد قوائم بالقصص الإخبارية المختارة
 - تحديد احتياجات العملاء المختلفة
- تملك قواعد البيانات قدرةً كبيرةً على معالجة البيانات، مما يسمح لها بإجراء العمليات التالية:
- الفرز Sort
 - المطابقة Match
 - ربط البيانات Link
 - تجميع البيانات Aggregate
 - تخطي الحقول Skip fields

- إجراء العمليات الحسابية Calculate
 - ترتيب Arrange البيانات
- تتعدد استخدامات قواعد البيانات وترتبط بمجالات كثيرة، لذلك نجد من الممكن ربط قاعدة البيانات بكل من الأنظمة التالية:
- موقع إلكتروني لتسجيل المستخدمين
 - تطبيقات الهواتف مثل تطبيق لتخزين بيانات عملاء منظمة تقدم خدمات اجتماعية
 - نظام السجلات الطبية لمنشأة رعاية صحية
 - دفتر العناوين address book الشخصية في عميل البريد الإلكتروني
 - تجميعية من الملفات النصية
 - نظام حجوزات الطيران

3.1 خصائص قواعد البيانات

يملك نظام قواعد البيانات عددًا من الخصائص والفوائد التي تميزه عن النظام القائم على الملفات file-based system، حيث سنذكر منها ما يلي:

3.1.1 طبيعة الوصف الذاتي لنظام قاعدة البيانات

يُشار إلى نظام قاعدة البيانات على أنه ذاتي الوصف، وذلك بسبب احتوائه على قاعدة البيانات نفسها، وعلى بيانات وصفية metadata بحيث تُحدّد البيانات وتصفها، والعلاقات بين الجداول في قاعدة البيانات، حيث تُستخدم هذه المعلومات بواسطة برامج أنظمة إدارة قواعد البيانات DBMS، أو مستخدم قاعدة البيانات، ويُعدّ هذا الفصل بين البيانات ومعلوماتها أحد الفروقات الرئيسية التي تميز نظام قواعد البيانات عن النظام التقليدي القائم على الملفات، والذي يكون فيه تعريف البيانات جزءًا من برامج التطبيقات.

3.1.2 العزل بين البرنامج والبيانات

تُحدّد هيكلية ملفات البيانات في النظام القائم على الملفات داخل برامج التطبيق، لذلك إذا أراد المستخدم تعديل هيكلية ملف معيّن، فعليه تعديل جميع البرامج التي تتصل بهذا الملف.

من الناحية الأخرى، تُخزّن قواعد البيانات هيكلية البيانات في دليل catalog النظام وليس في البرامج، لذلك كل ما هو مطلوب لتعديل هيكل ملف معيّن هو تعديل واحد فقط، ويسمى هذا بالعزل بين البرامج والبيانات أو الاستقلالية بين البرامج والبيانات program-data independence أيضًا.

3.2 دعم عدة واجهات عرض للبيانات

تدعم قاعدة البيانات استخدام عدة واجهات لعرض البيانات، حيث تُعدّ واجهة العرض view مجموعةً فرعيةً من قاعدة البيانات database، والتي تُعرّف وتُخصّص لخدمة أغراض فئة محدّدة من مستخدمي النظام، وقد يملك مستخدمين متعددين واجهات مختلفة في النظام، حيث تحتوي كل منها على البيانات التي تهم مستخدم أو مجموعة من المستخدمين دون غيرهم.

3.2.1 مشاركة البيانات والنظام متعدد المستخدمين

صُمّمت أنظمة قواعد البيانات لعدة مستخدمين، حيث تتيح لعدد من المستخدمين الوصول إلى قاعدة البيانات نفسها في الوقت نفسه، وذلك عن طريق استخدام استراتيجيات معيّنة تُسمى استراتيجيات التحكم المتزامنة concurrency control strategies، حيث تضمن هذه الاستراتيجيات صحة البيانات التي يتم الوصول إليها، كما تُحافظ على سلامة البيانات أيضًا.

يُعدّ تصميم أنظمة قواعد البيانات الحديثة المتعددة المستخدمين تحسّنًا كبيرًا موازنًا لتلك التي كانت في الماضي، والتي تقتصر على شخص واحد في كل مرة.

3.2.2 التحكم في تكرار البيانات

تُخزّن البيانات في نظام قواعد البيانات - وفي الحالة المثالية - دون أي تكرار redundancy، أي أنّ كل عنصر بيانات موجود في مكان واحد فقط في قاعدة البيانات. ولكن يحدث في بعض الحالات تكرار للبيانات بغرض تحسين أداء النظام في أجزاء معينة، كما يُتحكّم في هذا التكرار عن طريق برمجة التطبيقات، وذلك بالمحافظة على الحد الأدنى منه عند تصميم قاعدة البيانات.

3.2.3 تشارك البيانات

يملك تكامل جميع بيانات المؤسسة داخل نظام قاعدة البيانات العديد من المزايا، حيث يسمح بمشاركة البيانات بين الموظفين وغيرهم من الذين يمكنهم الوصول إلى النظام، وكذلك يسمح للمستخدمين بتوليد المزيد من المعلومات من كمية معيّنة من البيانات أكثر مما سيكون بدون التكامل.

3.2.4 تطبيق قيود صارمة لضمان سلامة البيانات وصحتها

توفر أنظمة إدارة قواعد البيانات القدرة على تحديد وفرض قيود معينة على البيانات لضمان إدخال معلومات صحيحة من قِبَل المستخدمين، والمحافظة على سلامة البيانات، إذ تُعدّ قيود قاعدة البيانات database constraint قواعد لفرض ما يمكن إدخاله أو تعديله في جدول معيّن، مثل: الرمز البريدي باستخدام تنسيق معيّن، أو إضافة مدينة حقيقية في حقل المدينة.

هناك أنواع عديدة من القيود في قواعد البيانات، مثل: نوع البيانات Data type مثل تحدد نوع البيانات المسموح بها في الحقل مثل الأعداد فقط، أو تفرد البيانات Data uniqueness مثل المفتاح الأساسي والذي يضمن عدم إدخال أي تكرارات، كما يمكن أن تكون القيود بسيطةً -بحيث تفرض على الحقل مباشرةً، أو معقدةً -أي برمجية.

3.2.5 تقييد الوصول الغير مصرح به

لا يحظى جميع مستخدمي نظام قاعدة البيانات بصلاحيات الوصول نفسها، فمثلاً، قد يكون لدى أحد المستخدمين صلاحيات القراءة فقط -أي القدرة على قراءة الملفات دون إجراء أيّ تعديلات عليها- بينما يكون لدى مستخدم آخر صلاحيات القراءة والكتابة -أي القدرة على قراءة الملفات والتعديل عليها-، ولهذا السبب يجب على نظام إدارة قاعدة البيانات توفير نظام أمان فرعي لإنشاء أنواع مختلفة من حسابات المستخدمين، والتحكم فيها، وتقييد الوصول الغير مصرح به.

3.2.6 استقلالية البيانات

يوجد ميزة أخرى لنظام إدارة قواعد البيانات، وهي الطريقة التي يسمح بها باستقلالية البيانات، بمعنى آخر، يتم فصل أوصاف بيانات النظام أو البيانات التي تصف البيانات -أي البيانات الوصفية metadata- عن برامج التطبيق، وهذا ممكن لأن نظام إدارة قاعدة البيانات يعالج التغييرات في هيكل البيانات، ولا تُضمّن هذه التغييرات في البرنامج نفسه.

3.2.7 معالجة المعاملات

يجب أن يتضمن نظام إدارة قواعد البيانات أنظمةً فرعيةً للتحكم في التزامن، حيث تضمن هذه الخاصية بقاء البيانات متسقةً وصالحةً أثناء معالجة المعاملات حتى وإن قام العديد من المستخدمين بتحديث المعلومات نفسها.

3.2.8 تقديم عدة واجهات عرض للبيانات

يسمح نظام إدارة قواعد البيانات DBMS للعديد من المستخدمين بالوصول إلى قواعد البيانات بصورة فردية أو بصورة متزامنة، كما ليس من المهم أن يعرف المستخدمون كيف وأين تُخزّن البيانات التي يصلون إليها.

3.2.9 النسخ الاحتياطي واسترجاع البيانات التالفة أو المفقودة

يُعَدّ النسخ الاحتياطي والاسترجاع طريقتين لحماية البيانات من الضياع، حيث يوفر نظام قواعد البيانات عمليةً منفصلةً عن عملية النسخ الاحتياطي للشبكة لنسخ البيانات احتياطياً واستعادتها، ويُعَدّ النسخ الاحتياطي لقاعدة البيانات الطريقة الوحيدة لاستعادتها في حال فشل محرك الأقراص الثابتة وتعدّر الوصول إلى قاعدة البيانات المخزنة عليه.

إذا فشل نظام الحاسوب في منتصف عملية تحديث البيانات، فيكون النظام الفرعي للاسترجاع هو المسؤول عن التأكد من استعادة قاعدة البيانات إلى حالتها الأصلية، ويكون ما سبق فائدتين إضافيتين لنظام إدارة البيانات.

3.3 مصطلحات أساسية

- **استراتيجيات التحكم المتزامنة concurrency control strategies:** تسمح للعديد من المستخدمين بالوصول إلى عنصر البيانات نفسه في الوقت نفسه.
- **نوع البيانات data type:** يُحدّد نوع البيانات المسموح بها في حقل معيّن مثل يمكن أن يقبل الحقل أعدادًا فقط.
- **تفرد البيانات data uniqueness:** يضمن عدم إدخال بيانات مكرّرة.
- **قيود قاعدة البيانات database constraint:** يُحدّد القيد ما يُسمح بإدخاله أو تعديله في جدول معيّن ومحدد.
- **البيانات الوصفية metadata:** تُحدّد وتصف البيانات والعلاقات بين الجداول في قاعدة البيانات.
- **صلاحيات القراءة والكتابة read and write privileges:** القدرة على قراءة الملفات وتعديلها.
- **صلاحيات القراءة فقط read-only access:** القدرة على قراءة الملفات فقط دون تعديلها.
- **الوصف الذاتي self-describing:** يُشار إلى نظام قاعدة البيانات على أنه ذاتي الوصف، لأنه يحتوي على قاعدة البيانات نفسها، بالإضافة إلى البيانات الوصفية التي تُحدّد وتصف البيانات والعلاقات بين الجداول في قاعدة البيانات.
- **واجهة العرض:** مجموعة فرعية من قاعدة البيانات.

3.4 تمارين

1. ماذا يُميّز نظام إدارة قاعدة البيانات DBMS عن النظام القائم على الملفات file-based system؟
2. ما هي استقلالية البيانات؟ وما أهميتها؟
3. ما هو الغرض من إدارة المعلومات؟
4. ناقش استخدام قواعد البيانات في بيئة العمل.
5. ما هي البيانات الوصفية؟

4. نمذجة البيانات وأنواعها

تُعدّ نمذجة البيانات Data Modeling الخطوة الأولى والأساسية عند تصميم أي قاعدة بيانات، كما تُعدّ هذه الخطوة مرحلة تصميم مجردة وعالية المستوى، كما يشار إليها باسم التصميم المفاهيمي conceptual design.

الهدف من هذه المرحلة هو إعطاء وصف واضح لكل من:

- البيانات الواردة في قاعدة البيانات، مثل الكيانات: طلاب، ومحاضرون، ودورات، ومواد.
- العلاقات بين عناصر البيانات data items، مثل: يشرف محاضرون على طلاب، ويدرس محاضرون دورات.
- القيود المفروضة على البيانات، مثل: يتكون رقم الطالب من ثمانية خانات بالضبط، وتحتوي المادة الدراسية على أربع أو ست درجات فقط.

يُعبّر في الخطوة الثانية عن عناصر البيانات، والعلاقات، والقيود، باستخدام المفاهيم التي يوفرها نموذج البيانات عالي المستوى، ونظراً لعدم وجود تفاصيل التنفيذ implementation details في هذه المفاهيم، فتكون نتيجة عملية نمذجة البيانات تمثيلاً شبه رسمي لهيكل قاعدة البيانات، وهذه النتيجة سهلة الفهم، لذلك تُستخدم على أساس مرجع للتأكد من تلبية جميع متطلبات المستخدم.

الخطوة الثالثة هي تصميم قاعدة البيانات، حيث يكون لدينا خلال هذه الخطوة خطوتين فرعيتين، وهما: التصميم المنطقي لقاعدة البيانات database logical design، والتي تحدّد قاعدة البيانات في نموذج بيانات لنظام إدارة قواعد بيانات DBMS معيّن، والأخرى هي التصميم المادي لقاعدة

البيانات database physical design، والتي تحدّد بنية تخزين قاعدة البيانات الداخلية، أو طريقة تنظيم الملفات، أو تقنيات الفهرسة، وتتمثّل هاتان الخطوتان الفرعيتان في التنفيذ الفعلي لقاعدة البيانات database implementation، وخطوات أساسية لبناء العمليات وواجهات المستخدم.

تُمثّل البيانات في مراحل تصميم قاعدة البيانات باستخدام نموذج بيانات معيّن، حيث يكون نموذج البيانات data model مجموعة من المفاهيم، أو الصيغ التي تصف البيانات، والعلاقات بينها، ودلالاتها semantics، والقيود المفروضة عليها، كما تتضمن معظم نماذج البيانات أيضًا مجموعة من العمليات الأساسية لمعالجة البيانات في قاعدة البيانات database.

4.1 أنواع نماذج البيانات

تُعَدّ نماذج البيانات وسيلةً لتوصيف كيفية عرض البيانات وتخزينها، وسنناقش أنواعها في هذا القسم.

4.1.1 نماذج البيانات المفاهيمية عالية المستوى

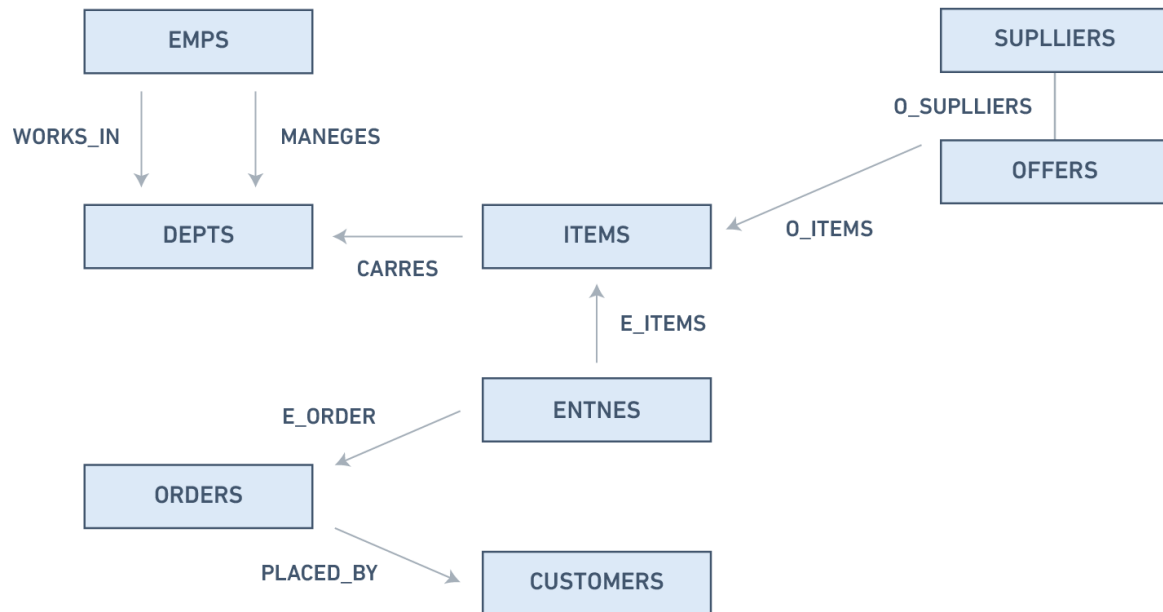
توفر نماذج البيانات المفاهيمية عالية المستوى High-level Conceptual Data Models مفهومًا لعرض البيانات بأساليب قريبة من الأسلوب الذي يدرك به الإنسان البيانات، والمثال النموذجي هو نموذج الكيان والعلاقة Entity Relationship الذي يستخدم المفاهيم الرئيسية، مثل: الكيانات، والسمات، والعلاقات، حيث يمثل الكيان كائنًا واقعيًا، مثل: موظف، أو مشروع، كما يحتوي على سمات تمثل خصائص، مثل: اسم الموظف، وعنوانه، وتاريخ ميلاده، وتُمثّل العلاقات كيفية ارتباط الكيانات مع بعضها البعض، فمثلاً، توجد علاقة بين الموظف وكل مشروع عندما يعمل الموظف في العديد من المشاريع.

4.1.2 نماذج البيانات المنطقية القائمة على السجلات

توفر نماذج البيانات المنطقية القائمة على السجلات Record-based Logical Data Models مفاهيم يمكن للمستخدمين فهمها واستيعابها كما أنها ليست بعيدةً جدًّا عن الطريقة التي تُخزّن بها البيانات في الحاسوب. هناك ثلاثة نماذج معروفة من هذا النوع، وهي: نماذج البيانات العلائقية relational data models، ونماذج البيانات الشبكية network data models، ونماذج البيانات الهرمية hierarchical data models.

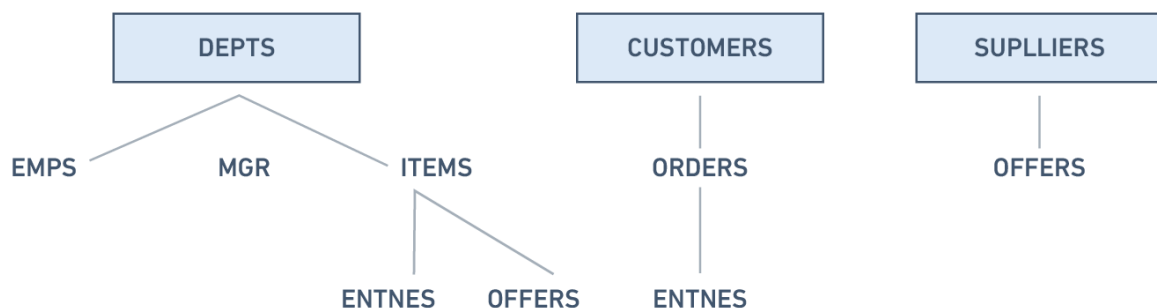
1. يُمثّل **النموذج العلائقي relational model** البيانات على أساس علاقات أو جداول، فمثلاً، تضم العضوية في منظّمة عالم العلوم Science World العديد من الأعضاء كما في الشكل 2 في فصل **المفاهيم الأساسية في قواعد البيانات**، ويُعَدّ كل من مُعرّف العضوية، وتاريخ انتهاء الصلاحية، ومعلومات العنوان، حقولاً في العضوية، ويكون الأعضاء أفرادًا، مثل: Mickey، Minnie، وMighty، وDoor، وTom، وKing، وMan، وMoose، كما يكون كل سجل بمثابة نسخة عن جدول العضوية.

2. يُمثّل **النموذج الشبكي network model** البيانات على أساس أنواع سجلات، كما يُمثّل أيضًا هذا النموذج نوعًا محددًا من علاقة واحد إلى متعدد one to many يسمى نوع المجموعة set type، كما هو موضح في الشكل التالي.



الشكل 4.1: مخطط النموذج الشبكي

3. يُمثّل **النموذج الهرمي hierarchical model** البيانات على أساس هيكل شجرة هرمية، حيث يُمثّل كل فرع من فروع التسلسل الهرمي عددًا من السجلات ذات الصلة، ويوضح الشكل التالي هذا المخطط في صيغة النموذج الهرمي.



الشكل 4.2: مخطط النموذج الهرمي

4.2 مدى تجريد البيانات

سنلقي في هذا القسم نظرةً على عملية تصميم قاعدة البيانات من حيث تخصيصها لأداء وظائف معينة، فكما يبدأ أي تصميم بمستوى عالٍ من التجريد ثم ينتقل تدريجيًا إلى التفاصيل الصغيرة، كذلك هو الحال عند تصميم قاعدة البيانات، فمثلاً، تبدأ عند بناء منزل بعدد غرف النوم والحمامات فيه، سواءً كان على مستوى واحد أو مستويات عدة، وتكون الخطوة التالية بتعيين مهندس معماري لتصميم المنزل تصميمًا أكثر تنظيمًا ودقةً، حيث يصبح هذا المستوى أكثر تفصيلًا فيما يتعلق بأحجام الغرف، وكيف سيتم توصيل المنزل بالأسلاك، وأين ستوضع تركيبات السباكة، وما إلى ذلك، والخطوة الأخيرة هي تعيين مقاول لبناء المنزل.

يتبع تصميم قاعدة البيانات يتبع طريقةً شبيهةً بهذه، حيث يبدأ بتحديد المستخدمين لقواعد العمل، ثم ينشئ مصممو ومحللو قاعدة البيانات تصميم قاعدة البيانات، وبعدها ينفذ مسؤول قاعدة البيانات التصميم باستخدام نظام إدارة قواعد البيانات DBMS.

تلخّص الأقسام الفرعية التالية النماذج بترتيب تنازلي لمستوى التجريد.

4.2.1 النماذج الخارجية

- تمثل واجهة عرض قاعدة البيانات للمستخدم.
- تحتوي على عدد من واجهات عرض خارجية مختلفة.
- ترتبط ارتباطًا وثيقًا بالعالم الحقيقي الذي يراه المستخدم.

4.2.2 النماذج المفاهيمية Conceptual models

- توفر إمكانيات مرنة لهيكلية البيانات data-structuring.
- تقدّم واجهة عرض مشتركة community view، وهي الهيكل المنطقي لقاعدة البيانات بأكملها.
- تحتوي على البيانات المخزنة في قاعدة البيانات.
- تظهر العلاقات بين البيانات بما في ذلك:
 - القيود.
 - المعلومات الدلالية مثل قواعد العمل.
 - معلومات الأمان والسلامة.
- تُعدّ قاعدة البيانات مجموعةً من الكيانات -أي الكائنات objects- من أنواع مختلفة.

- تمثل الأساس لتحديد وإعطاء وصف عالي المستوى لكائنات البيانات الرئيسية، كما أنها تتجاهل التفاصيل عمومًا.
- تحدّد هل قاعدة البيانات مستقلة بغض النظر عن قاعدة البيانات التي تستخدمها.

4.2.3 النماذج الداخلية Internal models

النماذج الثلاثة الأكثر شهرة من هذا النوع، هي: نموذج البيانات العلائقية relational data model، ونموذج البيانات الشبكية network data model، ونموذج البيانات الهرمي hierarchical data model، ومن السمات الرئيسية لنماذج البيانات الداخلية:

- تُعدّ قاعدة البيانات مثل تجميعية من السجلات ذات الحجم الثابت.
- تُعدّ أقرب إلى المستوى المادي أو بنية الملف.
- تُمثّل قاعدة البيانات كما يراها نظام إدارة قواعد البيانات DBMS.
- تطالب المصمم بمطابقة خصائص وقيود النموذج المفاهيمي مع خصائص نموذج التنفيذ المختار.
- يتضمن مقابلة الكيانات في النموذج المفاهيمي مع الجداول في النموذج العلائقي.

4.2.4 النماذج المادية Physical models

- هي التمثيل المادي أو الفيزيائي لقاعدة البيانات.
- تملك أدنى مستوى من التجريد.
- تحدّد كيفية تخزين البيانات في قاعدة البيانات، وترتبط مباشرةً بكل من:
 - أداء قاعدة البيانات في وقت التشغيل Run-time performance.
 - تحسين التخزين وضغط الملفات.
 - تنظيم الملفات وطرق الوصول إليها.
 - تشفير البيانات.
- تُحدّد ما إذا كان نظام التشغيل operating system -أو OS اختصارًا- يدير المستوى المادي.
- تُقدّم مفاهيم تصف تفاصيل كيفية تخزين البيانات في ذاكرة الحاسوب.

4.3 طبقات تجريد البيانات

يمكنك أن ترى في العرض التصويري كيف تعمل النماذج المختلفة معًا، لذلك دعنا نلقي نظرةً على هذا من أعلى مستوى، وهو النموذج الخارجي.

النموذج الخارجي external model هو كيفية عرض المستخدم النهائي للبيانات، فعادةً ما تكون قاعدة البيانات نظام مؤسسي يخدم احتياجات أقسام متعددة، كما لا يهتم أي قسم برؤية بيانات الأقسام الأخرى، فمثلاً، لا يهتم قسم الموارد البشرية human resources - أو HR اختصارًا- بعرض بيانات قسم المبيعات sales. وعليه تختلف طريقة عرض البيانات من مستخدم لآخر.

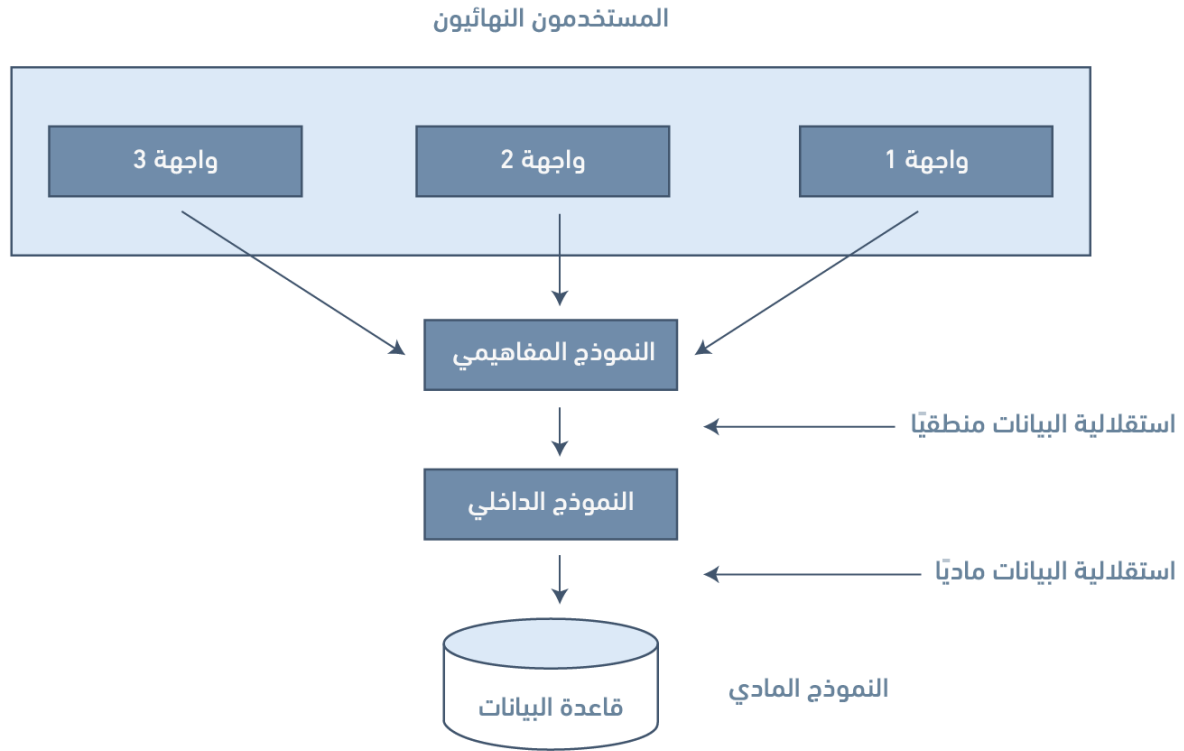
يتطلب النموذج الخارجي أن يقسم المصمم مجموعة المتطلبات والقيود إلى وحدات وظيفية يمكن فحصها في إطار نماذجها الخارجية مثل تقسيم المؤسسة إلى قسم الموارد البشرية وقسم المبيعات.

تحتاج بوصفك مصمم بيانات إلى فهم جميع البيانات حتى تتمكن من إنشاء قاعدة بيانات على مستوى المؤسسة بناءً على احتياجات الأقسام المختلفة، لذلك يكون إنشاء **النموذج المفاهيمي conceptual model** هو الخطوة الأولى.

يكون النموذج المفاهيمي في هذه المرحلة مستقلًا عن كل من البرامج software والعتاد hardware، ولا يعتمد على برنامج نظام إدارة قواعد البيانات المستخدم في تنفيذ النموذج، ولا على العتاد المستخدم في ذلك، كما لا تؤثر التغييرات في العتاد أو برنامج نظام إدارة قواعد البيانات على تصميم قاعدة البيانات على المستوى المفاهيمي.

بمجرد تحديد برنامج نظام إدارة البيانات المُراد استخدامه، يمكنك بعد ذلك تنفيذه، وهو ما يُسمى **بالنموذج الداخلي internal model**، حيث تقوم هنا بإنشاء جميع الجداول، والقيود، والمفاتيح، والقواعد، وما إلى ذلك، وغالبًا ما يشار إلى هذا باسم التصميم المنطقي logical design.

النموذج المادي ببساطة هو الطريقة التي تُخزن فيها البيانات على القرص، وتختلف طريقة تخزين البيانات باختلاف نوع قاعدة البيانات المستخدمة.



الشكل 4.3: مستويات تجريد البيانات

4.4 تخطيطات قاعدة البيانات Schemas

التخطيط schema هو وصف عام وشامل لقاعدة البيانات، وعادةً ما يتم تمثيله بواسطة مخطط الكيان والعلاقة entity relationship diagram، وتختصر إلى ERD.

غالبًا ما تكون هناك العديد من التخطيطات الفرعية subschemas التي تمثل النماذج الخارجية المختلفة وبالتالي تعرض الواجهات الخارجية للبيانات.

فيما يلي قائمة بالعناصر التي يجب مراعاتها أثناء عملية تصميم قواعد البيانات:

- تخطيطات خارجية External schemas: من الممكن أن توجد عدة تخطيطات خارجية في قاعدة البيانات الواحدة.
- تخطيطات فرعية متعددة Multiple subschemas: تعرض واجهات خارجية متعددة للبيانات.
- تخطيط مفاهيمي Conceptual schema: يوجد تخطيط مفاهيمي واحد فقط لقاعدة البيانات الواحدة، يتضمن هذا التخطيط عناصر البيانات، والعلاقات، والقيود، وتمثل بواسطة مخطط علاقة الكيان والعلاقة ERD.
- تخطيط مادي Physical schema: يوجد تخطيط مادي واحد فقط لقاعدة بيانات واحدة.

4.5 استقلالية البيانات المنطقية والمادية

يشير مفهوم استقلالية البيانات Data independence إلى حصانة تطبيقات المستخدم من التغييرات التي تطرأ على تعريفات البيانات وتنظيمها.

تكشف عمليات تجريد البيانات عن العناصر المهمة أو العناصر ذات الصلة بالمستخدم، وتكون التعقيد مخفيًا عن مستخدم قاعدة البيانات.

تشكل استقلالية البيانات واستقلالية التشغيل معًا ميزة تجريد البيانات، وهناك نوعان من استقلالية البيانات، هما: استقلالية البيانات منطقيًا، واستقلالية البيانات ماديًا.

4.5.1 استقلالية البيانات منطقيًا

يُعدّ **التخطيط المنطقي logical schema** تصميمًا مفاهيميًا conceptual design لقاعدة البيانات، والذي يتم على الورق أو على لوح أبيض مثل الرسومات المعمارية للبيوت. تسمى القدرة على تغيير التخطيط المنطقي دون تغيير التخطيط الخارجي external schema، أو واجهة المستخدم باستقلالية البيانات منطقيًا logical data independence، فمثلاً، يجب أن تكون إضافة أو إزالة كيانات جديدة، أو سمات، أو علاقات، إلى التخطيط المفاهيمي conceptual schema ممكنة دون الحاجة إلى تغيير التخطيطات الخارجية الحالية، أو إعادة كتابة برامج التطبيق؛ بمعنى آخر يجب ألا تؤثر التغييرات على التخطيط المنطقي على وظيفة التطبيق -أي طرق العرض الخارجية- مثل التعديلات على بنية قاعدة البيانات مثل إضافة عمود أو جداول جديد.

4.5.2 استقلالية البيانات ماديًا

تشير استقلالية البيانات ماديًا Physical data independence إلى حصانة النموذج الداخلي ضد التغييرات في النموذج المادي، إذ يبقى التخطيط المنطقي دون تغيير على الرغم من إجراء تغييرات على تنظيم الملفات، أو هياكل التخزين، أو أجهزة التخزين، أو استراتيجيات الفهرسة.

تعمل مرحلة استقلالية البيانات ماديًا على إخفاء تفاصيل بنية التخزين من تطبيقات المستخدم، حيث لا ينبغي أن تتعامل التطبيقات مع هذه القضايا لعدم وجود فرق في العمليات الجارية على البيانات.

4.6 مصطلحات أساسية

- **النموذج الهرمي hierarchical model**: يُمثل البيانات في هيكل الشجرة الهرمية.
- **النسخة instance**: سجل داخل جدول معين في قاعدة البيانات.
- **النموذج الشبكي network model**: يمثل البيانات على أساس أنواع سجلات.
- **العلاقة relation**: مصطلح آخر لوصف الجداول.

- **النموذج العلائقي relational model:** يُمثّل البيانات على أساس علاقات أو جداول.
- **نوع المجموعة set type:** نوع محدّد من علاقة واحد إلى متعدد one to many.
- **النموذج المفاهيمي conceptual model:** هو الهيكل المنطقي لقاعدة البيانات.
- **التخطيط المفاهيمي conceptual schema:** مرادف للتخطيط المنطقي logical schema.
- **استقلالية البيانات data independence:** هي حصانة تطبيقات المستخدم من التغييرات التي تطرأ على تعريفات البيانات وتنظيمها.
- **نموذج البيانات data model:** تجميع من المفاهيم أو الصيغ المستخدمة لوصف البيانات، والعلاقات بينها، ودلالاتها، والقيود المفروضة عليها.
- **نمذجة البيانات data modeling:** هي الخطوة الأولى في عملية تصميم قاعدة البيانات.
- **التصميم المنطقي لقاعدة البيانات database logical design:** يُحدّد قاعدة بيانات في نموذج البيانات الخاص بنظام إدارة قاعدة بيانات محدّد.
- **التصميم المادي لقاعدة البيانات database physical design:** يُحدّد بنية تخزين قاعدة البيانات الداخلية، أو تنظيم الملفات، أو تقنيات الفهرسة.
- **مخطط الكيان والعلاقة entity relationship diagram أو ERD:** يُعَدّ نموذج بيانات، حيث يصف قاعدة البيانات، ويعرض الجداول، والسّمات، والعلاقات.
- **النموذج الخارجي external model:** يمثّل واجهة عرض المستخدم لقاعدة البيانات.
- **التخطيط الخارجي external schema:** يمثّل واجهة المستخدم.
- **النموذج الداخلي internal model:** هو تمثيل قاعدة البيانات في الصورة التي يراها أو يتعامل معها نظام إدارة قواعد البيانات.
- **استقلالية البيانات منطقيًا logical data independence:** هو القدرة على تغيير التخطيط المنطقي للبيانات دون تغيير التخطيط الخارجي.
- **التصميم المنطقي logical design:** هو الخطوة التي تُنشأ فيها الجداول، والقيود، والمفاتيح، والقواعد... إلخ.
- **التخطيط المنطقي logical schema:** هو تصميم مفاهيمي لقاعدة البيانات، حيث يتم على الورق، أو الألواح البيضاء مثل الرسومات المعمارية لمنزل.
- **نظام التشغيل operating system أو OS:** هو المسؤول عن إدارة المستوى المادي للنموذج المادي.

- **استقلالية البيانات ماديًا physical data independence**: هو حصانة النموذج الداخلي ضد التغييرات في النموذج المادي.
- **النموذج المادي physical model**: هو التمثيل المادي لقاعدة البيانات.
- **التخطيط schema**: هو وصف عام وشامل لقاعدة البيانات.

4.7 التمارين

1. ما هو نموذج البيانات؟
2. ما هو نموذج البيانات المفاهيمي عالي المستوى؟
3. عرف المصطلحات التالية:
 - الكيان
 - السمة
 - العلاقة
4. اذكر وصف بإيجاز النماذج الشائعة لنماذج البيانات المنطقية القائمة على السجلات.
5. صف الغرض من التصميم المفاهيمي.
6. ما هو الاختلاف بين التصميم المفاهيمي والتصميم المنطقي؟
7. عرف النماذج التالية:
 - ما هو النموذج الخارجي؟
 - ما هو النموذج المفاهيمي؟
 - ما هو النموذج الداخلي؟
 - ما هو النموذج المادي؟
8. ما هو النموذج الذي يتعامل معه مسؤول قاعدة البيانات؟
9. ما هو النموذج الذي يتعامل معه المستخدم النهائي لقاعدة البيانات؟
10. ما هو الاستقلال البيانات ماديًا؟
11. ما هو استقلال البيانات منطقيًا؟

5. نموذج البيانات العلائقية RDM

صُمم نموذج البيانات العلائقية Relational Data Model في العام 1970 بواسطة C.F. Codd، وهو

النموذج الأكثر استخدامًا في يومنا هذا، كما يُعدّ الأساس لكل من:

- البحث العلمي في نظرية البيانات، والعلاقات، والقيود.
- العديد من منهجيات تصميم قواعد البيانات.
- لغة الوصول القياسية إلى قاعدة البيانات، حيث تسمى لغة الاستعلام المهيكلية structured query language - أي SQL اختصارًا.
- جميع أنظمة إدارة قواعد البيانات التجارية الحديثة.

يصف نموذج البيانات العلائقية العالم على أنه تجميعة من العلاقات والجدول المترابطة.

5.1 المفاهيم الأساسية في نماذج البيانات العلائقية

سنتعرف على المفاهيم الأساسية في نموذج البيانات العلائقية التي تركز ارتكازًا كبيرًا على العلاقة والجدول

وكل الخصائص المتعلقة بهما.

5.1.1 العلاقة

العلاقة relation - أو ما تعرف أيضًا باسم الجدول table أو الملف file -، وهي مجموعة فرعية من الناتج

الديكارتي لقائمة من المجالات التي تتميز بالاسم، حيث يمثل كل صف row ضمن الجدول الواحد مجموعة من

قيم البيانات ذات الصلة، ويُعرف الصف أو السجل record باسم صف tuple أيضًا، كما يُعدّ العمود في الجدول

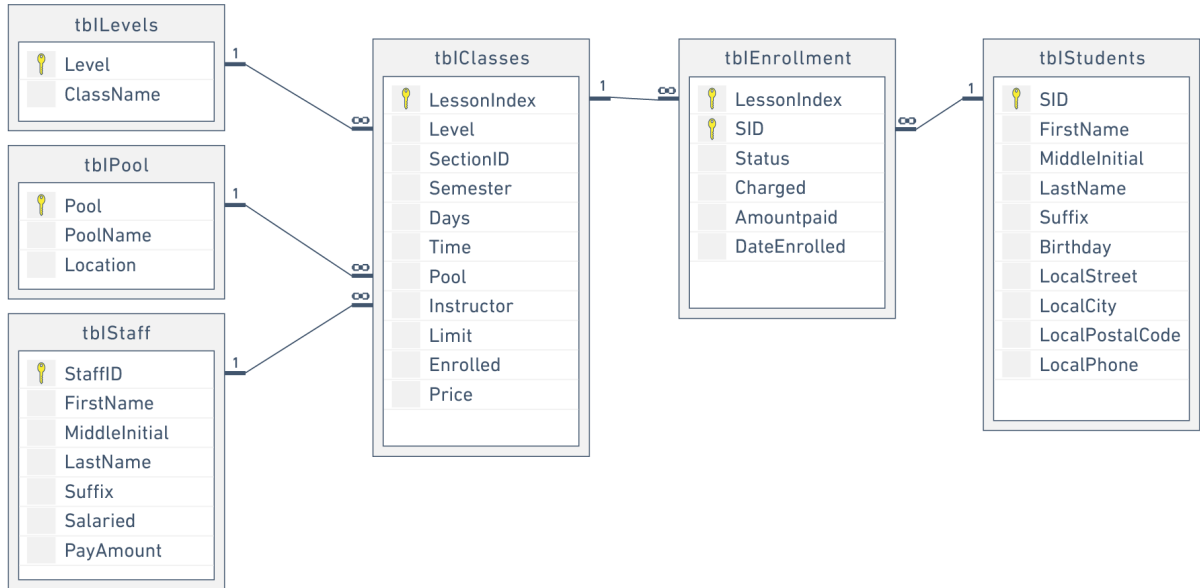
حقلاً، ويشار إليه باسم السمة attribute أيضًا، كما يمكنك النظر إلى الأمر بالطريقة التالية: تُستخدم السمات لتعريف السجلات، ويحتوي السجل على مجموعة من السمات.

توضّح الخطوات التالية المنطق بين العلاقة ومجالاتها:

- يُشار إلى عدد n من المجالات بالصورة: $D1, D2, \dots, Dn$
- تُعدّ r علاقةً محدّدة على هذه المجالات.
- ثم $r \subseteq D1 \times D2 \times \dots \times Dn$

5.1.2 الجدول Table

تتكون قاعدة البيانات من عدة جداول، كما يحتوي كل جدول على بيانات، ويوضّح الشكل التالي قاعدة بيانات تحتوي على ستة جداول.



الشكل 5.1: قاعدة بيانات بستة جداول

5.1.3 العمود Column

تُخزّن قاعدة البيانات أجزاء المعلومات أو الحقائق بطريقة منّظمة، حيث يتطلب الفهم الجيد لكيفية استخدام قواعد البيانات والاستفادة منها إلى أقصى حد فهم طريقة التنظيم هذه.

تسمى وحدات التخزين الرئيسية أعمدة columns، أو حقول fields، أو سمات attributes، وتضم هذه الوحدات المكونات الأساسية للبيانات التي يمكن تقسيم محتواها.

تحتاج عند تحديد الحقول المراد إنشاؤها إلى التفكير في البيانات التي لديك عمومًا، فمثلاً، استخلاص المكونات المشتركة للمعلومات التي ستخزنها في قاعدة البيانات، وتجنّب التفاصيل التي تميز عنصرًا عن الآخر.

انظر الجدول التالي الذي يحوي مثالاً على معلومات حول بطاقة هوية:

Field Name	Data
First Name	Isabelle
Family Name	Whelan
Nationality	British
Salary	109,900
Date of Birth	15 September 1983
Marital Status	Single
Shift	Mon, Wed
Place of issue	Addis Ababa
Valid until	17 December 2003

5.1.4 المجال Domain

يُمثل المجال المجموعات الأصلية للقيم الذرية المستخدمة لنمذجة البيانات، وتعني القيمة الذرية atomic value أنّ كل قيمة في المجال غير قابلة للتجزئة بقدر ما يتعلق الأمر بالنموذج العلائقي، فمثلاً:

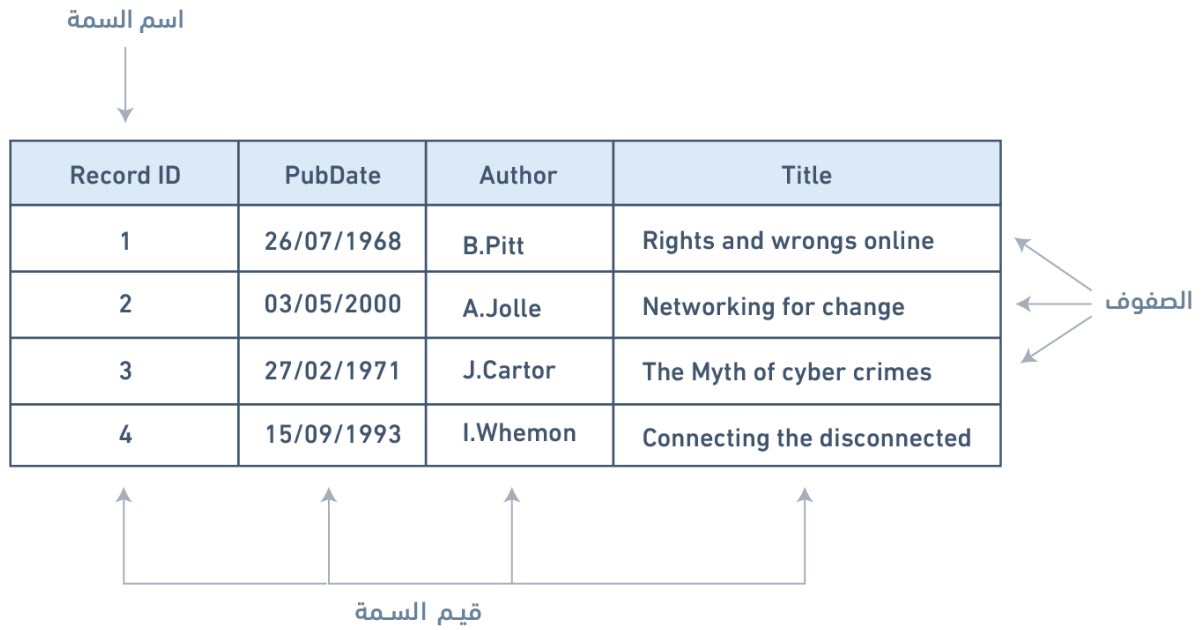
- يملك مجال الحالة الاجتماعية مجموعة من الاحتمالات، وهي: متزوج، وأعزب، ومطلق.
- يملك مجال أيام العمل مجموعة من جميع الأيام الممكنة، وهي: الأحد، الاثنين، ... إلخ.
- مجال الراتب الشهري هو مجموعة جميع الأعداد الأكبر من 0 وأقل من 200000.
- مجال الاسم الأول هو مجموعة سلاسل الأحرف التي تمثل أسماء الأشخاص.

باختصار، المجال هو مجموعة من القيم المقبولة التي يُسمح للعمود باحتوائها، كما يعتمد على الخصائص المختلفة ونوع بيانات العمود، وسنناقش أنواع البيانات في فصل آخر.

5.1.5 السجلات Records

مثلما يحتاج محتوى أي مستند أو عنصر إلى تقسيمه إلى أجزاء صغيرة من البيانات للتخزين في الحقول، فيجب أيضاً أن تكون مترابطة بحيث يمكن إعادتها إلى شكلها الكامل، ويتم ذلك عن طريق استخدام السجلات، إذ تحتوي السجلات على حقول مرتبطة، مثل: حقل العميل customer، أو الموظف employee، كما يُستخدم المصطلح صف أو سطر tuple أحياناً على أساس مرادف للسجل.

تشكل السجلات والحقول أساس جميع قواعد البيانات، و يمنحنا الجدول البسيط أوضح صورة عن كيفية عمل السجلات والحقول معاً في مشروع تخزين قاعدة بيانات.



الشكل 5.2: مثال على جدول بسيط

يوضّح الجدول البسيط في الشكل السابق كيف يمكن للحقول الاحتفاظ بمجال واسع من مختلف أنواع البيانات، حيث يحتوي على:

- حقل ID (مُعَرَّف السجل): هو عدد صحيح، ويُستخدم لترتيب البيانات في الجدول.
- حقل PubDate (تاريخ النشر): ويحتوي على تاريخ النشر ويكون في الصورة (يوم/شهر/سنة).
- حقل Author (المؤلف): يحتوي على اسم المؤلف، وهو حقل يحتوي على بيانات نصية.
- نص Title (حقل العنوان): يحتوي على أي نص يُمثّل عنوان المؤلف.

من الممكن توجيه قاعدة البيانات للبحث في البيانات وتنظيمها بطريقة معينة، فمثلاً، يمكنك طلب مجموعة مختارة من السجلات محدودة حسب التاريخ بطرق عديدة، وهي: كل البيانات المسجّلة قبل تاريخ معين، أو كل البيانات المسجّلة بعد تاريخ معين، أو كل البيانات المسجّلة بين تاريخين، ويمكنك بالمثل أيضاً ترتيب السجلات حسب التاريخ.

نظراً لإعداد الحقل أو السجل الذي يحتوي على البيانات على أساس حقل تاريخ، فلن نقرأ قاعدة البيانات المعلومات الموجودة في حقل التاريخ على أساس أعداد مفصولة بشرطة مائلة، وإنما على أساس تواريخ، بحيث يجب ترتيبها وفقاً لنظام التقويم.

5.1.6 الدرجة Degree

الدرجة هي عدد السمات في الجدول، فدرجة الجدول في المثال السابق الموضح في الشكل هي 4.

5.2 خصائص الجدول

- لكل جدول في قاعدة البيانات اسم خاص به، ولا يتكرر الاسم الواحد في عدة جداول.
- يحتوي كل صف في الجدول على بيانات فريدة، ولا يتكرر الصف نفسه أكثر من مرة في الجدول.
- تكون المدخلات في الأعمدة ذرية بحيث لا يحتوي الجدول على مجموعات مكررة أو سمات متعددة القيم.
- تكون المدخلات في الأعمدة من المجال نفسه بناءً على نوع بياناتها، فإما أن تكون أعداد - أي عدد صحيح، كسري ... إلخ- أو سلسلة محارف، أو تاريخ، أو قيم منطقية -أي صح أو خطأ.
- غير مسموح بالعمليات التي تجمع بين أنواع البيانات المختلفة.
- كل سمة لها اسم فريد.
- ترتيب الأعمدة غير مهم.
- ترتيب الصفوف غير مهم.

5.3 المفاهيم الأساسية

- **القيمة الذرية atomic value**: تعني أنّ كل قيمة في المجال غير قابلة للتجزئة بقدر ما يتعلق الأمر بالنموذج العلائقي.
- **السمة attribute**: وحدة التخزين الأساسية في قواعد البيانات.
- **العمود column**: هو نفسه السمة attribute التي ذكرتها للتو.
- **الدرجة degree**: عدد السمات في الجدول.
- **المجال domain**: هو المجموعات الأصلية للقيم الذرية المستخدمة لنمذجة البيانات، وهو مجموعة من القيم المقبولة التي يُسمح للعمود باحتوائها.
- **الحقل field**: يكافئ السمة attribute.
- **الملف file**: يكافئ العلاقة relation.
- **السجل record**: يحتوي على عدة حقول ذات صلة ببعضها البعض، ويكافئ السطر tuple.
- **العلاقة relation**: مجموعة فرعية من الناتج الديكارتي لقائمة من المجالات التي تتميز بالاسم، وهي المصطلح التقني لكل من الجدول table ، أو الملف file.
- **الصف row**: يكافئ السطر tuple.

- **لغة الاستعلام المهيكله structured query language أي SQL:** هي لغة الوصول القياسية إلى قاعدة البيانات.
- **الجدول table:** يكافئ العلاقة relation.
- **السطر tuple:** مصطلح تقني مرادف للصف أو السجل.

5.4 المصطلحات الأساسية

وردت العديد من المصطلحات المترادفة في هذا الفصل، ويرجى الرجوع إلى الجدول التالي بالإضافة إلى المفاهيم الأساسية السابقة، كما يحتوي العمود البديل الأول في هذا الجدول على المصطلحات الأكثر شيوعًا واستخدامًا اليوم.

المصطلح الرسمي -أي حسب العالم Codd-	البديل الأول	البديل الثاني
العلاقة Relation	الجدول Table	الملف File
السطر Tuple	الصف Row	السجل Record
السمة Attribute	العمود Column	الحقل Field

5.5 تمارين

استخدم الجدول التالي للإجابة على الأسئلة أدناه:

معرف سجل الموظف	اسم الموظف	تهئية الموظف	كنية الموظف	رمز مهنة الموظف
123455	فريد	A.	عبد الله	12
123456	علا	D.	عادل	18
123457	فاتن	G.	علي	15
123458	كريم	X.	إسماعيل	18

1. حدّد وصف جميع المكونات في الجدول باستخدام المصطلحات الصحيحة.

2. ما هو المجال المحتمل للحقل EmpJobCode؟

3. كم عدد السجلات المعروضة وكم عدد السمات المعروضة؟

4. اذكر خصائص الجدول.

6. نموذج الكيان والعلاقة ER وتمثيل البيانات

ظهر نموذج الكيان والعلاقة entity relationship - أو ER اختصارًا- لتمثيل البيانات منذ أكثر من 35 عام، وهو مناسب تمامًا لنمذجة البيانات للاستخدام مع قواعد البيانات، وذلك لأنه ذو طبيعة مجردة إلى حد ما، وسهل المناقشة والشرح.

تترجم نماذج الكيان والعلاقة للبيانات إلى علاقات بسهولة، كما تسمى تخطيط الكيان والعلاقة ER schema، حيث تُمثل بواسطة مخططات الكيان والعلاقة ER diagrams.

تعتمد عملية إنشاء نماذج الكيان والعلاقة للبيانات ER modelling على مفهومين هما:

- **الكيانات Entities:** وتُعرّف على أنها الجداول التي تحتوي على معلومات خاصّة -أي بيانات.
- **العلاقات Relationships:** وتُعرّف على أنها الارتباطات أو التفاعلات بين الكيانات.

فيما يلي مثال على كيفية دمج هذين المفهومين في نموذج الكيان والعلاقة: يكون في قولنا "يدرس الأستاذ دورة أنظمة قواعد البيانات" الكيان هو كل من الأستاذ، ودورة أنظمة قواعد البيانات؛ أما العلاقة فهي كلمة يدرس.

سنستخدم في هذا الفصل قاعدة بيانات تسمى الشركة COMPANY لتوضيح مفاهيم نموذج الكيان والعلاقة، حيث تحتوي على معلومات حول الموظفين employees، والأقسام departments، والمشاريع projects، كما يجب ملاحظة النقاط التالية:

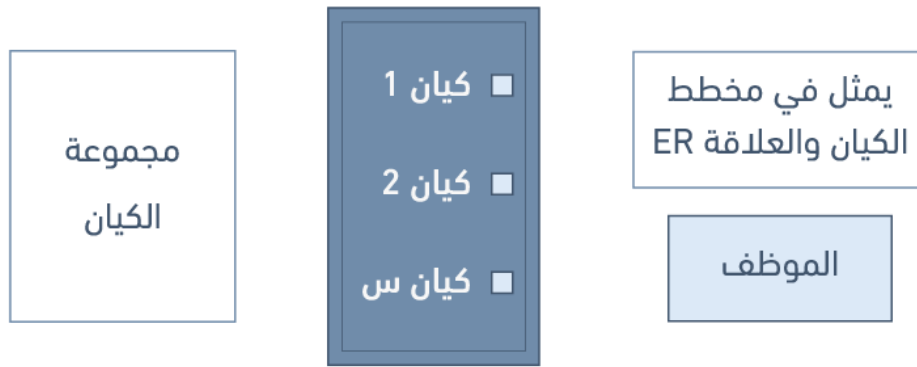
- هناك عدة أقسام في الشركة، ولكل منها قسم مُعرّف فريد، واسم، وموقع للمكتب، وموظف معين يدير القسم.
- يتحكم القسم في عدد من المشاريع، ولكل منها اسم فريد، ورقم فريد، وميزانية.

- كل موظف له اسم، ورقم تعريف، وعنوان، وراتب، وتاريخ ميلاد، كما يُعَيَّن الموظف في قسم واحد، ويمكنه الانضمام لعدة مشاريع، كما نحتاج إلى تسجيل تاريخ بدء الموظف في كل مشروع، ومعرفة المشرف المباشر لكل موظف.
- نريد تتبّع المُعالِين لكل موظف، حيث يملك كل مُعال اسم، وتاريخ ميلاد، وعلاقته بالموظف.

6.1 الكيان ومجموعة الكيان ونوع الكيان

الكيان entity هو كائن في العالم الحقيقي له وجود مستقل، كما يمكن تمييزه عن الكائنات الأخرى، وقد يكون هذا الكيان:

- كائن له وجود مادي physical existence، مثل: محاضر، وطالب، وسيارة.
 - كائن له وجود مفاهيمي conceptual existence، مثل دورة، ووظيفة، ومنصب.
 - يمكن تصنيف الكيانات بناءً على قوتها، حيث يُعَدُّ الكيان ضعيفاً في الحالات التالية:
 - وجوده غير ممكن بدون علاقة مع كيان آخر.
 - مفتاحه الرئيسي مشتق من المفتاح الرئيسي للكيان الأب.
 - يُعَدُّ جدول الزوج Spouse في قاعدة بيانات الشركة كياناً ضعيفاً لأن مفتاحه الرئيسي يعتمد على جدول الموظف، أي لن يكون سجل الزوج موجوداً إذا لم يتواجد سجل الموظف المقابل.
 - يُعَدُّ الكيان قوياً إذا كان يمكن أن يوجد مستقلاً عن جميع الكيانات المرتبطة به.
 - الأنوية Kernels هي كيانات قوية.
 - يُعَدُّ الجدول كياناً قوياً إذا لم يحتوي على مفتاح خارجي foreign key، أو إذا احتوى على مفتاح خارجي يقبل القيم الفارغة null.
- يجب معرفة مصطلح آخر، وهو نوع الكيان entity type الذي يحدّد تجميعية من الكيانات المتشابهة، كما تُعَدُّ مجموعة الكيان entity set تجميعية من نوع الكيان entity type في وقت معيّن.
- يُمثّل نوع الكيان في مخطط الكيان والعلاقة entity relationship diagram -أي ERD اختصاراً- في صندوق، فمثلاً، نوع الكيان في الشكل التالي هو موظف EMPLOYEE.



الشكل 6.1: نوع الكيان هو الموظف

6.2 ارتباط الوجود

يعتمد وجود الكيان على وجود الكيانات ذات الصلة به، ويُعَدُّ الكيان ارتباطي الوجود Existence dependency إذا كان يحتوي على مفتاح خارجي إلزامي -أي سمة مفتاح خارجي لا يمكن أن تكون فارغة -null، فمثلاً، يكون في قاعدة بيانات الشركة COMPANY كيان الزوج Spouse معتمداً على وجود كيان الموظف.

6.3 أنواع الكيانات

يجب أيضاً أن تكون على دراية بأنواع الكيانات المختلفة بما في ذلك:

- الكيانات المستقلة independent entities
- الكيانات المعتمدة dependent entities
- الكيانات المميزة characteristic entities

6.3.1 الكيانات المستقلة

تُعدُّ الكيانات المستقلة Independent entities -والتي يشار إليها أيضاً باسم الأنوية kernels- العمود الفقري لقاعدة البيانات، إذ تستند عليه الجداول الأخرى، ولها الخصائص التالية:

- هم اللبنات الأساسية لقاعدة البيانات.
- قد يكون المفتاح الرئيسي primary key بسيطاً، أو مركباً.
- لا يمكن أن يكون المفتاح الرئيسي مفتاحاً خارجياً.
- لا تعتمد على أي كيان آخر في وجودها.

إذا عدنا إلى قاعدة بيانات الشركة COMPANY الخاصة بنا، فتتضمن أمثلة الكيانات المستقلة جدول العميل Customer table، أو جدول الموظف Employee table، أو جدول المنتج Product table.

6.3.2 الكيانات المعتمدة

تستند الكيانات المعتمدة Dependent entities - تسمى أيضًا الكيانات المشتقة derived entities - على

جداول أخرى حتى يكون لها معنى، ولها الخصائص التالية:

- تُستخدم الكيانات المعتمدة لربط نواتين معًا.
- يعتمد وجودها على وجود جدولين أو أكثر في قاعدة البيانات، حيث لا يمكن وجود كيانات معتمدة في قاعدة بيانات تحتوي على جدول واحد فقط.
- تُنشئ علاقات (متعدد إلى متعدد) جداول ترابطية associative tables بمفاتيح خارجيين على الأقل.
- قد تحتوي على سمات أخرى.
- يحدّد كل مفتاح خارجي جدولاً مرتبطاً بالكيان نفسه.
- هناك ثلاثة خيارات للمفتاح الرئيسي:

1. استخدام مزيجًا من المفاتيح الخارجية للجدول المرتبطة إذا كانت فريدة.

2. استخدام مزيجًا من المفاتيح الخارجية وعمودًا مؤهلاً.

3. أنشئ مفتاح رئيسي بسيط جديد.

6.3.3 الكيانات المتميزة

توفر الكيانات المميّزة Characteristic entities مزيدًا من المعلومات حول جدول آخر، ولهذه الكيانات

الخصائص التالية:

- تمثل سمات متعددة القيم.
- تصف كيانات أخرى.
- عادة ما يكون لديها علاقة واحد إلى متعدد one to many relationship.
- يُستخدم المفتاح الخارجي foreign key لتحديد الجدول المميز characterized table.
- خيارات المفتاح الرئيسي هي:

1. استخدام مزيجًا من المفاتيح الخارجية وعمودًا مؤهلاً.

2. أنشئ مفتاحًا رئيسيًا بسيطًا جديدًا في قاعدة بيانات الشركة COMPANY، والتي قد تشمل:

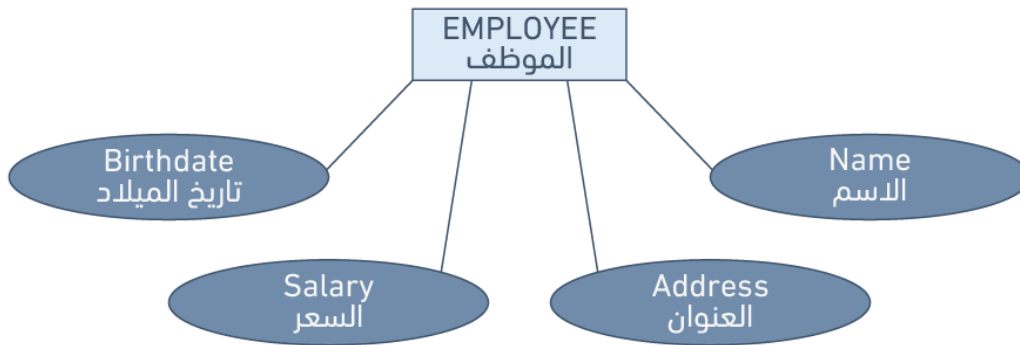
- جدول الموظف Employee (المعرف EID، الاسم، العنوان، العمر، الراتب) - EID هو المفتاح الرئيسي البسيط.

- جدول هاتف الموظف EmployeePhone (معرف الموظف EID، رقم الهاتف)، EID هنا هو جزء من مفتاح رئيسي مركب، وهو مفتاح خارجي مرتبط بجدول الموظف السابق.

6.4 السمات

يوصف كل كيان بمجموعة من السمات attributes، فمثلاً، يمكن وصف كيان الموظف بالسمات التالية: الاسم، أو العنوان، أو تاريخ الميلاد، أو الراتب. تملك كل سمة اسماً محدداً، وترتبط بكيان معين، وبمجال من القيم المسموحة التي يمكن أخذها، ولكن لا تُعرض المعلومات حول مجال السمة في مخطط الكيان والعلاقة ERD.

تمثل كل سمة في مخطط الكيان والعلاقة الموضح في الشكل التالي تمثيلاً بيضويًا مع اسم بداخله.



الشكل 6.2: تمثيل السمات في نموذج العلاقات الكائني للبيانات

6.4.1 أنواع السمات

هناك أنواع قليلة من السمات التي يجب أن تكون على دراية بها، ويجب ترك بعضها كما هي، لكن يحتاج بعضها الآخر إلى تعديل ليسهل تمثيلها في النموذج العلائقي relational model، وسيناقش هذا القسم أنواع السمات؛ أما لاحقاً فسنناقش تعديل السمات لتلائم النموذج العلائقي بصورة صحيحة.

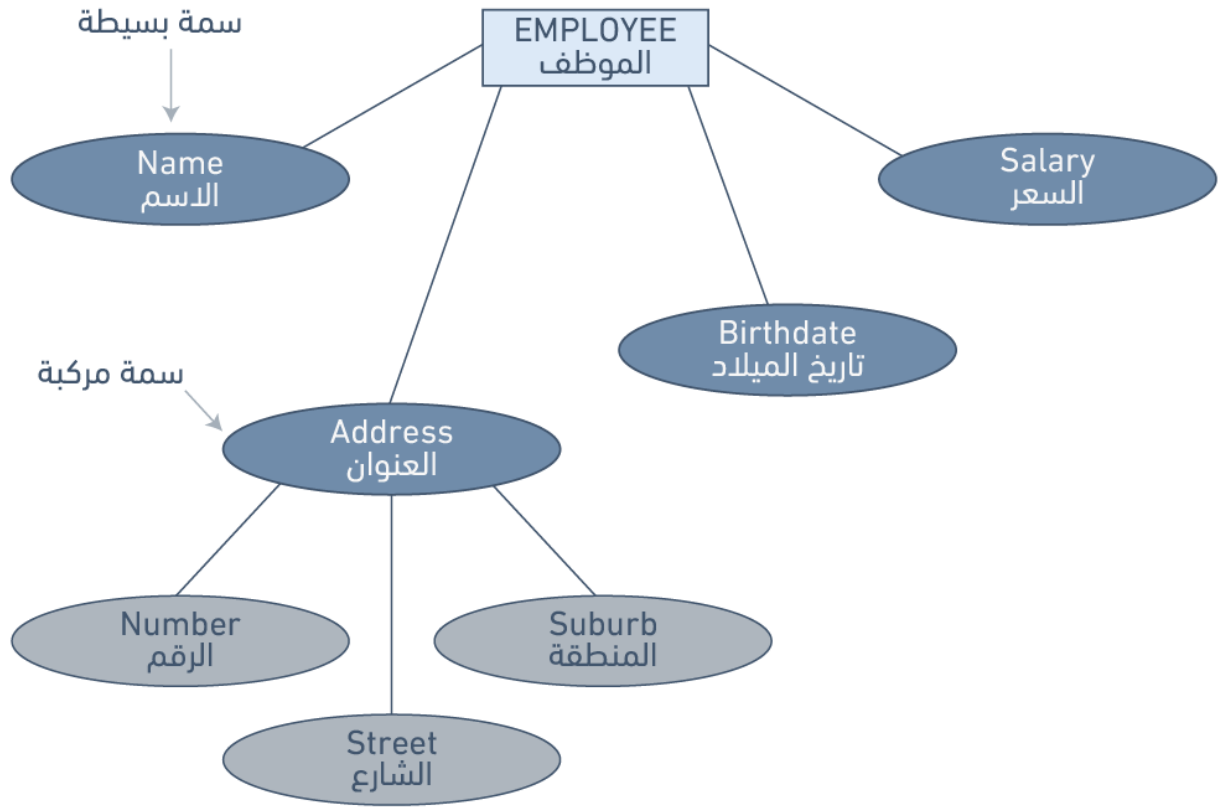
6.4.2 السمات البسيطة

السمات البسيطة Simple attributes هي السمات المستمدة من مجالات القيمة الذرية، ويطلق عليها أيضاً اسم السمات وحيدة القيمة single-valued، فمثلاً، تجد في قاعدة بيانات الشركة COMPANY أن الاسم والعمر هما نموذجان للسمات البسيطة.

6.4.3 السمات المركبة

السمات المركبة Composite attributes هي التي تتكون من مجموعة متسلسلة هرمياً من السمات، فمثلاً، قد يتكون العنوان باستخدام مثال قاعدة البيانات الشركة COMPANY والموضح في الشكل التالي، من

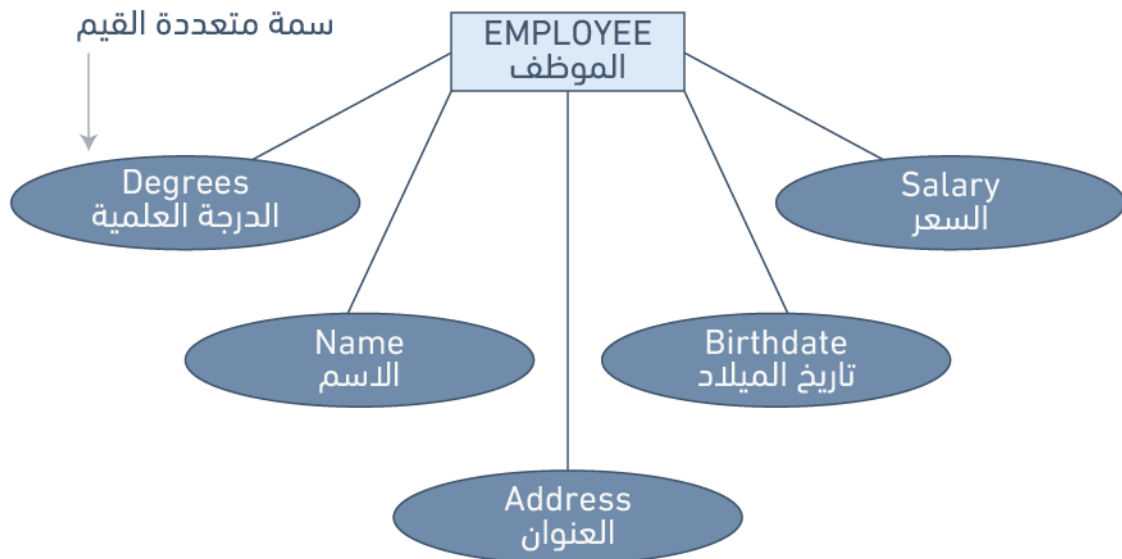
رقم الشارع، واسم الشارع، واسم الحي، حيث يُمثَّل بالطريقة التالية: العنوان = {59 + "شارع خالد بن الوليد" + "حي القنوت"}.



الشكل 6.3: مثال للسماة المركبة

6.4.4 السماة متعددة القيم

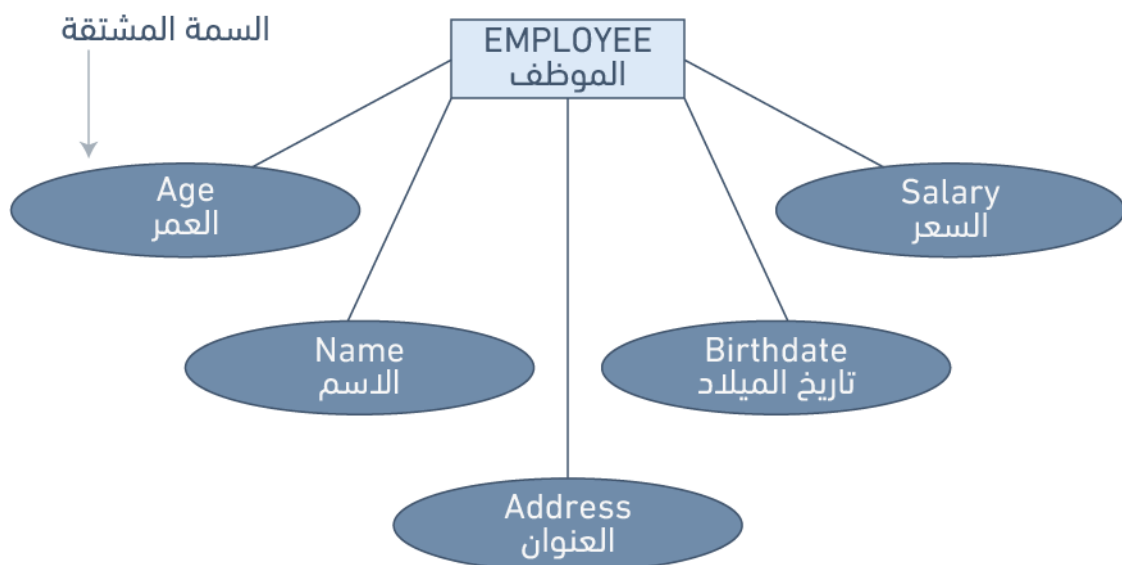
السماة متعددة القيم Multivalued attributes هي التي تحمل مجموعةً من القيم لكل كيان، فمثلاً، يمكن أن تحمل سمة الدرجات العلمية degrees لموظف معيّن في قاعدة بيانات الشركة COMPANY العديد من القيم، مثل: دكتوراه PhD، الجامعة العربية للعلوم، إجازة في العلوم BSc كما هو موضّح في الشكل التالي:



الشكل 6.4: مثال على السمات متعددة القيم

6.4.5 السمات المشتقة

السمات المشتقة Derived attributes هي سمات تحتوي على قيم محسوبة من سمات أخرى، فمثلاً، يمكن اشتقاق العمر في الشكل التالي من تاريخ الميلاد، يسمى تاريخ الميلاد في هذه الحالة سمة مخزنة stored attribute، وهي التي تُحفظ مادياً لقاعدة البيانات.



الشكل 6.5: مثال على السمات المشتقة

6.5 المفاتيح

يُعدّ المفتاح key أحد القيود المهمة التي يجب وجودها في جميع الكيانات، وهو عبارة عن سمة أو مجموعة من السمات التي تُستخدم قيمها لتعريف كيان منفصل individual entity تعريفاً فريداً في مجموعة الكيانات.

6.5.1 أنواع المفاتيح

هناك عدة أنواع من المفاتيح، نذكر منها:

أ. المفتاح المرشح

يُعدّ المفتاح المرشح candidate key مفتاحاً بسيطاً أو مركّباً، كما يكون فريداً وبسيطاً، وهو فريد لأنه لا يمكن أن يكون لصفين المفتاح المرشح نفسه في الجدول في أيّ وقت، فمثلاً، تكون المفاتيح المرشحة الممكنة في كيان الموظف الموجود في قاعدة البيانات COMPANY، والذي يتكون من السمات التالية: معرف الموظف، الاسم الأول، اسم العائلة، رقم التأمين الاجتماعي SIN، العنوان، الهاتف، تاريخ الميلاد، الراتب، معرف القسم، هي ما يلي:

- رقم التأمين الاجتماعي SIN، أو معرف الموظف EID.
- الاسم الأول واسم العائلة، بافتراض عدم وجود شخصين في الشركة لهما الاسم نفسه.
- اسم العائلة ومعرف القسم، بافتراض عدم عمل شخصين لهما اسم العائلة نفسه في القسم نفسه.

ب. المفتاح المركب

يتكون المفتاح المركب composite key من سمتين أو أكثر، ويستحسن الإبقاء على الحد الأدنى من السمات فيه. باستخدام المثال السابق نفسه، تكون المفاتيح المركبة الممكنة هي:

- الاسم الأول واسم العائلة، بافتراض عدم وجود شخصين في الشركة لهما الاسم نفسه.
- اسم العائلة ومعرف القسم، بافتراض عدم عمل شخصين لهما اسم العائلة نفسه في القسم نفسه.

ج. المفتاح الرئيسي

المفتاح الرئيسي primary key هو مفتاح مرشح candidate key يُحدّد بواسطة مصمم قاعدة البيانات لاستخدامه على أساس آلية تعريف لمجموعة الكيانات بأكملها، كما يجب أن يُحدّد أسطر الجدول تحديداً فريداً، ولا يمكن تركه فارغاً.

يُشار إلى المفتاح الرئيسي في نموذج الكيان والعلاقة ER model عن طريق وضع خط تحت السمة التي تُمثّله.

- يُحدّد مفتاح مرشّح بواسطة مصمم قاعدة البيانات لتحديد أسطر الجدول تحديداً فريداً، ولا يمكن تركه فارغاً.

- يُختار مفتاح معيّن من قبّل مصمم قاعدة البيانات لاستخدامه على أساس آلية تعريف لمجموعة الكيانات بأكملها، ويُشار إلى هذا المفتاح بالمفتاح الرئيسي primary key، كما يُشار إليه عن طريق وضع خط تحت السمة الممثّلة له في نموذج الكيان والعلاقة ER model.

إذا أخذنا المثال التالي، يتكون كل صف في جدول الموظف من (EID، الاسم الأول، اسم العائلة، SIN، العنوان، الهاتف، تاريخ الميلاد، الراتب، معرف القسم)، فإن المفتاح الرئيسي هو EID.

د. المفتاح الثانوي

المفتاح الثانوي secondary key هو سمة تُستخدم استخداماً صارماً لأغراض الاسترجاع، ويمكن أن يكون هذا المفتاح مركباً من عدة سمات مثل أن يتكون من الهاتف واسم العائلة معاً.

ه. المفتاح البديل

المفاتيح البديلة Alternate keys هي المفاتيح المرشّحة التي لم تُستخدم على أساس مفتاح رئيسي.

و. المفتاح الخارجي

يُعدّ المفتاح الخارجي foreign key -أو FK اختصاراً- سمة موجودة في جدول معيّن بحيث تشير إلى المفتاح الرئيسي في جدول آخر، أو يمكن تركه فارغاً، ويجب أن تكون كل من المفاتيح الخارجية والرئيسية من نوع البيانات نفسه، فمثلاً يُمثّل مُعرّف القسم DepartmentID المفتاح الخارجي ضمن قاعدة بيانات الشركة COMPANY، أي كما يلي:

- جدول الموظف Employee (معرف الموظف EID، الاسم الأول، اسم العائلة، رقم التأمين الاجتماعي SIN، العنوان، الهاتف، تاريخ الميلاد، الراتب، معرف القسم).

6.5.2 القيم الفارغة Nulls

تُعدّ القيمة الفارغة Null رمزاً خاصاً ليس له علاقة بنوع بيانات محدّد، مما يعني أنه إما غير معروف unknown أو غير قابل للتطبيق inapplicable، ولا يعني صفراً أو فراغاً، ومن صفات هذه القيمة:

- لا توجد بيانات محددة لإدخالها.
- لا يمكن تواجدها في المفتاح الرئيسي.
- يجب تجنبها في جميع السمات الأخرى.
- يمكنها تمثيل ما يلي:

- قيمة سمة غير معروفة.
- قيمة سمة معروفة، ولكنها مفقودة.
- شرط "غير قابل للتطبيق".
- يمكنها تسبب العديد من المشاكل عند استخدام بعض الدوال، مثل: COUNT و AVERAGE و SUM.
- يمكنها تسبب مشاكل منطقية عند ربط الجداول العلائقية ببعضها البعض.

تكون نتيجة عملية الموازنة القيمة الفارغة null عندما يكون أحد الحدود قيمة فارغة null، كما تكون النتيجة قيمة فارغة null في العمليات الحسابية إذا كان أحد الحدود قيمة فارغة null باستثناء الدوال التي تتجاهل هذه القيمة.

6.5.3 مثال لكيفية استخدام القيمة الفارغة null

استخدم جدول الرواتب Salary_tbl التالي لمعرفة كيفية استخدام القيمة الفارغة null.

emp#	JopName	Salary	Commission
E10	Sales	12500	32090
E11	Null	25000	8000
E12	Sales	44000	0
E13	Sales	44000	Null

على أساس خطة أولى، ابدأ بإيجاد جميع الموظفين في عمود الموظف emp# في قسم المبيعات Sales تحت عمود اسم الوظيفة jobName، ممن تزيد رواتبهم salary مع عمولتهم commission عن 30000.

```
SELECT emp# FROM Salary_tbl
WHERE jobName = Sales AND
(commission + salary) > 30,000
```

يكون ناتج العملية أعلاه الموظفين E10، و E12، إذ لا تتضمن هذه النتيجة الموظف E13 بسبب القيمة الفارغة null في عمود العمولة commission، حيث ستكون النتيجة القيمة الفارغة null عند جمع الراتب مع العمولة، لذا سنحتاج إلى إلقاء نظرة على الحقول بصورة منفصلة للتأكد من تضمين الصف الذي يحتوي على القيمة الفارغة null، كما هو مبين في الحل أدناه.

```
SELECT emp# FROM Salary_tbl
WHERE jobName = Sales AND
(commission > 30000 OR
salary > 30000 OR
(commission + salary) > 30,000
```

سيكون ناتج العملية أعلاه هو الموظفين E10 و E12 و E13.

6.5.4 العلاقات

العلاقات Relationships هي الرابط الذي يربط الجداول ببعضها البعض في قاعدة البيانات، وتُستخدم لربط المعلومات ذات الصلة بين الجداول.

تعتمد قوة العلاقة Relationship strength على كيفية تعريف المفتاح الرئيسي للكيانات المترابطة، إذ تُعدّ العلاقة ضعيفة weak، أو غير محددة non-identifying إذا كان المفتاح الرئيسي للكيان المرتبط لا يحتوي على المفتاح الرئيسي للكيان الأب parent entity. وتتضمن قاعدة بيانات الشركة Company بعض الأمثلة التالية:

- جدول العميل Customer يحوي الحقول التاليين:

- CustID رقم العميل

- CustName اسم العميل

- جدول الطلب Order يحوي الحقول التالية:

- OrderID رقم الطلب

- CustID رقم العميل

- Date تاريخ الطلب

يحتوي المفتاح الرئيسي للكيان المرتبط في العلاقة القوية أو المحددة على المفتاح الرئيسي للكيان الأب، مثل التالي:

- جدول الدورة التدريبية Course يحوي الحقول التالي:

- CrsCode رمز الدورة

- DeptCode رمز القسم

- Description وصف الدورة

- جدول الصف Class يحوي الحقول التالية:

- CrsCode رمز الدورة

- Section القسم

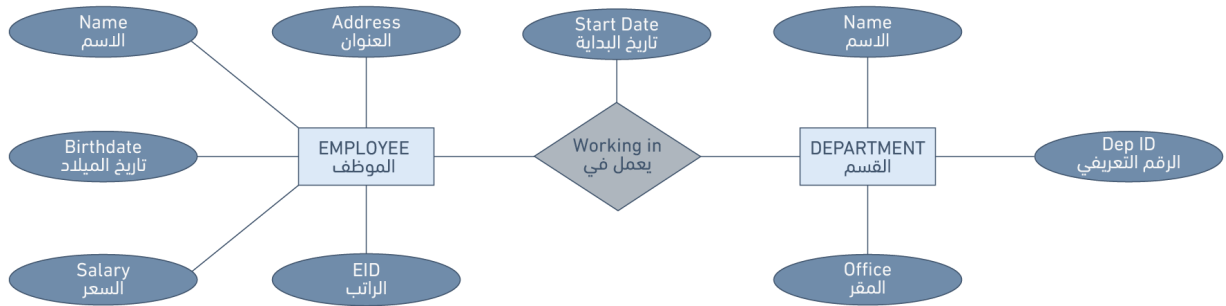
- ClassTime وقت الصف ...إلخ

6.5.5 أنواع العلاقات

هناك عدة أنواع من العلاقات منها:

أ. علاقة واحد إلى متعدد

تُعَدُّ علاقة واحد إلى متعدد one to many أو 1:M اختصارًا- الأساس في أي تصميم لقاعدة البيانات العلائقية، وتوجد في جميع بيئات قواعد البيانات العلائقية، فمثلاً، يحتوي القسم الواحد على العديد من الموظفين، ويوضح الشكل التالي علاقة أحد هؤلاء الموظفين بالقسم.



Relational Schema مخطط العلاقة

الموظف (الاسم ، العنوان ، تاريخ الميلاد ، السعر ، الراتب)

القسم (الرقم التعريفي ، الاسم ، المقر)

الشكل 6.6: علاقة واحد إلى متعدد

ب. علاقة واحد إلى واحد

تُعَدُّ علاقة واحد لواحد one to one أو 1:1 اختصارًا- علاقة كيان واحد بكيان واحد آخر فقط، والعكس صحيح.

يُعَدُّ هذا النوع من العلاقات نوعًا نادرًا جدًا في تصميم قواعد البيانات العلائقية، ومن الممكن أن يشير وجود هذه العلاقة إلى انتماء كيانين بالفعل إلى الجدول نفسه، فمثلاً، يكون الموظف في قاعدة بيانات الشركة COMPANY مرتبطًا بزوجة واحدة، وتكون الزوجة الواحدة مرتبطةً بموظف واحد.

ج. علاقة متعدد إلى متعدد

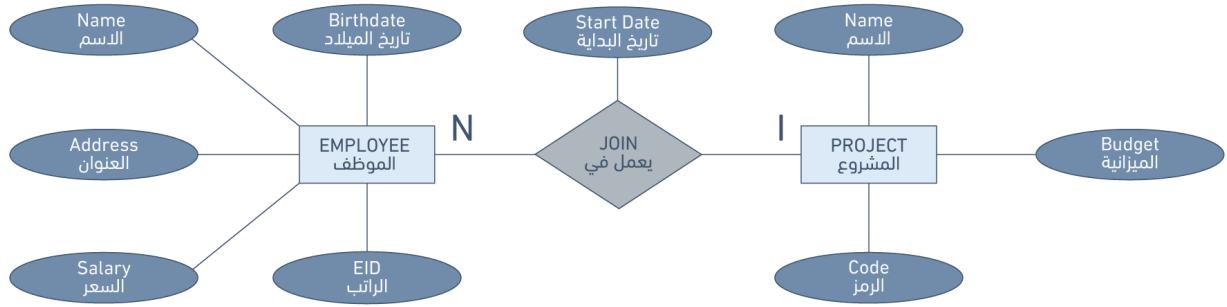
ضع في بالك النقاط التالية عند التعامل مع علاقة متعدّد إلى متعدّد many to many أو M:N اختصارًا:-

- لا يمكن تمثيلها بهذه الصورة -أي متعدّد إلى متعدّد- في النموذج العلائقي relational model.
- يمكن تحويلها إلى علاقتين من النوع واحد إلى متعدّد.
- يمكن تنفيذها عن طريق كسرها لمجموعة علاقات من نوع واحد إلى متعدّد.

- تنطوي على تنفيذ كيانات مركبة.
- تُنشئ علاقتين أو أكثر من النوع واحد إلى متعدد.
- يجب أن يحتوي جدول الكيان المركب على المفاتيح الرئيسية للجداول الأصلية على الأقل.
- يحتوي جدول الربط على تكرارات متعددة لقيم المفتاح الخارجي.
- قد تُسند سمات إضافية حسب الحاجة.

يمكنك تجنب المشاكل الموجودة في علاقة متعدد إلى متعدد عن طريق إنشاء كيان مركب composite entity، أو كيان جسري bridge entity، فمثلاً، يمكن للموظف العمل في العديد من المشاريع، أو يمكن أن يعمل في المشروع الواحد العديد من الموظفين، اعتماداً على قواعد العمل؛ أو يمكن للطلاب أخذ العديد من الدروس، كما يمكن للدرس الواحد أن يؤخذ بواسطة العديد من الطلاب.

يوضح الشكل التالي جانباً آخرًا من علاقة M:N، حيث يكون للموظف العديد من تواريخ البداية المتعلقة بمشاريع مختلفة، لذلك نحتاج إلى جدول ربط JOIN بحيث يحتوي على معرف الموظف EID، والرمز Code، وتاريخ البداية StartDate.



مخطط العلاقة Relational Schema

الموظف (الاسم ، العنوان ، تاريخ الميلاد ، السعر ، الراتب)
 المشروع (الاسم ، الميزانية ، الرمز)
 يعمل في (تاريخ البداية ، الراتب ، الرمز)

الشكل 6.7: للموظف العديد من تواريخ البدء المتعلقة بمشاريع مختلفة

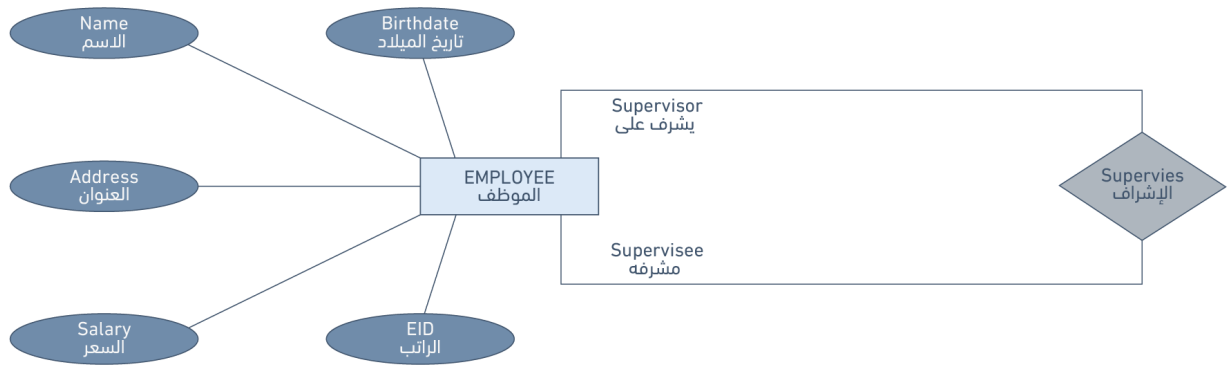
إليك مثال على تعيين علاقة ثنائية من نوع متعدد إلى متعدد M:N:

- حدّد علاقتين لكل علاقة ثنائية من نوع متعدد إلى متعدد، حدّد علاقتين.
- تمثل A، و B نوعين من الكيانات المشاركة في R.
- أنشئ علاقة جديدة S لتمثيل R.

- تحتاج S أن تتضمن المفاتيح الرئيسية الخاصة بـ A، و B، حيث يمكن أن تكون هذه معًا المفتاح الرئيسي في الجدول S، أو يمكن أن تضاف لها سمة بسيطة أخرى في الجدول الجديد R لتكوين المفتاح الرئيسي.
- تكون مجموعة المفاتيح الرئيسية لـ A، و B المفتاح الرئيسي لـ S.

د. العلاقة الأحادية-أو التكرارية-

العلاقة الأحادية Unary relationship -والتي تسمى العلاقة التكرارية recursive أيضًا- هي العلاقة التي توجد فيها علاقة بين تكرارات مجموعة الكيانات نفسها، ويكون في هذه العلاقة المفتاحان الرئيسي والخارجي متماثلين لكنهما يمثلان كيانيين لهما أدوار مختلفة. تُعدّ مجموعة الكيان مجموعةً من نوع مماثل من الكيانات.



مخطط العلاقة Relational Schema

الموظف (الاسم ، العنوان ، تاريخ الميلاد ، السعر ، الراتب)

الشكل 6.8: العلاقات الأحادية (التكرارية)

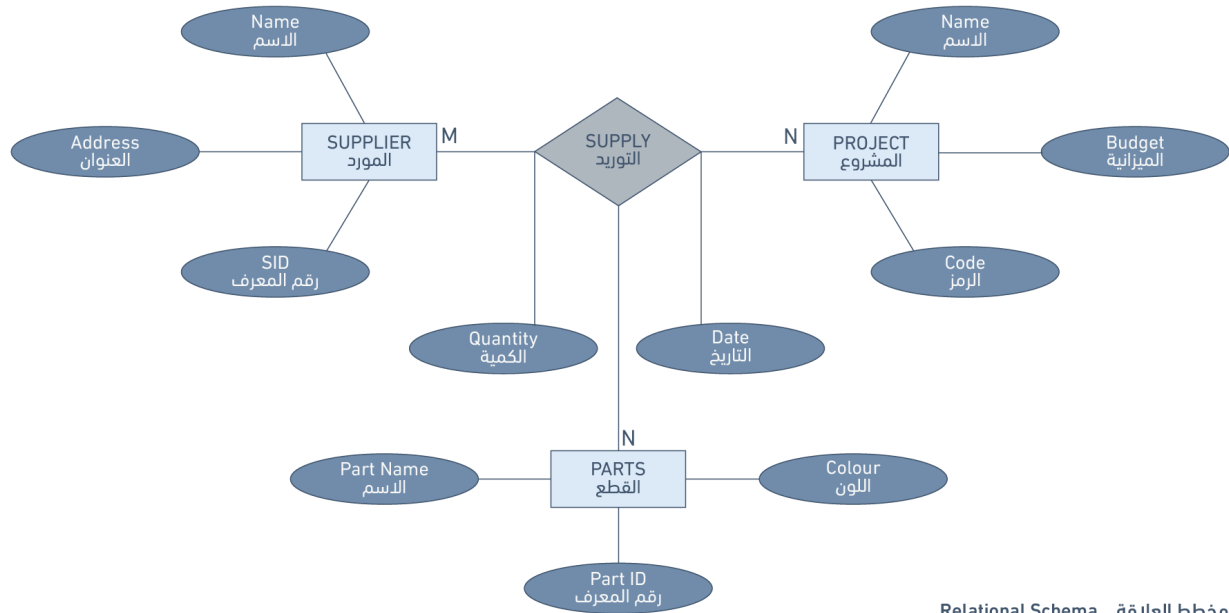
يمكن إنشاء عمود منفصل بحيث يشير إلى المفتاح الرئيسي لمجموعة الكيان نفسها في بعض كيانات العلاقة الأحادية.

ه. العلاقة الثلاثية n-ary

العلاقة الثلاثية ternary relationship هي نوع من العلاقات يضمن إنشاء علاقة متعدّد إلى متعدّد بين ثلاثة جداول، والشكل التالي هو مثال عن هذه العلاقة.

يشير مصطلح n-ary إلى جداول متعدّدة في العلاقة، وتذكّر أنّ N تكافئ many أي N = many.

- لكل علاقة (n-ary) حيث $n > 2$ ، أنشئ جدولاً جديداً لتمثيل تلك العلاقة.
- المفتاح الرئيسي للجدول الجديد هو مزيج من المفاتيح الرئيسية للكيانات المشاركة التي تمثل الجانب المتعدّد N.
- تملك جميع الكيانات المشاركة في معظم حالات علاقة n-ary الطرف المتعدّد من جانبها.



مخطط العلاقة Relational Schema

المورد (الاسم ، العنوان ، رقم المعرف)

المشروع (الاسم ، الميزانية ، الرمز)

التوريد (التاريخ ، الكمية)

القطع (رقم المعرف ، الاسم ، اللون)

الشكل 6.9: العلاقة الثلاثية

6.6 مصطلحات أساسية

- **المفتاح البديل alternate key:** المفاتيح البديلة هي جميع المفاتيح المرشحة التي لم تُستخدم على أساس مفتاح رئيسي.
- **المفتاح المرشح candidate key:** هو مفتاح بسيط أو مركب يتصف بأنه فريد أي لا يمكن أن يتكرر وجوده في سطرين وأيضا أدنى minimal أي وجوده ضروري ومطلوب في كل الأعمدة المشتركة فيه.
- **الكيانات المميزة characteristic entities:** هي الكيانات التي توفر مزيدًا من المعلومات حول جدول آخر.
- **السمات المركبة composite attributes:** هي السمات التي تتكون من العديد من السمات المتسلسلة هرميًا.
- **المفتاح المركب composite key:** يتكوّن المفتاح المركب من سمتين أو أكثر، ويستحسن الإبقاء على الحد الأدنى من السمات فيه.
- **الكيانات المعتمدة dependent entities:** هي الكيانات التي تعتمد على جداول أخرى حتى يكون لها معنى.

- **السمات المشتقة derived attributes:** هي التي تحتوي على قيم محسوبة من سمات أخرى.
- **الكيانات المشتقة derived entities:** انظر الكيانات المعتمدة.
- **EID:** مُعرّف الموظف.
- **الكيان entity:** شيء ما أو كائن ما في العالم الحقيقي، وله وجود مستقل، ويمكن تمييزه عن الكائنات الأخرى.
- **نموذج الكيان والعلاقة لتمثيل البيانات أو ER:** يسمى أيضًا تخطيط الكيان والعلاقة، ويُمثل بواسطة مخططات الكيان والعلاقة، والتي هي مناسبة تمامًا لنمذجة البيانات للاستخدام مع قواعد البيانات.
- **تخطيط الكيان والعلاقة entity relationship schema:** انظر إلى نموذج الكيان والعلاقة لتمثيل البيانات.
- **مجموعة الكيان entity set:** تجميعية من الكيانات من النوع نفسه في وقت معيّن.
- **نوع الكيان entity type:** تجميعية من الكيانات المتشابهة.
- **المفتاح الخارجي foreign key أو FK:** هو سمة موجودة في جدول معيّن بحيث تشير إلى المفتاح الرئيسي في جدول آخر، أو يمكن تركه فارغًا null.
- **الكيان المستقل independent entity:** الكيانات المستقلة هي اللبنة الرئيسية لبناء قواعد البيانات، ولا يعتمد وجودها على أي كيانات أخرى.
- **النواة kernel:** انظر الكيان المستقل independent entity.
- **المفتاح key:** سمة أو مجموعة من السمات التي تُستخدم قيمها لتعريف كيان منفصل individual entity تعريفًا فريدًا في مجموعة الكيانات.
- **السمات متعددة القيم multivalued attributes:** هي التي لها مجموعة من القيم لكل كيان.
- **n-ary:** علاقة بين جداول متعدّدة.
- **القيمة الفارغة null:** رمزًا خاصًا ليس له علاقة بنوع بيانات محدّد، مما يعني أنه إما غير معروف unknown أو غير قابل للتطبيق inapplicable، ولا يعني صفرًا أو فراغًا.
- **العلاقات relationships:** هي الرابط الذي يربط الجداول ببعضها البعض في قاعدة البيانات، وتُستخدم لربط المعلومات ذات الصلة بين الجداول.
- **قوة العلاقة relationship strength:** تُحدّد قوة العلاقة استنادًا إلى كيفية تعريف المفتاح الرئيسي للكيانات ذات الصلة.

- **المفتاح الثانوي secondary key**: هو سمة تُستخدم استخدامًا صارمًا لأغراض الاسترجاع.
- **السمات البسيطة simple attributes**: مستمدة من مجالات القيم الذرية.
- **SIN**: رقم التأمين الاجتماعي.
- **السمات أحادية القيمة single-valued attributes**: انظر السمات البسيطة.
- **السمة المخزنة stored attribute**: هي السمة التي تُحفظ ماديًا في قاعدة البيانات.
- **العلاقة الثلاثية ternary relationship**: هي نوع من العلاقات التي تضمن إنشاء علاقة متعدّد إلى متعدّد بين ثلاثة جداول.
- **العلاقة الأحادية unary relationship**: هي العلاقة التي توجد فيها علاقة بين تكرارات مجموعة الكيانات نفسها وتدعى أيضًا علاقة تكرارية recursive relationship.

6.7 تمارين

1. ما المفهومان اللذان يعتمد عليهما نموذج الكيان والعلاقة ER؟
2. تتكون قاعدة البيانات التالية من جدولين، لذلك أجب على الأسئلة التالية عبر استخدامها:
 - حدّد المفتاح الرئيسي لكل جدول.
 - حدّد المفتاح الخارجي في الجدول PLAY.
 - حدّد المفاتيح المرشحة في كلا الجدولين.
 - ارسم نموذج الكيان والعلاقة ER.
 - هل يحقق الجدول PLAY سلامةً مرجعيةً؟ ولم؟ أو لم لا؟

الجدول DIRECTOR:

DIRNUM	DIRNAME	DIRDOB
100	J_.Broadway	01/08/39
101	J.Namath	11/12/48
102	W.Blake	06/15/44

الجدول PLAY:

PLAYNO	PLAYNAME	DIRNUM
1001	Cat on a cold bare roof	102
1002	Hold the mayo, pass the bread	101
1003	I never promised you coffee	102
1004	Silly putty goes to Texas	100
1005	See no sound, hear no sight	101

3. عرف المصطلحات التالية، حيث قد تحتاج إلى البحث في الإنترنت.

- المخطط schema.
- لغة المضيف host language.
- اللغات الفرعية للبيانات data sublanguage.
- لغة تعريف البيانات data definition language.
- العلاقة الأحادية unary relation.
- المفتاح الخارجي foreign key.
- العلاقة الافتراضية virtual relation.
- الربط connectivity.
- المفتاح المركب composite key.
- جداول الربط linking table.

4. تضمن قاعدة بيانات شركة PRE الجداول الثلاثة أدناه، لذلك أجب عن الأسئلة التالية مستخدمًا إياها:

- حدّد المفتاح الرئيسي والمفتاح الخارجي في كل جدول.
- هل يحقق الجدول TRUCK سلامةً مرجعيةً؟ اشرح إجابتك.
- ما نوع العلاقة بين الجدولين TRUCK، وBASE.
- كم عدد الكيانات في الجدول TRUCK.
- حدّد المفاتيح المرشحة في الجدول TRUCK.

الجدول TRUCK:

TNUM	BASENUM	TYPENUM	TMILES	TBOUGHT	TSERIAL
1001	501	1	5900.2	11/08/90	as-125
1002	502	2	64523.9	11/08/90	ac-213
1003	501	2	32116.0	09/29/91	ac-215
1004		2	3256.9	01/14/92	ac-315

الجدول BASE:

BASENUM	BASECITY	BASESTATE	BASEPHON	BASE MGR
501	Dallas	TX	893-9870	J. Jones
502	New York	NY	234-7689	K. Lee

الجدول TYPE:

TYPENUM	TYPEDESC
1	single box, double axle
2	tandem trailer, single axle

5. لنفترض أنك تستخدم قاعدة البيانات أدناه والمكونة من جدولين، أجب عن الأسئلة الآتية:

- حدّد المفتاح الرئيسي في كل جدول.
- حدّد المفتاح الخارجي في الجدول BookOrders.
- هل هناك أي مفاتيح مرشّحة في أي من الجدولين؟
- ارسم نموذج الكيان والعلاقة ER.
- هل يحقق الجدول BookOrders السلامة المرجعية؟
- هل تحتوي الجداول على بيانات مكررة؟ ما هي؟


الجدول Customer:

CustID	CustName	AccntNo
100	Joe Smith	010839
101	Andy Blake	111248
102	Sue Brown	061544

الجدول BookOrders:

OrderID	Title	CustID	Price
1001	The Dark Tower	102	12.00
1002	Incubus Dreams	101	19.99
1003	Song of Susannah	102	23.00
1004	The Time Traveler's Wife	100	21.00
1005	The Dark Tower	101	12.00
1006	Tanequil	102	15.00
1007	Song of Susannah	101	23.00

6. بالنظر إلى جدول الطالب الموضح في الشكل أدناه، اكتب قائمة بجميع المفاتيح المرشحة الممكنة، واذكر سبب اختيارك لكل واحد من المفاتيح.

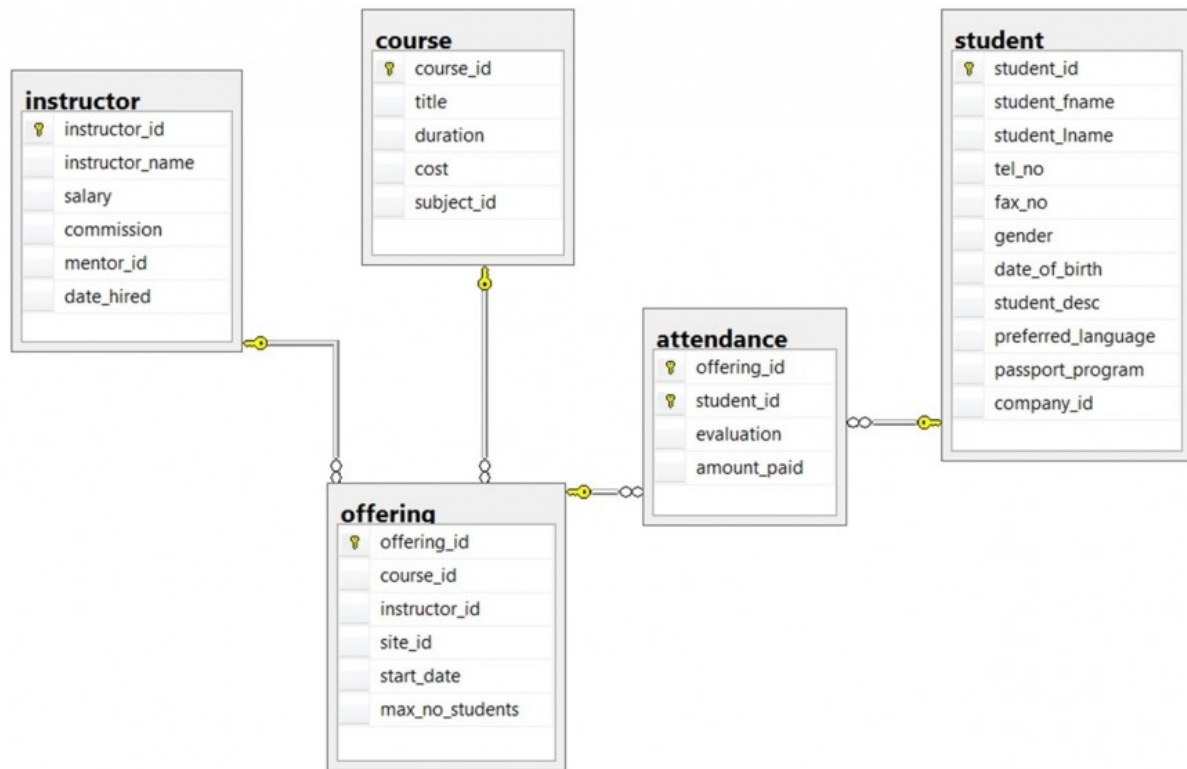
student	
	student_id
	student_fname
	student_lname
	tel_no
	fax_no
	gender
	date_of_birth
	student_desc
	preferred_language
	passport_program
	company_id

الشكل 6.10: السؤال السادس

7. أجب عن الأسئلة التالية مستخدمًا مخطط الكيان والعلاقة ERD لقاعدة بيانات المدرسة الموضحة في الشكل أدناه.

- حدّد جميع الأنوية والكيانات المعتمدة والمميزة في مخطط الكيان والعلاقة ERD.
- أي من الجداول لها علاقات ضعيفة، وأيها لديها علاقات قوية؟
- بالنظر إلى كل جدول من جداول قاعدة بيانات المدرسة، ما هي السمات التي يمكنها أن تأخذ القيمة الفارغة Null، ولماذا؟

◦ ما هي الجداول التي أنشئت على أساس نتيجة لعلاقات متعدّد إلى متعدّد؟



الشكل 6.11: السؤال السابع

7. قواعد السلامة وقيودها لضمان سلامة البيانات

تُعَدُّ القيود Constraints ميزةً مهمةً جدًا في النموذج العلائقي relational model الذي يدعم نظريةً محددةً للقيود المُطبَّقة على السمات attributes أو الجداول tables، كما تُعَدُّ هذه القيود مفيدةً بسبب سماحها لمصمم قواعد البيانات بتحديد دلالات semantics البيانات، فهذه القيود هي القواعد التي تجبر نظم إدارة قواعد البيانات Database management systems أو DBMSs اختصارًا على التحقق من توافق البيانات مع هذه الدلالات.

7.1 سلامة النطاق Domain Integrity

يُعَدُّ النطاق قيدًا من قيود النموذج العلائقي، حيث يُقيّد قيم السمات في العلاقة، لكن هناك دلالات واقعية للبيانات التي لا يمكن تحديدها إذا أُستخدِمت مع قيود النطاق فقط، لذلك نحتاج إلى طرقٍ أكثر تحديدًا لبيان قيم البيانات المسموح بها أو غير المسموح بها والتنسيق المناسب لكل سمة، فمثلاً، يجب أن يكون معرف الموظف Employee ID أو EID اختصارًا في قاعدة البيانات فريدًا، أو يجب أن يكون تاريخ ميلاد الموظف Birthdate ضمن المجال [Jan 1, 1950 - Jan 1, 2000]، حيث توفّر هذه المعلومات ضمن تعليمات منطقية تسمى قيود السلامة integrity constraints، ويوجد عدة أنواع من قيود السلامة كما هو موضّح أدناه.

7.1.1 سلامة الكيان Entity integrity

يجب احتواء كل جدول على مفتاح رئيسي primary key لضمان سلامة الكيان، ولا يمكن احتواء المفتاح الرئيسي PK أو أي جزء منه على قيم فارغة null، حيث لا يمكننا تحديد بعض الصفوف rows عندما تكون قيم المفتاح الرئيسي فارغة، فمثلاً، لا يمكن أن يكون الهاتف Phone في جدول الموظف EMPLOYEE مفتاحًا رئيسيًا نظرًا لعدم امتلاك بعض الأشخاص أي هاتف.

7.1.2 السلامة المرجعية Referential integrity

تتطلب السلامة المرجعية وجود مفتاح رئيسي مقابل للمفتاح الخارجي foreign key، وإلا فيجب أن يكون فارغاً. ويُحدّد هذا القيد بين جدولين أي الجدول الأب والجدول الابن؛ حيث يحافظ على المطابقة بين الصفوف في هذين الجدولين، وهذا يعني أن المرجع من صفٍ في جدول إلى جدول آخر يجب أن يكون صالحاً.

فيما يلي مثال على قيود السلامة المرجعية في قاعدة بيانات العملاء/الطلبات Customer/Order الخاصة بالشركة Company:

- جدول العميل Customer يحوي الحقول التاليين:

- CustID رقم العميل

- CustName اسم العميل

- جدول الطلب Order يحوي الحقول التالية:

- OrderID رقم الطلب

- CustID رقم العميل

- Date تاريخ الطلب

يجب فرض السلامة المرجعية لضمان عدم وجود سجلات معزولة أو يتيمة orphan records، فالسجل المعزول هو السجل الذي تكون قيمة مفتاحه الخارجي FK غير موجودة في الكيان المقابل -أي الكيان الذي يحوي المفتاح الرئيسي PK، وتذكر أنّ عملية الضم join تكون بين المفتاحين الرئيسي PK والخارجي FK.

ينص قيد السلامة المرجعية في المثال السابق على وجوب تطابق CustID في جدول الطلبات Order مع CustID صالح في جدول العملاء Customer.

تملك معظم قواعد البيانات العلائقية سلامة مرجعية تصريحية declarative referential integrity، أي يجري إعداد قيود السلامة المرجعية عند إنشاء الجداول.

فيما يلي مثال آخر على قاعدة بيانات صفوف دراسية/مقرّرات Course/Class:

- جدول الدورة التدريبية Course يحوي الحقول التالي:

- CrsCode رمز الدورة

- DeptCode رمز القسم

- Description وصف الدورة

- جدول الصف Class يحوي الحقول التالية:

○ CrsCode رمز الدورة

○ Section القسم

○ ClassTime وقت الصف

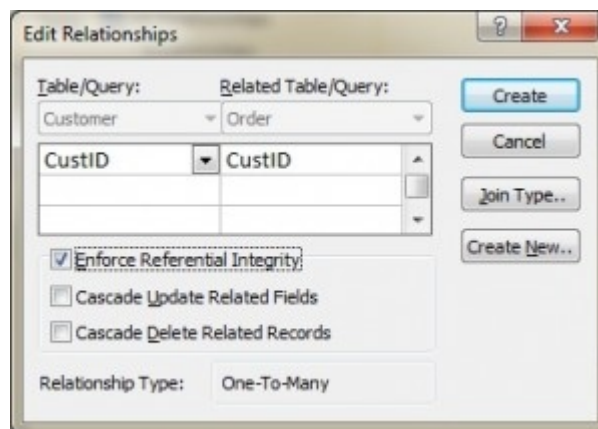
ينص قيد السلامة المرجعية هنا على وجوب تطابق المفتاح الخارجي CrsCode في جدول Class مع مفتاح رئيسي CrsCode صالح في جدول Course، حيث لا يكفي في هذه الحالة أن تشكّل السمتان CrsCode و Section في جدول Class المفتاح الرئيسي PK، إذ يجب علينا فرض السلامة المرجعية.

يجب امتلاك المفتاح الرئيسي PK والمفتاح الخارجي FK أنواع البيانات نفسها، كما يجب أن يأتي من نفس النطاق عند إعداد السلامة المرجعية، وإلا فلن يسمح نظام إدارة قاعدة البيانات العلائقية RDBMS بعملية [الضم join](#).

يُعدّ نظام RDBMS نظام قاعدة بيانات شائع، حيث يعتمد على النموذج العلائقي الذي قدمه إدجار كود (E.F. Codd) من مختبر أبحاث سان خوسيه (San Jose) التابع لشركة IBM، كما تُعدّ أنظمة قواعد البيانات العلائقية أسهل في الاستخدام والفهم من أنظمة قواعد البيانات الأخرى.

7.1.3 السلامة المرجعية في نظام مايكروسوفت أكسس

يجري إعداد السلامة المرجعية في نظام مايكروسوفت أكسس MS Access من خلال ضم المفتاح الرئيسي PK الذي هو معرّف العميل CustID في جدول العملاء إلى معرّف العميل CustID في جدول الطلبات Order، ويوضّح الشكل التالي طريقة عمل ذلك على شاشة تحرير العلاقات Edit Relationships في نظام مايكروسوفت أكسس:



7.1.4 السلامة المرجعية في الإصدار Transact-SQL من لغة SQL

تُضبط السلامة المرجعية في الإصدار Transact-SQL (اختصارًا T-SQL) المستخدمة في خادم MS SQL Server عند إنشاء جدول الطلبات Order باستخدام المفتاح الخارجي FK، حيث تُظهر التعليمات المدرجة أدناه المفتاح الخارجي FK في جدول الطلبات Order الذي يكون مرجعًا إلى المفتاح الرئيسي PK في جدول العملاء Customer:

```
CREATE TABLE Customer
( CustID INTEGER PRIMARY KEY,
  CustName CHAR(35) )
```

```
CREATE TABLE Orders
( OrderID INTEGER PRIMARY KEY,
  CustID INTEGER REFERENCES Customer(CustID),
  OrderDate DATETIME )
```

7.1.5 قواعد المفاتيح الخارجية

يمكن إضافة قواعد مفاتيح خارجية إضافية عند ضبط السلامة المرجعية مثل ما نفعله بالصفوف الأبناء -في جدول Orders- عندما يُحذف أو يُغيّر -أي يُحدّث- السجل وهو جزء من الجدول الأب -Customer- والذي يملك مفتاحًا رئيسيًا PK، فمثلًا، تعرض نافذة تحرير العلاقات في MS Access في الشكل السابق خيارين إضافيين لقواعد المفتاح الخارجي FK، هما: التحديث المتسلسل أو التعاقبي Cascade Update، والحذف المتسلسل Cascade Delete، فإذا لم يُحدّد هذان الخياران، فسيمنع النظام حذف أو تحديث قيم المفتاح الرئيسي PK في جدول الأب -أي جدول العملاء Customer- في حالة وجود سجل ابن، فالسجل الابن هو أي سجل مع مفتاح رئيسي PK مطابق.

يوجد خيار إضافي في بعض قواعد البيانات عند تحديد خيار الحذف ويسمى Set to Null، حيث يُحذف صف المفتاح الرئيسي PK في هذا الاختيار، ولكن يُضبط المفتاح الخارجي FK في الجدول الابن على القيمة الفارغة NULL، فعلى الرغم من أنّ هذا يؤدي إلى إنشاء صف يتيم، إلا أنه أمر مقبول.

7.2 قيود المؤسسة Enterprise Constraints

يشار إلى قيود المؤسسة أحيانًا بالقيود الدلالية semantic constraints، وهي قواعد إضافية يحددها المستخدمون أو مسؤولو قاعدة البيانات، كما يمكنها الاستناد إلى جداول متعددة، وفيما يلي بعض الأمثلة عنها:

- يمكن للصف الدراسي class ضم ثلاثين طالبًا على أساس حد أقصى.

- يمكن للمدرّس teacher تدريس أربعة صفوف في الفصل الواحد على أساس حد أقصى.
- لا يمكن للموظف employee المشاركة في أكثر من خمسة مشاريع.
- لا يمكن لراتب الموظف تجاوز راتب مديره.

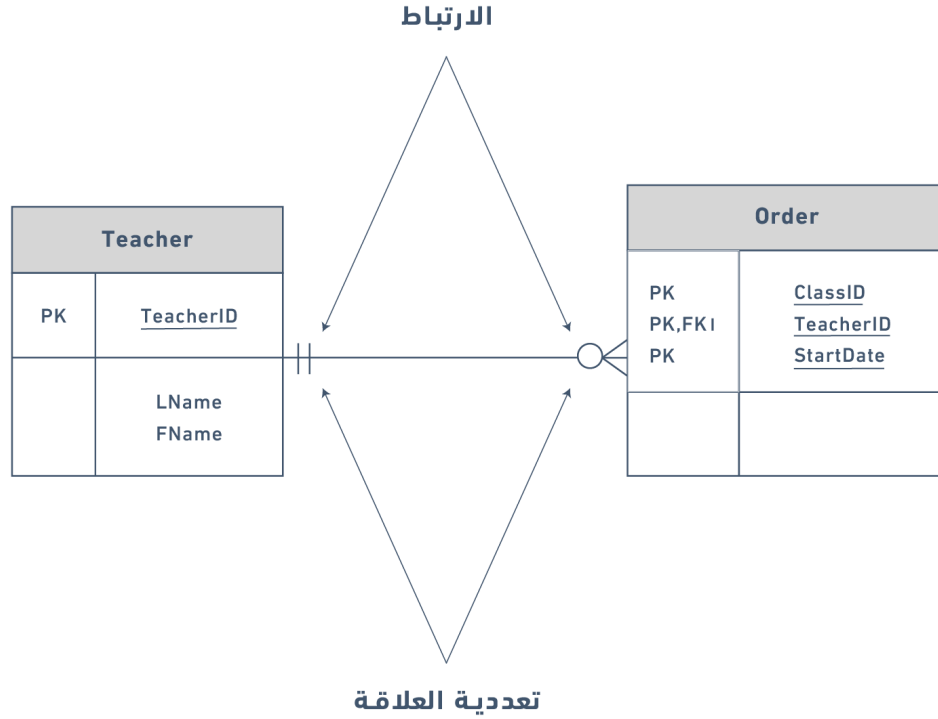
7.3 قواعد العمل Business Rules

نحصل على قواعد العمل من المستخدمين عند جمع المتطلبات gathering requirements، كما تُعدّ عملية جمع المتطلبات عمليةً مهمةً للغاية، ويجب على المستخدم أن يتحقق من نتائجها قبل بناء تصميم قاعدة البيانات، فإذا كانت قواعد العمل غير صحيحة، فسيكون التصميم غير صحيح، وفي النهاية لن يعمل التطبيق على النحو الذي توقّعه المستخدمون، وفيما يلي بعض الأمثلة عن قواعد العمل، وهي:

- يمكن للمدرّس تدريس طلاب متعددين.
- يمكن للصف الدراسي امتلاك 35 طالبًا على أساس حد أقصى.
- يمكن تدريس المُقرّر course عدة مرات، ولكن يدرّسه مدرّس واحد فقط.
- لا يدرّس جميع المدرّسين صفوفًا دراسية.

7.3.1 تعددية العلاقة Cardinality والارتباط connectivity

تُستخدَم قواعد العمل لتحديد عددية العلاقة والارتباط، حيث تصف عددية العلاقة Cardinality العلاقة بين جدولي بيانات من خلال التعبير عن الحد الأدنى والحد الأقصى لعدد مرات حدوث الكيان المرتبط بحدوث كيان آخر ذي صلة، ويمكنك الشكل التالي من رؤية أن عددية العلاقة ممثلة من خلال العلامات الداخلية على رمز العلاقة، حيث تكون درجة العلاقة Cardinality هي 0 على اليمين بينما هي 1 على اليسار.



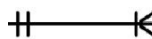
يمثل الرمز الخارجي لرمز العلاقة الارتباط Connectivity بين الجدولين، فالارتباط هو العلاقة بين جدولين مثل علاقة واحد إلى واحد one to one، أو واحد إلى متعدد one to many؛ والمرة الوحيدة التي يكون فيها الارتباط صفرًا هي عندما يكون للمفتاح الخارجي FK قيمة فارغة null.

يوجد ثلاثة خيارات للعلاقة بين هذه الكيانات عندما يتعلق الأمر بالمشاركة، وهي: 0، أو 1، أو متعدد many، فمثلاً، قيمة الارتباط Connectivity هي 1 في الشكل السابق على الجانب الخارجي الأيسر من هذا الخط، ومتعدد على الجانب الخارجي الأيمن.

يظهر الشكل التالي الرمز الذي يمثل علاقة واحد إلى متعدد one to many:



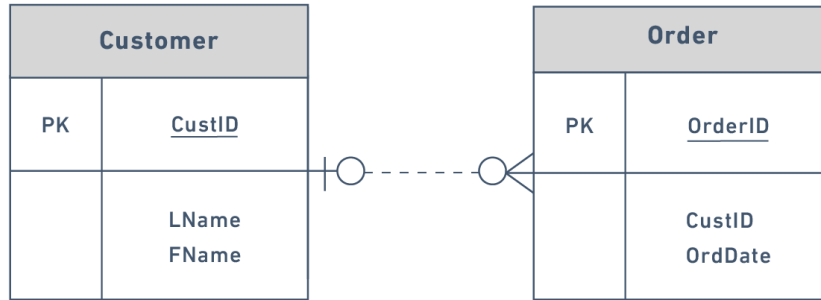
يعرض الشكل الآتي كلاً من العلامات الداخلية -التي تمثل عددية العلاقة Cardinality- والعلامات الخارجية -التي تمثل الارتباط Connectivity-، إذ يُقرأ الجانب الأيسر من هذا الرمز على أن الحد الأدنى 1 والحد الأقصى 1، بينما يُقرأ الجانب الأيمن على النحو التالي: الحد الأدنى 1 والحد الأقصى متعدد.



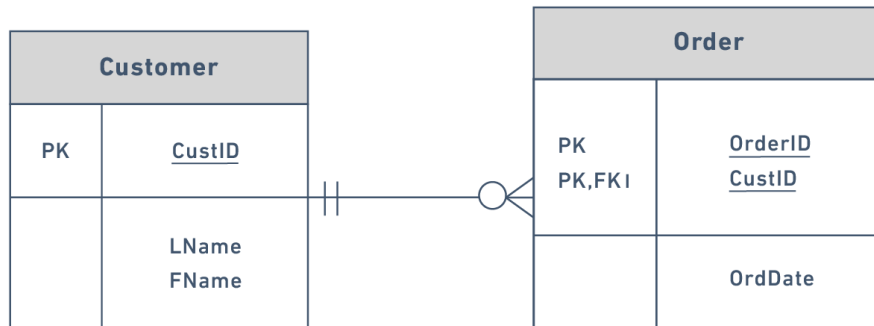
7.4 أنواع العلاقات

يشير السطر الذي يربط جدولين في مخطط الكيان والعلاقة entity relationship diagram -أو ERD اختصاراً- إلى نوع العلاقة بين الجدولين؛ فهي إما وثيقة أو معرّفة identifying أو غير وثيقة non-identifying.

العلاقة الوثيقة هي خط متصل بحيث يحتوي المفتاح الرئيسي PK على المفتاح الخارجي FK، كما يشار إلى العلاقة الغير وثيقة بخط متقطع مع عدم وجود المفتاح الخارجي FK ضمن المفتاح الرئيسي PK.



علاقة غير وثيقة



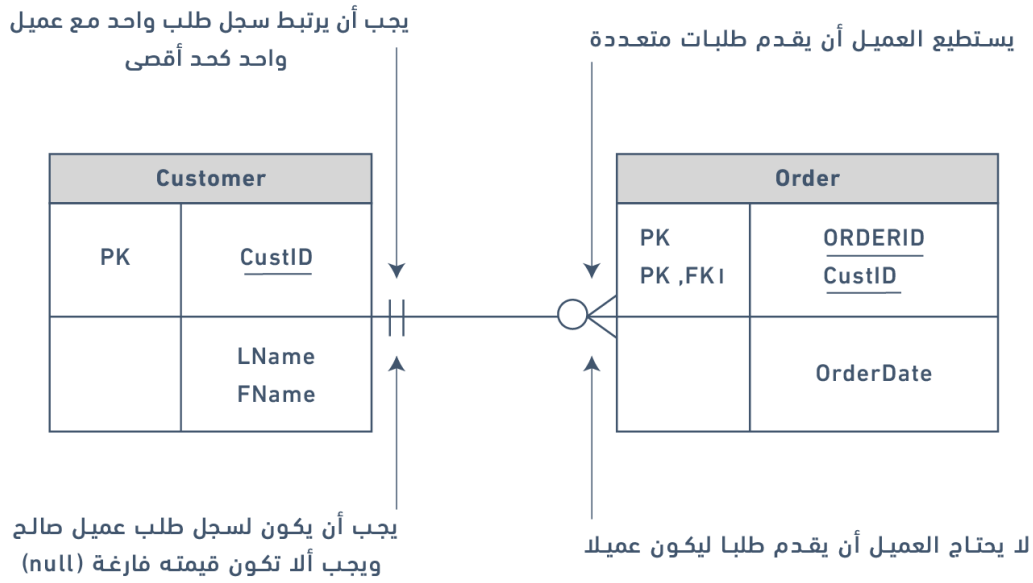
علاقة وثيقة

7.4.1 العلاقات الاختيارية

يمكن أن يكون للمفتاح الخارجي FK قيمة فارغة في العلاقة الاختيارية أو لا يحتاج الجدول الأب إلى وجود جدول ابن مطابق.


يوضح الرمز المبين في الشكل نوعًا مكوّنًا من صفر وثلاث بروزات -تشير إلى متعدد- والذي يُفسّر على أنه علاقة صفر أو متعدد zero OR many.

إذا نظرت إلى جدول الطلبات Order table على الجانب الأيمن من الشكل الآتي مثلاً، فستلاحظ عدم حاجة العميل customer إلى تقديم طلب ليكون عميلاً، أي أن الجانب المتعدد اختياري، ويوضح الشكل التالي المثال السابق عن كيفية استخدام رمز العلاقة الاختيارية صفر إلى متعدد zero to many:



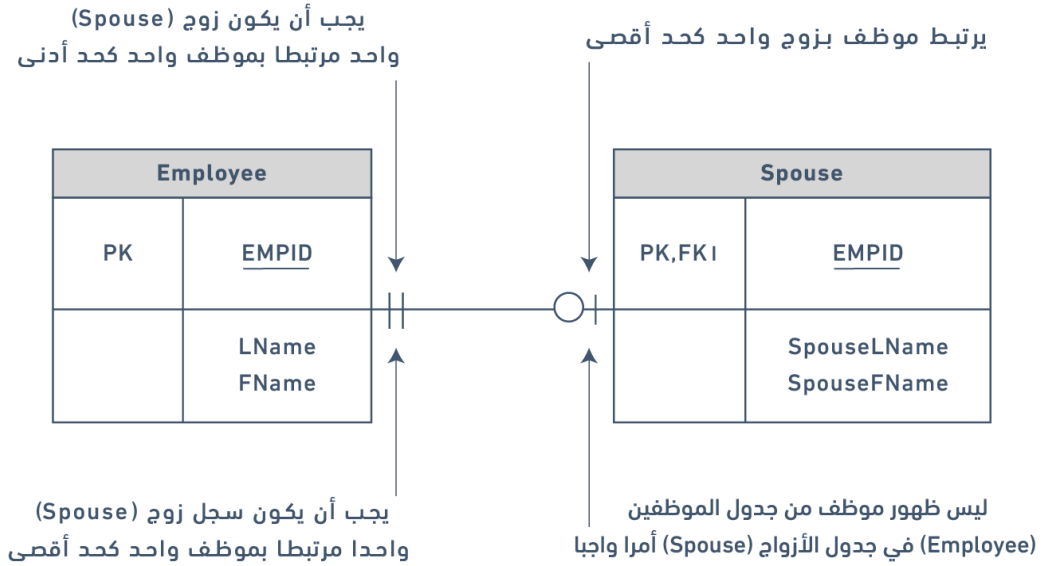
يمكن أيضًا قراءة رمز العلاقة في الشكل السابق على النحو التالي:

- الجانب الأيسر: يجب احتواء كيان الطلب order entity على كيان واحد مرتبط على أساس حد أدنى في جدول العميل Customer table، وكيان واحد مرتبط على أساس حد أقصى.
- الجانب الأيمن: يمكن للعميل عدم تقديم طلبات (أي صفر طلب) على أساس حد أدنى، أو تقديم طلبات متعددة على أساس حد أقصى.

يوضح الشكل  نوعًا آخرًا من رموز العلاقة الاختيارية بصفر وواحد، أي علاقة صفر أو

واحد zero OR one، حيث جانب الواحد اختياري.

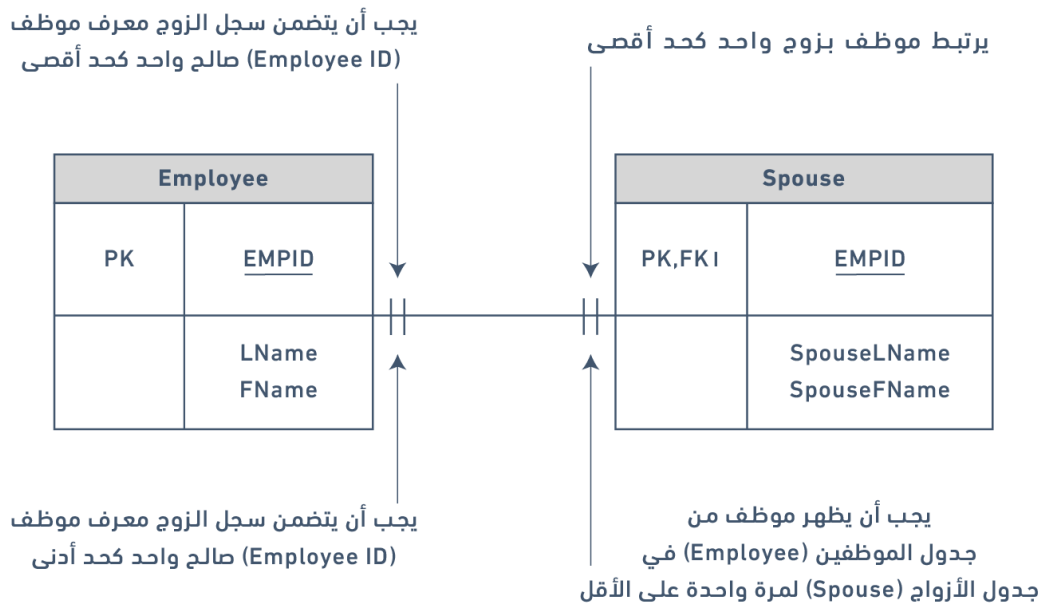
يوضح الشكل التالي مثالاً عن كيفية استخدام رمز العلاقة الاختيارية صفر إلى واحد zero to one:



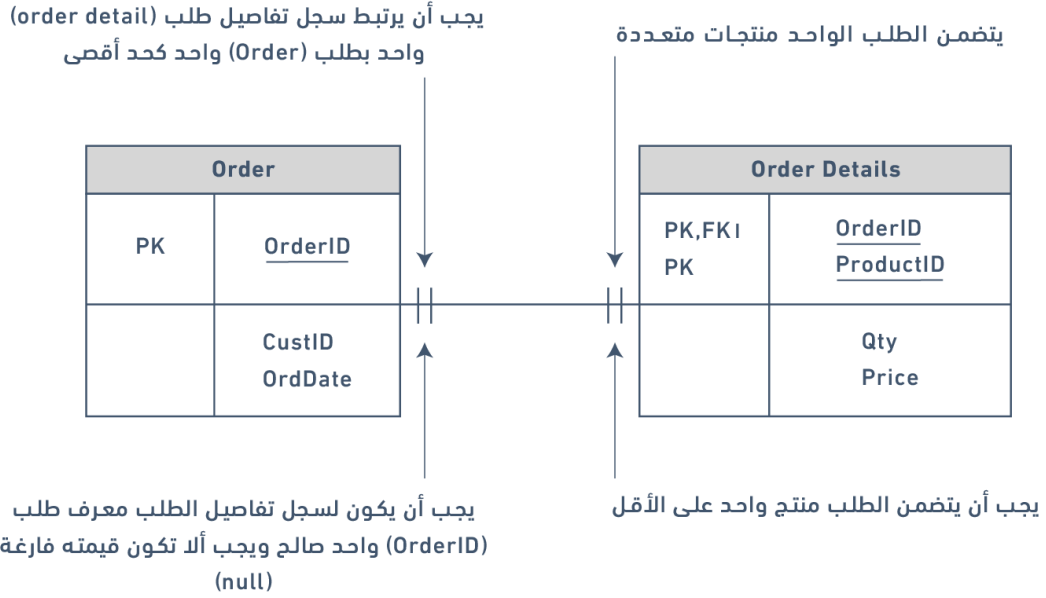
7.4.2 العلاقات الإلزامية Mandatory relationships



يتطلب حدوث كيان واحد حدوث كيان مقابل في العلاقة الإلزامية. يُظهر رمز هذه العلاقة علاقة واحد فقط one and only one كما في الشكل ++، أي أن الجانب واحد one side إلزامي.

يوضح الشكل مثلاً عن كيفية استخدام رمز العلاقة الإلزامية واحد فقط one and only one:



يوضح الشكل ++ رمز علاقة واحد إلى متعدد one to many حيث يكون الجانب المتعدد many side إلزامياً، ويوضح الشكل التالي مثلاً عن كيفية استخدام رمز العلاقة الإلزامية واحد إلى متعدد:



رأينا أن الجانب الداخلي من رمز العلاقة الموضح على الجانب الأيسر من الرمز في الشكل الآتي يمكن أن يكون له تعددية العلاقة cardinality قيمتها 0 وارتباط connectivity متعدد كما هو موضح على الجانب الأيمن من الرمز في الشكل التالي، أو ارتباط قيمته واحد وهو غير موضح في الشكل  ولا يمكن أن يكون لديه ارتباط قيمته 0، كما هو في الشكل ، إذ يمكن أن يكون الارتباط 1 فقط.

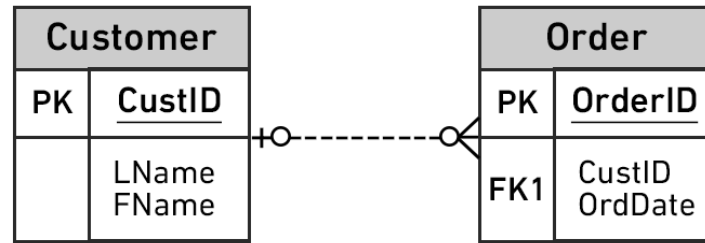
تُظهر رموز الارتباط الحدود القصوى، فإذا أظهر رمز الارتباط على الجانب الأيسر القيمة 0، فلن يكون هناك ارتباط بين الجداول.

فيما يلي طريقة قراءة رمز العلاقة مثل الرمز الموجود في الشكل الآتي:

- يجب العثور على معرف العميل CustID في جدول الطلبات Order table وفي جدول العملاء Customer table أيضًا بحد أدنى 0 وبحد أقصى 1 مرة.
- تعني القيمة 0 أن معرف العميل CustID في جدول الطلبات Order table قد تكون قيمته فارغة null.
- تشير القيمة 1 الموجودة أقصى اليسار -أي قبل القيمة 0 مباشرة- التي تمثل الارتباط- إلى أنه إذا كان هناك معرف عميل CustID في جدول الطلبات Order table، فيمكن وجود هذا المعرف في جدول العملاء Customer table مرة واحدة فقط.
- يمكنك افتراض شيئين عندما ترى الرمز 0 لتعددية العلاقة cardinality:

1. يسمح المفتاح الخارجي FK في جدول الطلبات Order table بوجود القيم الفارغة.

2. ليس المفتاح الخارجي FK جزءًا من المفتاح الرئيسي PK لأنه يجب ألا تحتوي المفاتيح الرئيسية على قيم فارغة null.



7.5 مصطلحات أساسية

- **قواعد العمل business rules:** نحصل عليها من المستخدمين عند جمع المتطلبات، وتُستخدم لتحديد عددية العلاقة cardinality.
- **عددية العلاقة cardinality:** تُعبّر عن الحد الأدنى والحد الأقصى لعدد مرات حدوث الكيان المرتبط بحدوث كيان ذي صلة.
- **الارتباط connectivity:** وهو يمثّل العلاقة بين جدولين، مثل: علاقة واحد إلى واحد، أو علاقة واحد إلى متعدد.
- **القيود constraints:** تُمثّل القواعد التي تجبر نظم إدارة قواعد البيانات DBMSs على التحقق من أن البيانات توافق الدلالات semantics.
- **سلامة الكيان entity integrity:** تتطلب وجود مفتاح رئيسي primary key لكل جدول، كما لا يمكن أن يحتوي المفتاح الرئيسي ولا أي جزء منه على قيم فارغة null.
- **العلاقة المُعرّفة identifying relationship:** حيث يحتوي المفتاح الرئيسي على المفتاح الخارجي foreign key، ويشار إليها في مخطط ERD بخط متصل.
- **قيود السلامة integrity constraints:** هي التعليمات المنطقية التي تحدد قيم البيانات المسموح بها أو غير المسموح بها، كما تحدد التنسيق المناسب للسمة attribute.
- **العلاقة الإلزامية mandatory relationship:** يتطلب حدوث كيان واحد حدوث كيان مقابل.
- **العلاقة الغير مُعرّفة non-identifying relationship:** لا تحتوي على المفتاح الخارجي ضمن المفتاح الرئيسي، ويشار إليها في مخطط ERD بخط منقط.
- **العلاقة الاختيارية optional relationship:** حيث يمكن أن يكون للمفتاح الخارجي FK قيمة فارغة، أو عندما لا يحتاج الجدول الأب إلى وجود جدول ابن مطابق.
- **السجل اليتيم orphan record:** هو السجل الذي لم يُعثر على قيمة مفتاحه الخارجي في الكيان المقابل أي في الكيان الذي يوجد به المفتاح الرئيسي.

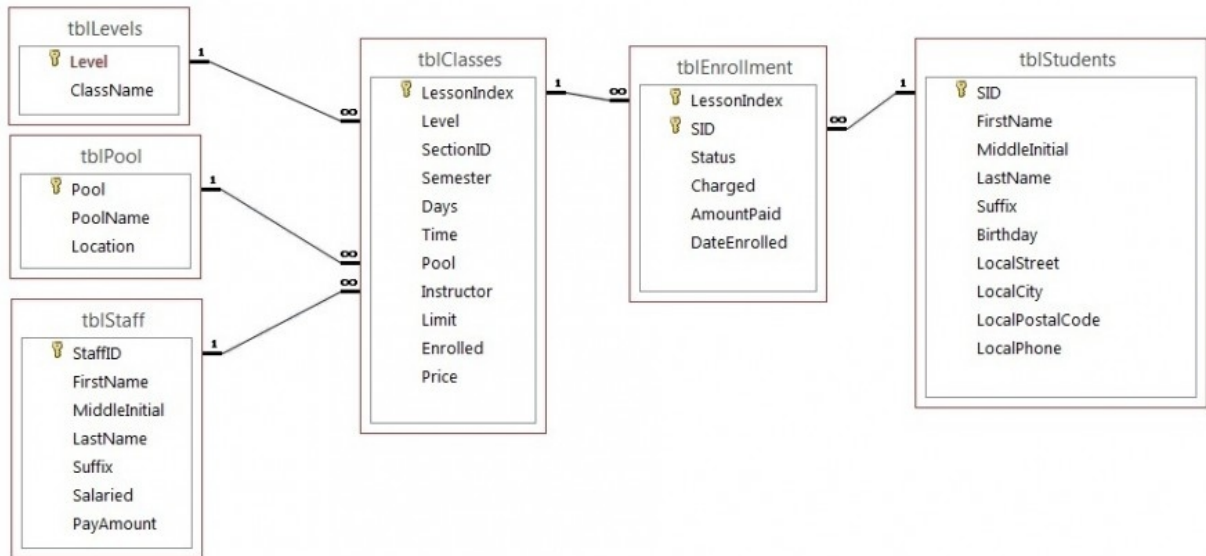
- **السلامة المرجعية referential integrity:** تتطلب أن يكون للمفتاح الخارجي مفتاحًا رئيسيًا مطابقًا، وإلا فيجب أن يكون للمفتاح الخارجي قيمة فارغة.
- **نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية relational database management system أو RDBMS:** وهو نظام قاعدة بيانات شائع، حيث يعتمد على النموذج العلائقي الذي قدّمه إدجار كود E.F. Codd من مختبر أبحاث سان خوسيه San Jose التابع لشركة IBM.
- **نوع العلاقة relationship type:** هو نوع العلاقة بين جدولين في مخطط ERD، أي إما علاقة وثيقة أو معرّفة identifying، أو غير وثيقة non-identifying، ويُشار إلى هذه العلاقة بخط مرسوم بين جدولين.

7.6 تمارين

اقرأ الوصف التالي ثم أجب عن الأسئلة:

صُمّمت قاعدة بيانات نادي السباحة في الشكل الآتي لتحتوي على معلومات حول الطلاب students المسجلين enrolled في صفوف السباحة، حيث حُرّنت المعلومات التالية: الطلاب students، والتسجيل enrollment، وصفوف السباحة swim classes، والمساح pools التي تقام فيها الصفوف، ومدربو instructors صفوف السباحة، والمستويات levels المختلفة من صفوف السباحة.

استخدم الشكل التالي للإجابة على الأسئلة:



حدّدت المفاتيح الرئيسية primary keys، وعُرّفت أنواع البيانات التالية في خادم SQL Server.

****tblLevels****

Level - Identity PK

ClassName - text 20 - nulls are not allowed

****tblPool****

Pool - Identity PK

PoolName - text 20 - nulls are not allowed

Location - text 30

****tblStaff****

StaffID - Identity PK

FirstName - text 20

MiddleInitial - text 3

LastName - text 30

Suffix - text 3

Salaried - Bit

PayAmount - money

****tblClasses****

LessonIndex - Identity PK

Level - Integer FK

SectionID - Integer

Semester - TinyInt

Days - text 20

Time - datetime (formatted for time)

Pool - Integer FK

Instructor - Integer FK

Limit - TinyInt

Enrolled - TinyInt

Price - money

****tblEnrollment****

LessonIndex - Integer FK

SID - Integer FK (LessonIndex and SID) Primary Key

Status - text 30

Charged - bit

```

AmountPaid - money
DateEnrolled - datetime
**tblStudents**
SID - Identity PK
FirstName - text 20
MiddleInitial - text 3
LastName - text 30
Suffix - text 3
Birthday - datetime
LocalStreet - text 30
LocalCity - text 20
LocalPostalCode - text 6
LocalPhone - text 10

```

طبّق هذا المخطط في خادم SQL Server، أو باستخدام نظام access وعندها ستحتاج إلى اختيار أنواع بيانات قابلة للموازنة.

1. اشرح قواعد العلاقة relationship rules لكل علاقة مثل العلاقة بين الجدولين tblEnrollment وtblStudents التي تمثّل إمكانية تسجيل الطالب في صفوف سباحة متعددة.

2. حدّد عددية cardinality كل علاقة بافتراض القواعد التالية:

- قد يكون أو لا يكون للمسبح pool صفًا class للسباحة.
- يجب ارتباط جدول المستويات table levels دائمًا بصف سباحة واحد على الأقل.
- قد لا يدرّس جدول فريق التدريب staff table أيّ صف سباحة.
- يجب تسجيل جميع الطلاب في صف سباحة واحد على الأقل.
- يجب احتواء صف السباحة على طلاب مسجلين فيه.
- يجب امتلاك صف السباحة على مسبح صالح.
- قد لا يُعيّن مدرب لصف السباحة.
- يجب ارتباط صف السباحة دائمًا بمستوى موجود.

3. حدّد الجداول الضعيفة، والجداول القوية التي شرحناها في مقالٍ سابق.

4. حدّد الجداول المُعرّفة identifying، والجداول غير المُعرّفة non-identifying.

8. نمذجة الكيان العلاقي ER عند تصميم قواعد البيانات

تتضمن إحدى النظريات المهمة التي طوّرت لنموذج الكيان العلاقي (ER) entity relational فكرة الاعتمادية الوظيفية functional dependency (اختصاراً FD)، والهدف من دراستها هو تحسين فهمك للعلاقات بين البيانات، واكتساب المنهجية الكافية للمساعدة في التصميم العملي لقاعدة البيانات.

تُستخلص الاعتماديات الوظيفية FD من دلالات semantics نطاق التطبيق، أي مثل القيود constraints التي شرحناها في [الفصل السابق](#)، وتُوصف كيفية ارتباط السمات المنفصلة individual attributes ببعضها البعض، كما تُعدّ الاعتماديات الوظيفية FD نوعاً من القيود بين السمات داخل علاقة، وتساهم في تصميم مخطط علاقي جيد، حيث سنلقي في هذا الفصل نظرةً على:

- نظرية الاعتمادية الوظيفية الأساسية وتعريفها.
- منهجية تحسين تصميمات المخططات، وتسمى أيضاً التوحيد normalization.

8.1 التصميم العلاقي Relational Design والتكرار Redundancy

يجب احتواء التصميم الجيد لقاعدة البيانات العلاقية على جميع السمات والارتباطات الضرورية، إذ يقوم التصميم بذلك بأقل قدر ممكن من المعلومات المخزّنة مع عدم وجود بيانات مكرّرة redundant.

يُعدّ التكرار أمراً غير مرغوب فيه في تصميم قاعدة البيانات، وذلك لأنه يسبب المشكلات في الحفاظ على التناسق بعد التحديثات، لكن يمكن أن يؤدي التكرار إلى تحسينات في الأداء في بعض الأحيان مثل إمكانية استخدام التكرار بدلاً من عملية الضم join لربط البيانات، حيث تُستخدم عملية الضم join عند الحاجة إلى الحصول على معلومات تستند إلى جدولين مرتبطين.

ضع في بالك الجدول الآتي الذي يوضح مثالاً عن التكرار المُستخدَم في الحسابات المصرفية Bank Accounts، وفروع المصرف Branches، حيث يظهر العميل رقم 1313131 مرتين، أي مرةً للحساب ذو الرقم A-101، ومرةً أخرى للحساب رقم A-102؛ إذ لا يكون رقم العميل زائداً في هذه الحالة على الرغم من وجود حالات حذفٍ شاذة deletion anomalies في الجدول، وسيحل هذه المشكلة وجود جدول منفصل للعملاء.

إذا تغير عنوان الفرع branch address، فيجب تحديثه في أماكن متعددة، وإذا ترك رقم العميل في الجدول كما هو، فلن تحتاج إلى جدول للفرع branch، ولن تكون هناك حاجة إلى عملية ضم، وبالتالي، سيتحسن الأداء.

accountNo	blance	customer	branch	address	assets
A-101	500	1313131	Downtown	Brooklyn	9000000
A-102	400	1313131	Perryridge	Horseneck	1700000
A-113	600	9876543	Round Hill	Horseneck	8000000
A-201	900	9676543	brighton	Brooklyn	7100000
A-215	700	1111111	Manus	Horseneck	400000
A-222	700	1111111	Redwood	Palo Alto	2100000
A-305	350	1234567	Round Hill	Horseneck	8000000

8.2 حالة الإدخال الشاذة Insertion Anomaly

تحدث هذه الحالة عند إدخال معلومات متضاربة في جدول، حيث نحتاج إلى التحقق من أن بيانات الفرع branch متوافقة مع الصفوف الموجودة عندما ندخل سجلاً جديداً مثل رقم الحساب A-306، كما في الجدول التالي:

accountNo	blance	customer	branch	address	assets
A-101	500	1313131	Downtown	Brooklyn	9000000
A-102	400	1313131	Perryridge	Horseneck	1700000
A-113	600	9876543	Round Hill	Horseneck	8000000
A-201	900	9676543	brighton	Brooklyn	7100000
A-215	700	1111111	Manus	Horseneck	400000
A-222	700	1111111	Redwood	Palo Alto	2100000
A-305	350	1234567	Round Hill	Horseneck	8000000
A-306	800	1111111	Round Hill	Horseneck	8000800

8.3 حالة التحديث الشاذة Update Anomaly

إذا غيّر أحد فروع المصرف عنوانه مثل الفرع راوند هيل Round Hill في الجدول الآتي، فنحن بحاجة إلى تحديث جميع الصفوف التي تشير إلى هذا الفرع، حيث يسمّى تغيير المعلومات الموجودة بصورة غير صحيحة بحالة تحديث شاذة.

accountNo	blance	customer	branch	address	assets
A-101	500	1313131	Downtown	Brooklyn	9000000
A-102	400	1313131	Perryridge	Horseneck	1700000
A-113	600	9876543	Round Hill	Horseneck	8000000
A-201	900	9676543	brighton	Brooklyn	7100000
A-215	700	1111111	Manus	Horseneck	400000
A-222	700	1111111	Redwood	Palo Alto	2100000
A-305	350	1234567	Round Hill	Horseneck	8000000

8.4 حالة الحذف الشاذة Deletion Anomaly

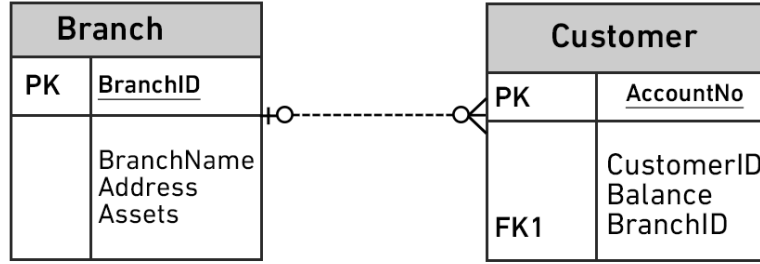
تحدث هذه الحالة عند حذف سجل قد يحتوي على سمات لا ينبغي حذفها، إذا أزلنا معلومات حول الحساب الأخير في أحد الفروع مثل الحساب رقم A-101 في الفرع داون تاون Downtown في الجدول التالي على سبيل المثال، فستختفي جميع معلومات ذلك الفرع.

accountNo	blance	customer	branch	address	assets
A-101	500	1313131	Downtown	Brooklyn	9000000
A-102	400	1313131	Perryridge	Horseneck	1700000
A-113	600	9876543	Round Hill	Horseneck	8000000
A-201	900	9676543	brighton	Brooklyn	7100000
A-215	700	1111111	Manus	Horseneck	400000
A-222	700	1111111	Redwood	Palo Alto	2100000
A-305	350	1234567	Round Hill	Horseneck	8000000

مشكلة حذف الصف A-101 هي عدم معرفتنا مكان الفرع Downtown، وأننا سنفقد جميع المعلومات المتعلقة بالعميل 1313131.

نحتاج إلى تفكيك الجدول الأصلي إلى جداول أصغر متعددة بحيث يكون لكل جدول حدًا أدنى من التداخل مع الجداول الأخرى، وذلك لتجنب هذه الأنواع من مشاكل التحديث أو الحذف.

يجب احتواء كل جدول حساب مصرفي على معلومات حول كيان entity واحد فقط، مثل: الفرع Branch، أو العميل Customer، كما هو موضح في الشكل التالي:



سيضمن اتباع هذه العملية أن إضافة معلومات الفرع أو تحديثها سيؤثر على سجل واحد فقط، لذلك لن تعدّل معلومات الفرع عن طريق الخطأ، ولن تُسجّل بصورة غير صحيحة، وذلك عند إضافة معلومات العميل أو حذفها.

8.4.1 مثال تطبيقي: جدول مشروع-موظف والحالات الشاذة

يوضّح الجدول الآتي مثالاً لجدول مشروع-موظف employee project table، كما يمكننا الافتراض من هذا الجدول أن:

1. معرّف الموظف EmpID، ومعرّف المشروع ProjectID هما المفتاح الرئيسي المركّب composite PK.
2. يحدد معرّف المشروع الميزانية Budget، أي أنّ للمشروع P1 ميزانيةً لفترة 32 ساعة.

EmpID	Budget	ProjectID	Hours
S75	32	P1	7
S75	40	P2	3
S79	32	P1	4
S79	27	P3	1
S80	40	P2	5
	17	P4	

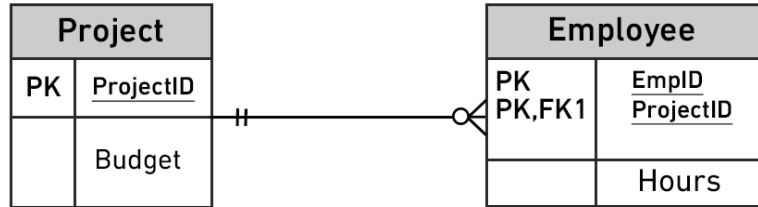
فيما يلي بعض الحالات الشاذة anomalies المحتملة التي قد تحدث مع هذا الجدول خلال الخطوات التالية:

1. الإجراء: إضافة الصف Add row الذي هو {S85, 35, P1, 9}.
2. المشكلة: هناك صفان tuples بميزانيات متضاربة.
3. الإجراء: حذف الصف Delete tuple الذي هو {S79, 27, P3, 1}.
4. المشكلة: الخطوة رقم 3 تحذف ميزانية المشروع P3.

5. الإجراء: تحديث الصف Update tuple من {S75, 32, P1, 7} إلى {S75, 35, P1, 7}.

6. المشكلة: تُنشئ الخطوة رقم 5 صفين بقيم مختلفة لميزانية المشروع P1.

7. الحل: إنشاء جدول منفصل separate table لكل من المشاريع Projects والموظفين Employees، أي كما هو موضح في الشكل التالي:



8.5 كيفية تجنب الحالات الشاذة

أفضل طريقة لإنشاء جداول بدون حالات شاذة هي التأكد من توحيد الجداول، ويتحقق ذلك من خلال فهم الاعتماديات الوظيفية، حيث تضمن الاعتمادية الوظيفية FD في جدول انتماء جميع السمات attributes إلى هذا الجدول، أي ستزيل التكرار والحالات الشاذة.

8.5.1 مثال تطبيقي: جدولا المشاريع والموظفين المنفصلان

جدول المشروع Project

ProjectID	Budeget
P1	32
P2	40
P3	27
P4	17

جدول الموظف Employee

Emp ID	Project ID	Hours
S75	P1	7
S75	P2	3
S79	P1	4
S79	P3	1
S80	P2	5

يكون من خلال الاحتفاظ بالبيانات منفصلة باستخدام جدول مشاريع وجدول موظفين ما يلي:

- لن تُنشأ حالات شاذة إذا تغيرت الميزانية.

- ليست هناك حاجة إلى قيم وهمية للمشاريع التي لم يُعَيَّن لها موظفون.
- إذا حُذفت مساهمة موظف ما، فلن تُفقد بيانات مهمة.
- لن تُنشأ حالات شاذة إذا أُضيفت مساهمة موظف.

8.6 مصطلحات أساسية

- **حالة الحذف الشاذة deletion anomaly:** وتحدث هذه الحالة عند حذف سجل قد يحتوي على سمات لا ينبغي حذفها.
- **الاعتمادية الوظيفية functional dependency أو FD:** تصف كيفية ارتباط السمات المنفصلة individual attributes ببعضها البعض.
- **حالة الإدخال الشاذة insertion anomaly:** تحدث عند إدخال معلومات متضاربة في جدول.
- **عملية الضم join:** تُستخدم هذه العملية عندما تحتاج إلى الحصول على معلومات بناءً على جدولين متعلقين ببعضهما.
- **حالة التحديث الشاذة update anomaly:** تغيير المعلومات الموجودة بصورة غير صحيحة.

8.7 تمارين

أولاً: طُبِّق التوحيد normalization على الجدول التالي:

Attribute Name	Sample Value	Sample Value	Sample Value
StudentID	1	2	3
StudentName	John Smith	Sandy Law	Sue Rogers
CourseID	2	2	3
CourseName	Programming Level 1	Programming Level 1	Business
Grade	75%	61%	81%
CourseDate	Jan 5th, 2014	Jan 5th, 2014	Jan 7th, 2014

ثانيًا: أنشئ مخطط ERD منطقي لخدمة تأجير الأفلام عبر الإنترنت، حيث لا توجد علاقات من النوع متعدد إلى متعدد many to many، واستخدم الوصف التالي للعمليات التي يجب أن تستند عليها قواعد عملك:

تُصنّف خدمة تأجير الأفلام عبر الإنترنت عناوين الأفلام وفقًا لنوعها إلى: الأفلام الكوميدية comedy، وأفلام الغرب الأمريكي western، والأفلام الكلاسيكية classical، وأفلام الخيال العلمي science fiction، وأفلام الرسوم المتحركة cartoon، وأفلام الحركة action، والأفلام الموسيقية musical، والأفلام المصدرة حديثًا new release.

يحتوي كل نوع على العديد من العناوين المحتملة، وتتوفر نسخ copies متعددة لمعظم العناوين داخل النوع، فمثلًا، لاحظ الملخص التالي:

1. TYPE TITLE

2. Musical My Fair Lady (Copy 1)

3. My Fair Lady (Copy 2)

4. Oklahoma (Copy 1)

5. Oklahoma (Copy 2)

6. Oklahoma (Copy 3)

7. ...إلخ.

ثالثًا: ما هي الحالات الشاذة الثلاثة للبيانات التي من المحتمل تشكّلها نتيجةً لتكرار البيانات؟ وكيف يمكن القضاء على مثل هذه الحالات الشاذة؟

سنتطرق في فصل لاحق لمثال عملي حول تصميم قاعدة بيانات كاملة من الصفر كتدريب عملي.

9. الاعتماديات الوظيفية Functional Dependencies

Dependencies

الاعتمادية الوظيفية functional dependency -أو FD اختصارًا- هي علاقة بين سمّتين attributes، حيث تكون عادةً بين المفتاح الرئيسي PK والسمات الأخرى التي ليست مفاتيحًا non-key attributes داخل الجدول، إذ تعتمد السمة Y وظيفيًا على السمة X -والتي تُعد مفتاحًا رئيسيًا PK- في علاقة R إذا حدّدت قيمة السمة X قيمة السمة Y بصورة فريدة لكل نسخة صالحة من السمة X، ويشار إلى هذه العلاقة من خلال التمثيل التالي:

$X \rightarrow Y$

يسمى الجانب الأيسر من مخطط الاعتمادية الوظيفية FD السابق بالمحدّد determinant، ويسمى الجانب الأيمن بالاعتمادية dependent، وفيما يلي بعض الأمثلة على ذلك.

تحدّد السمة SIN الاسم Name، والعنوان Address، وتاريخ الميلاد Birthdate في المثال الأول أدناه، حيث يمكننا تحديد أي من السمات الأخرى داخل الجدول باستخدام السمة SIN.

$SIN \rightarrow Name, Address, Birthdate$

تحدّد السمتان SIN، و Course تاريخ الانتهاء DateCompleted في المثال الثاني، حيث يجب أن يعمل هذا أيضًا مع مفتاح رئيسي مركّب composite PK.

$SIN, Course \rightarrow DateCompleted$

يشير المثال الثالث إلى أن السمة ISBN تحدّد العنوان Title.

$ISBN \rightarrow Title$

9.1 قواعد الاعتماديات الوظيفية

انظر إلى جدول البيانات $r(R)$ لمخطط العلاقة $R(ABCDE)$ التالي:

A	B	C	D	E
a1	b1	c1	d1	e1
a2	b1	c2	d2	e1
a3	b2	c1	d1	e1
a4	b2	c2	d2	e1
a5	b3	c3	d1	e1

قد تسأل نفسك عند النظر إلى هذا الجدول: ما نوع الاعتماديات التي يمكننا ملاحظتها بين السمات في الجدول R ؟

بما أن قيم السمة A فريدة $a1, a2, a3, \text{etc}$ فيمكن القول اعتمادًا على تعريف الاعتمادية الوظيفية FD أن:

$A \rightarrow B,$
 $A \rightarrow C,$
 $A \rightarrow D,$
 $A \rightarrow E$

- ويترتب على ذلك أيضًا أن $A \rightarrow BC$ ، أو أي مجموعة فرعية أخرى من المجموعة $ABCDE$.
- يمكن تلخيص ذلك على أساس $A \rightarrow BCDE$.
- تُعدّ السمة A مفتاحًا رئيسيًا.

بما أن قيم السمة E هي نفسها دائمًا أي كلها لها القيمة $e1$ ، فهذا يعني أن:

$A \rightarrow E,$
 $B \rightarrow E,$
 $C \rightarrow E,$
 $D \rightarrow E$

ولكن لا يمكننا تلخيص ما سبق باستخدام $ABCD \rightarrow E$ ، وذلك لأن:

$A \rightarrow E,$
 $B \rightarrow E,$
 $AB \rightarrow E$

9.1.1 ملاحظات أخرى

1. تركيبات BC فريدة، لذلك $BC \rightarrow ADE$.
 2. تركيبات BD فريدة، لذلك $BD \rightarrow ACE$.
 3. إذا كانت قيم السمة C متطابقة، فإن قيم السمة D متطابقة كذلك.
 4. لذلك $C \rightarrow D$.
 5. ولكن لا تحدّد قيم السمة D قيم السمة C.
 6. لذلك لا تحدّد السمة C السمة D، ولا تحدّد السمة D السمة C.
- يمكن مساعدة النظر إلى البيانات الفعلية في توضيح السمات التي هي سمات اعتمادية dependent، والسمات التي هي سمات محدّدة determinant.

9.2 قواعد الاستدلال Inference Rules

تُعَدّ بديهيات أرمسترونغ Armstrong's axioms مجموعة من قواعد الاستدلال المستخدمة لاستنتاج جميع الاعتماديات الوظيفية في قاعدة بيانات علائقية، حيث طوّر ويليام أرمسترونغ William W. Armstrong هذه البديهيات.

لنفترض أنّ $R(U)$ هو مخطط علاقة لمجموعة سمات U ، حيث سنستخدم الأحرف X ، Y ، و Z لتمثيل أي مجموعة فرعية، أو اتحاد union مجموعتين من السمات اختصارًا، بدلًا من استخدام $X \cup Y$.

9.2.1 بديهية الانعكاس Axiom of reflexivity

تنص هذه البديهية على أنه إذا كانت Y مجموعة فرعية subset من X ، فإنّ X تحدّد Y ، كما في المعادلة:

$$\text{if } Y \subseteq X \text{ then } X \rightarrow Y$$

افترض الاعتمادية الوظيفية $NT123 \rightarrow PartNo$ على سبيل المثال، حيث تتركّب $X(PartNo)$ من معلومات متعددة، وهي: $Y(NT)$ ، و $partID(123)$.

9.2.2 بديهية الزيادة Axiom of augmentation

تنص بديهية الزيادة - والمعروفة باسم الاعتمادية الجزئية partial dependency - على أنه إذا كانت X تحدّد Y ، فإنّ XZ تحدد YZ مهما كانت Z :

$$\text{if } X \rightarrow Y \text{ then } XZ \rightarrow YZ \text{ for any } Z$$

تنص بديهية الزيادة على أن يجب على كل سمة ليست مفتاحًا non-key attribute الاعتماد على المفتاح الرئيسي PK بصورة كاملة، فمثلاً، تعتمد السمات التالية: اسم الطالب StudentName، والعنوان Address، والمدينة City، وProv، وPC- أي الرمز البريدي postal code- على سمة رقم الطالب StudentNo فقط، ولا تعتمد على السمتين StudentNo، وGrade معًا.

StudentNo, Course \rightarrow StudentName, Address, City, Prov, PC, Grade, DateCompleted

هذا الوضع غير مرغوب به لأنه يجب على كل سمة ليست مفتاحًا الاعتماد على المفتاح PK تمامًا، ولكن تعتمد معلومات الطلاب في هذه الحالة جزئيًا فقط على المفتاح الرئيسي PK أي StudentNo.

يجب إصلاح هذه المشكلة من خلال تقسيم الجدول الأصلي إلى جدولين على النحو التالي:

• الجدول الأول 1: يحوي الحقول التالية:

StudentNo ○

Course ○

Grade ○

DateCompleted ○

• الجدول الثاني 2: ويحوي الحقول التالية:

StudentNo ○

StudentName ○

Address ○

City ○

Prov ○

PC ○

9.2.3 البديهية المتعدية Axiom of transitivity

تنص البديهية المتعدية على أنه إذا كانت X تحدد Y، وY تحدد Z، فإن X تحدد Z أيضًا:

$if X \rightarrow Y \wedge Y \rightarrow Z then X \rightarrow Z$

يحتوي الجدول أدناه على معلومات غير مرتبطة مباشرةً بالطالب، فيجب أن يكون لمعرف البرنامج ProgramID، واسم البرنامج ProgramName جدولاً خاصاً بهما، حيث لا يعتمد اسم البرنامج على رقم الطالب، وإنما يعتمد على معرف البرنامج.

StudentNo → StudentName, Address, City, Prov, PC, ProgramID, ProgramName

هذه الحالة غير مرغوب بها بسبب اعتماد السمة التي ليست مفتاحاً -أي ProgramName- على سمة أخرى ليست مفتاحاً أيضاً -أي ProgramID-.

نحل هذه المشكلة من خلال تقسيم هذا الجدول إلى جدولين: جدول لمعلومات الطالب، والآخر لمعلومات البرنامج، أي كما يلي:

• الجدول 1:

StudentNo → StudentName, Address, City, Prov, PC, ProgramID

• الجدول 2:

ProgramID → ProgramName

لكن لا نزال بحاجة إلى مفتاح خارجي FK في جدول الطالب لنتمكن من تحديد البرنامج الذي سُجِّل الطالب به.

9.2.4 الاتحاد Union

تشير هذه القاعدة إلى أنه إذا كان جدولان منفصلان، والمفتاح الرئيسي PK هو نفسه، فقد ترغب في وضع الجدولين معاً إذ تنص هذه القاعدة على أنه إذا كانت X تحدّد Y ، و X تحدّد Z ، فيجب على X أن تحدّد Y و Z أيضاً:

$$\text{if } X \rightarrow Y \wedge X \rightarrow Z \text{ then } X \rightarrow YZ$$

افترض على سبيل المثال أنّ:

SIN → EmpName

SIN → SpouseName

قد ترغب في ضم هذين الجدولين في جدول واحد على النحو التالي:

SIN → EmpName, SpouseName

قد يختار بعض مسؤولي قاعدة البيانات database administrators أو DBA اختصاراً الاحتفاظ بهذه الجداول مفصولةً لسببين، هما: السبب الأول هو أنّ كل جدول يصف كياناً مختلفاً، لذلك يجب إبقاء الكيانات

منفصلةً عن بعضها البعض، والسبب الثاني هو إذا تُرك اسم الزوج SpouseName فارغاً NULL في معظم الأوقات، فلا حاجة إلى تضمينه في نفس جدول اسم الموظف EmpName.

9.2.5 التفكك Decomposition

التفكك Decomposition هو عكس قاعدة الاتحاد Union، فإذا كان لديك جدولاً يبدو أنه يحتوي على كيائين يحدّهما المفتاح الرئيسي PK نفسه، فستفكر في تقسيمه إلى جدولين، حيث تنص هذه القاعدة على أنه إذا كانت X تحدّد Y و Z معاً، فستكون X تحدّد Y و X تحدّد Z بصورة منفصلة:

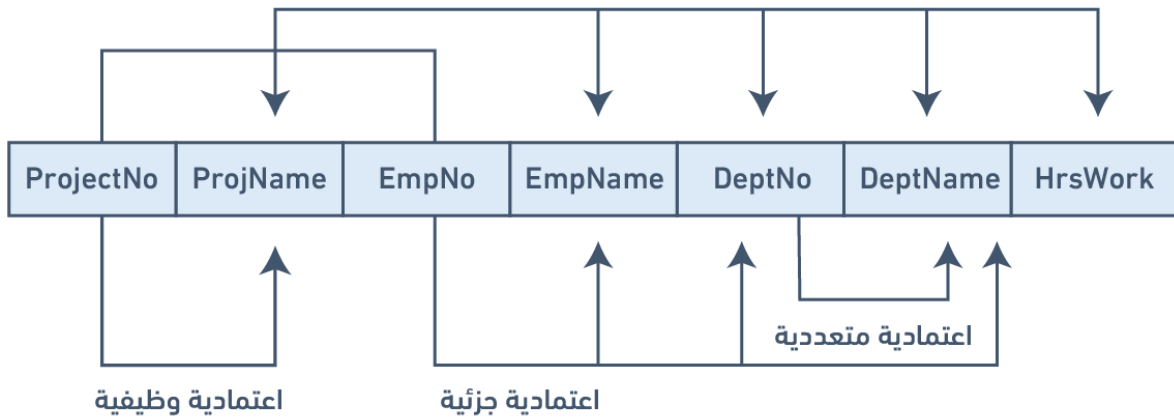
$$\text{if } X \rightarrow YZ \text{ then } X \rightarrow Y \wedge X \rightarrow Z$$

9.3 مخطط الاعتمادية Dependency Diagram

يوضّح مخطط الاعتمادية والمبيّن في الشكل الآتي العديد من الاعتماديات المختلفة التي قد تكون موجودة في جدول لم تطبّق عليه عملية التوحيد non-normalized table، أي الجدول الذي يحتوي على تكرار بيانات.

تُحدّد الاعتماديات التالية في هذا الجدول كما يلي:

- يتألف المفتاح الأساسي من مجموع ProjectNo و EmpNo.



- الاعتماديات الجزئية PDs:

$$\text{ProjectNo} \rightarrow \text{ProjName}$$

$$\text{EmpNo} \rightarrow \text{EmpName, DeptNo}$$

$$\text{ProjectNo, EmpNo} \rightarrow \text{HrsWork}$$

- الاعتمادية المتعددية Transitive Dependency:

DeptNo → DeptName ◦

9.4 مصطلحات أساسية

- **بديهيات أرمنسترونغ Armstrong's Bacioms:** هي مجموعة من قواعد الاستدلال المستخدمة لاستنتاج جميع الاعتماديات الوظيفية في قاعدة بيانات علائقية.
- **DBA:** أي database administrator، وتعني مسؤول قاعدة البيانات.
- **التفكُّ decomposition:** قاعدة تشير إلى أنه إذا كان لديك جدول يبدو أنه يحتوي كيانين يحددهما المفتاح الرئيسي PK نفسه، ففكّر في تقسيمه إلى جدولين.
- **الاعتمادية dependent:** الجانب الأيمن من مخطط الاعتمادية الوظيفية.
- **المحدّد determinant:** الجانب الأيسر من مخطط الاعتمادية الوظيفية.
- **الاعتمادية الوظيفية functional dependency أو FD:** علاقة بين سمتين، عادةً ما تكون بين المفتاح الرئيسي PK والسمات الأخرى التي ليست مفاتيح داخل جدول.
- **جدول غير موحد non-normalized table:** الجدول الذي يحتوي على تكرار بيانات فيه.
- **الاتحاد Union:** قاعدة تشير إلى أنه إذا كان جدولان منفصلان، ولهما المفتاح الرئيسي PK نفسه، ففكّر في وضعهما معًا.

10. فهم عملية التوحيد

Normalization

يجب أن يكون التوحيد جزءًا من عملية تصميم قاعدة البيانات، ولكن من الصعب فصل عملية التوحيد عن عملية نمذجة الكيان العلائقي ER modelling، لذلك يجب استخدام الطريقتين بالتزامن.

يُستخدم مخطط علاقات الكائنات entity relation diagram -أو ERD اختصارًا- لتوفير الرؤية الكبيرة أو الشاملة لمتطلبات بيانات المؤسسة وعملياتها، إذ ينشأ ذلك من خلال عملية تكرارية تتضمن تحديد الكيانات المرتبطة، وسماتها، وعلاقاتها؛ بينما يركّز إجراء التوحيد على خصائص كيانات محدّدة، كما يمثل رؤية مُصَغَّرة للكيانات داخل مخطط ERD.

10.1 ما هو التوحيد Normalization؟

التوحيد هو فرع من فروع النظرية العلائقية الذي يوفر رؤى التصميم، وهو عملية تحديد مقدار التكرار redundancy الموجود في الجدول.

أهداف التوحيد هي:

- القدرة على وصف مستوى التكرار في مخطط علائقي.
- توفير آليات لتغيير المخططات بهدف إزالة التكرار.

تعتمد نظرية التوحيد على نظرية الاعتماديات الوظيفية اعتمادًا كبيرًا، وتحدّد هذه النظرية ستة نماذج موحّدة normal forms -أو NF اختصارًا-، حيث يتضمن كل نموذج موحّد مجموعة من خصائص الاعتمادية التي يجب أن يفي المخطط بها، كما يعطي كل نموذج موحّد ضمانات حول وجود / أو عدم وجود حالات تحديث شاذة update anomalies، وهذا يعني احتواء النماذج الموحدة الأعلى على عدد أقل من التكرار، وبالتالي، مشاكل تحديث أقل.

10.2 النماذج الموحدة Normal Forms

يمكن أن تكون جميع الجداول الموجودة في قواعد البيانات ضمن أحد النماذج الموحدة التي سنناقشها الآن. نريد الحد الأدنى من التكرار بين المفتاح الرئيسي PK، والمفتاح الخارجي FK من الناحية المثالية، كما يجب اشتقاق كل شيء آخر من جداول أخرى.

هناك ستة نماذج موحدة، ولكننا سنلقي نظرة على النماذج الأربعة الأولى فقط، وهي:

- النموذج الموحد الأول First normal form، أو 1NF اختصارًا.
- النموذج الموحد الثاني Second normal form، أو 2NF اختصارًا.
- النموذج الموحد الثالث Third normal form، أو 3NF اختصارًا.
- نموذج بويس-كود الموحد Boyce-Codd normal form، أو BCNF اختصارًا، وهو نادر الاستخدام.

10.3 النموذج الموحد الأول First Normal Form أو 1NF اختصارًا

يُسمح فقط بقيم غير مكررة في النموذج الموحد الأول عند تقاطع كل صف وعمود، وهذا يؤدي إلى عدم وجود مجموعات مكررة repeating group، حيث يجب إزالة المجموعة المكررة، وتشكيل علاقيتين جديدتين لتوحيد علاقة تحتوي على مجموعة مكررة، ويكون المفتاح الرئيسي PK للعلاقة الجديدة هو تركيب من المفتاح الرئيسي PK للعلاقة الأصلية بالإضافة إلى سمة من العلاقة المنشأة حديثًا للحصول على تعريف فريد.

10.3.1 عملية نموذج 1NF

سنستخدم جدول تقرير درجات الطالب Student_Grade_Report أدناه، من قاعدة بيانات المدرسة School على أساس مثال لشرح عملية نموذج 1NF.

****Student_Grade_Report**** (StudentNo, StudentName, Major, CourseNo, CourseName, InstructorNo, InstructorName, InstructorLocation, Grade)

- تكون المجموعة المكررة في جدول تقرير درجات الطالب Student Grade Report هي معلومات المقرر الدراسي course، إذ يمكن للطالب أخذ مقررات متعددة.
- أزل المجموعة المكررة، إذ إن المجموعة المكررة في هذه الحالة هي معلومات المقرر لكل طالب.
- حدّد المفتاح الرئيسي PK لجدولك الجديد.
- يجب أن يحدّد المفتاح الرئيسي PK قيمة السمة StudentNo و CourseNo تحديدًا فريدًا.
- يبقى جدول مقررات الطلاب StudentCourse بعد إزالة جميع السمات المتعلقة بالمقرر والطالب.

- أصبح جدول الطالب Student الآن بصيغة النموذج الموحد الأول مع إزالة المجموعة المكررة.
- الجدولان الجديدان موضحان كما يلي:

Student (StudentNo, StudentName, Major)

StudentCourse (StudentNo, CourseNo, CourseName, InstructorNo, InstructorName, InstructorLocation, Grade)

10.3.2 كيفية تحديث حالات نموذج 1NF الشاذة

بالنظر إلى الجدولين السابقين:

- نحتاج طالبًا لإضافة مقرر جديد.
- قد يكون لدينا تناقضات عندما تحتاج معلومات المقرر إلى تحديث.
- قد نحذف أيضًا معلومات هامة حول مقرر عند حذف طالب.

10.4 النموذج الموحد الثاني Second Normal Form أو 2NF

يجب أن تكون العلاقة أولاً بصيغة نموذج 1NF للانتقال إلى النموذج الموحد الثاني 2NF، حيث تكون العلاقة تلقائيًا بصيغة نموذج 2NF إذا وفقط إذا اشتمل المفتاح الرئيسي PK على سمة واحدة. إذا احتوت العلاقة على مفتاح رئيسي مركب composite PK، فيجب أن تعتمد كل سمة ليست مفتاحًا على المفتاح الرئيسي PK بأكمله اعتمادًا كاملاً، ولا تعتمد على مجموعة فرعية من المفتاح الرئيسي PK، أي لا يجب وجود اعتمادية جزئية partial dependency، أو ما يُسمى بالزيادة augmentation.

10.4.1 عملية نموذج 2NF

يجب أولاً أن يكون الجدول بصيغة نموذج 1NF للانتقال إلى النموذج 2NF.

- جدول الطالب Student موجود بالفعل بصيغة نموذج 2NF لأنه يحتوي على عمود مفتاح رئيسي واحد فقط بالفعل.
- ليست كل السمات -وتحديداً جميع معلومات المقرر course information- معتمدةً بالكامل على المفتاح الرئيسي عند فحص جدول مقررات الطلاب Student Course، إذ تكون السمة الوحيدة المعتمدة بالكامل على المفتاح الرئيسي هي الدرجة grade.
- عرّف الجدول الجديد الذي يحتوي على معلومات المقرر.

- عرّف المفتاح الرئيسي PK للجدول الجديد.
- الجداول الثلاثة الجديدة موضحة أدناه.

Student (StudentNo, StudentName, Major)

CourseGrade (StudentNo, CourseNo, Grade)

CourseInstructor (CourseNo, CourseName, InstructorNo, InstructorName, InstructorLocation)

10.4.2 كيفية تحديث حالات نموذج 2NF الشاذة

بالنظر إلى الجداول الثلاثة السابقة:

- نحتاج إلى مقرر course عند إضافة مدرّس جديد.
- قد يؤدي تحديث معلومات المقرر إلى وجود تناقضات في معلومات المدرّس.
- قد يؤدي حذف المقرر أيضًا إلى حذف معلومات المدرّس.

10.5 النموذج الموحد الثالث Third Normal Form أو 3NF

يجب أن تكون العلاقة بصيغة النموذج الموحد الثاني 2NF للانتقال إلى النموذج الموحد الثالث 3NF، كما يجب إزالة جميع الاعتماديات المتعدية transitive dependencies أيضًا، فقد لا تعتمد السمة التي ليست مفتاحًا اعتمادًا وظيفيًا على سمة أخرى ليست مفتاحًا.

10.5.1 عملية نموذج 3NF

- أزل كافة السمات الاعتمادية dependent attributes في العلاقة، أو في العلاقات المتعدية من كل جدول من الجداول التي لها علاقة متعدية.
- أنشئ جدولًا، أو جداول جديدة مع إزالة الاعتمادية.
- تحقق من الجدول أو الجداول الجديدة، كما تحقق من الجدول أو الجداول المعدلة أيضًا وذلك للتأكد من احتواء كل جدول على محدّد determinant ومن عدم وجود جدول يحتوي على اعتماديات غير مناسبة.
- الجداول الأربعة الجديدة موضحة أدناه.

Student (StudentNo, StudentName, Major)

CourseGrade (StudentNo, CourseNo, Grade)

Course (CourseNo, CourseName, InstructorNo)

Instructor (InstructorNo, InstructorName, InstructorLocation)

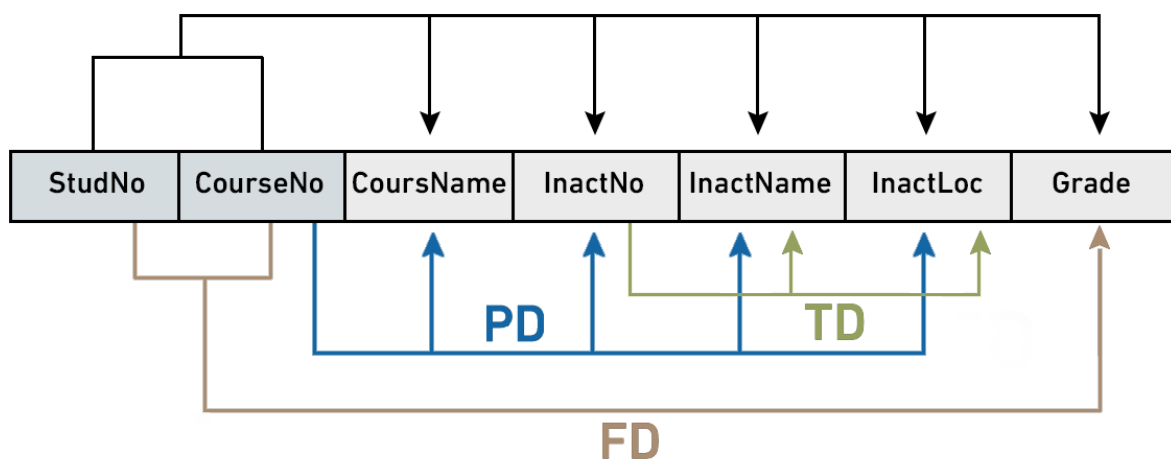
يجب ألا تكون هناك حالات شاذة في النموذج الموحد الثالث في هذه المرحلة.

لنلق نظرة على مخطط الاعتمادية الموضح في الشكل الآتي لهذا المثال، حيث تتمثل الخطوة الأولى في إزالة المجموعات المكررة.

Student (StudentNo, StudentName, Major)

StudentCourse (StudentNo, CourseNo, CourseName, InstructorNo, InstructorName, InstructorLocation, Grade)

تلخص الاعتماديات الموضحة في الشكل التالي عملية توحيد normalization قاعدة بيانات المدرسة School database:



الاختصارات المستخدمة في الشكل السابق هي كما يلي:

- PD: الاعتمادية الجزئية partial dependency.
- TD: الاعتمادية المتعدية transitive dependency.

- FD: الاعتمادية الكاملة full dependency، إذ يشير الاختصار FD إلى الاعتمادية الوظيفية functional dependency عادةً، ولكن استخدمنا الاختصار FD على أساس اختصار للاعتمادية الكاملة full dependency في الشكل السابق فقط.

10.6 نموذج بويس-كود الموحد BCNF

قد تنتج حالات شاذة عندما يحتوي الجدول على أكثر من مفتاح مرشح candidate key على الرغم من أن العلاقة بصيغة نموذج 3NF، حيث يُعدّ نموذج بويس-كود الموحد Boyce-Codd normal form أو BCNF اختصارًا حالة خاصة من النموذج 3NF، وتكون العلاقة ضمن نموذج BCNF إذا وفقط إذا كان كل محدّد determinant مفتاحًا مرشحًا candidate key.

10.6.1 المثال الأول عن نموذج BCNF

ضع في بالك الجدول التالي St_Maj_Adv:

Advisor	Major	Student_id
Smith	Physics	111
Chan	Music	111
Dobbs	Math	320
White	Physics	671
Smith	Physics	803

القواعد الدلالية semantic rules - أي قواعد العمل المطبقة على قاعدة البيانات - لهذا الجدول هي:

1. يجوز لكل طالب Student التخصص في عدة مواد.
 2. يكون لكل طالب معين مدرّسًا واحدًا فقط لكل تخصص Major.
 3. لكل تخصص عدة مدرّسين.
 4. يدرّس كل مدرّس تخصصًا واحدًا فقط.
 5. يدرّس كل مدرّس عدة طلاب في تخصص واحد.
- الاعتماديات الوظيفية لهذا الجدول مذكورة أدناه، فالأولى هي مفتاح مرشح candidate key، والثانية ليست كذلك.

Student_id, Major → Advisor
Advisor → Major

تشمل الحالات الشاذة لهذا الجدول ما يلي:

1. الحذف Delete: مثل حالة حذف الطالب معلومات المدرّس.
2. الإدخال Insert: مثل حالة احتياج المدرّس الجديد إلى وجود طالب.
3. التحديث Update: مثل الحالات المتناقضة.

ليست السمة المُفردة single attribute مفتاحًا مرشّحًا.

يمكن أن يكون المفتاح الرئيسي PK هو Student_id, Major أو Student_id, Advisor، ويمكنك إنشاء جدولين جديدين، لتقليل العلاقة St_Maj_Adv إلى النموذج BCNF كما يلي:

St_Adv (Student_id, Advisor)
Adv_Maj (Advisor, Major)

• جدول St_Adv:

Advisor	Student_id
Smith	111
Chan	111
Dobbs	320
White	671
Smith	803

• جدول Adv_Maj:

Major	Advisor
Physics	Smith
Music	Chan
Math	Dobbs
Physics	White

10.6.2 المثال الثاني عن نموذج BCNF

انظر الجدول التالي Client_Interview:

RoomNo	StaffNo	InterviewTime	InterviewDate	ClientNo
G101	SG5	10.30	13-May-02	CR76
G101	SG5	12.00	13-May-02	CR56
G102	SG37	12.00	13-May-02	CR74

G102	SG5	10.30	1-July-02	CR56
------	-----	-------	-----------	------

FD1 - ClientNo, InterviewDate -> InterviewTime, StaffNo, RoomNo (PK)

FD2 - staffNo, interviewDate, interviewTime -> clientNO
(candidate key: CK)

FD3 - roomNo, interviewDate, interviewTime -> staffNo, clientNo
(CK)

FD4 - staffNo, interviewDate -> roomNo

تكون العلاقة بصيغة نموذج BCNF إذا وفقط إذا كان كل محدد determinant مفتاحًا مرشحًا.

نحن بحاجة إلى إنشاء جدول يتضمن أول ثلاثة اعتماديات كاملة FD - أي جدول Client_Interview2، وإنشاء جدول آخر - أي جدول StaffRoom - للاعتمادية الكاملة FD الرابعة.

• جدول Client_Interview2:

ClientNo	InterviewDate	InterViewTime	StaffNo
CR76	13-May-02	10.30	SG5
CR56	13-May-02	12.00	SG5
CR74	13-May-02	12.00	SG37
CR56	1-July-02	10.30	SG5

• جدول StaffRoom:

RoomNo	StaffNo	StaffNo
G101	13-May-02	SG5
G102	13-May-02	SG37
G102	1-July-02	SG5

10.7 التوحيد وتصميم قواعد البيانات

تأكد أثناء عملية توحيد تصميم قاعدة البيانات من توافق الكيانات المقترحة للنموذج الموحد المطلوب قبل إنشاء بُنى الجدول.

صُمِّمت العديد من قواعد البيانات واقعيًا بصورة غير سليمة، أو أثقل كاهلها بحالات شاذة عند تعديلها بصورة غير سليمة خلال فترة زمنية.

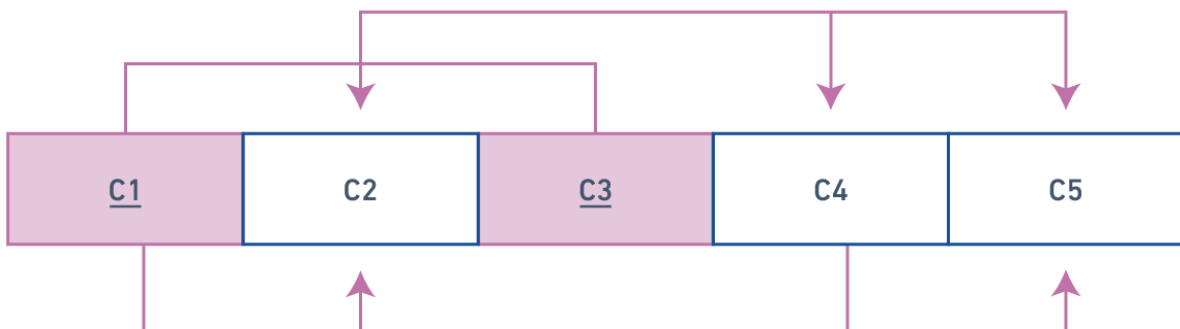
قد يُطلب منك إعادة تصميم قواعد البيانات الحالية، وتعديلها، كما يمكن أن يكون ذلك مهمةً كبيرةً إذا أُجريت عملية التوحيد على الجداول بصورة غير صحيحة.

10.8 المصطلحات الأساسية والاختصارات

- **نموذج بويس-كود الموحّد Boyce-Codd normal form أو BCNF:** وهو حالة خاصة من نموذج 3NF.
- **النموذج الموحّد الأول first normal form أو 1NF:** يُسمح بقيم غير مكررة فقط عند تقاطع كل صف وعمود، لذلك لا توجد مجموعات مكرّرة.
- **التوحيد normalization:** عملية تحديد مقدار التكرار الموجود في الجدول.
- **النموذج الموحّد الثاني second normal form أو 2NF:** يجب أن يكون للعلاقة صيغة نموذج 1NF، كما يجب اشتغال المفتاح الرئيسي PK على سمةٍ واحدة.
- **القواعد الدلالية semantic rules:** قواعد العمل المطبّقة على قاعدة البيانات.
- **النموذج الموحّد الثالث third normal form أو 3NF:** يجب أن يكون للعلاقة صيغة نموذج 2NF، كما يجب إزالة جميع الاعتماديات المتعدّية transitive dependencies، فقد لا تعتمد السمة التي ليست مفتاحًا non-key attribute اعتمادًا وظيفيًا على سمة أخرى ليست مفتاحًا أيضًا.

10.9 تمارين

1. ما هو التوحيد normalization؟
2. متى يكون جدول ما في نموذج 1NF؟
3. متى يكون جدول ما في نموذج 2NF؟
4. متى يكون جدول ما في نموذج 3NF؟
5. عرّف وناقش كل من الاعتماديات المشار إليها في مخطط الاعتمادية الموضّح في الشكل التالي:



6. تستخدم كلية جامعية college جديدة بنية الجدول الموضحة في الجدول التالي، وذلك لتتبع الطلاب والمقررات، وبالتالي، ارسم مخطط الاعتمادية لهذا الجدول.

Attribute Name	Sample Value	Sample Value	Sample Value
StudentID	1	2	3
StudentName	John Smith	Sandy Law	Sue Rogers
CourseID	2	2	3
CourseName	Programming Level 1	Programming Level 1	Business
Grade	75%	61%	81%
CourseDate	Jan 5 th , 2014	Jan 5 th , 2014	Jan 7 th , 2014

7. اعرض الجداول بصيغة النموذج الموحد الثالث التي ستنشئها لإصلاح المشكلات التي واجهتها باستخدام مخطط الاعتمادية الذي رسمته للتو، ثم ارسم مخطط الاعتمادية للجدول الثابت.

8. توفر الوكالة التي تسمى Instant Cover موظفين بدوام جزئي أو مؤقت للفنادق في اسكتلندا، إذ يوضح الشكل الآتي الوقت الذي يقضيه موظفو الوكالة في العمل في فنادق مختلفة، حيث يكون رقم التأمين الوطني NIN - أي national insurance number - فريداً لكل موظف.

استخدم الجدول التالي للإجابة على السؤالين الآتيين:

NIN	ContractNo	Hours	eName	hNo	hLoc
1135	C1024	16	Smith J.	H25	East Killbride
1057	C1024	24	Hocine D.	H25	East Killbride
1068	C1025	28	White T.	H4	Glasgow
1135	C1025	15	Smith J.	H4	Glasgow

1. هذا الجدول عرضة لحالات تحديث شاذة لذا قدّم أمثلة على حالات شاذة للإدخال والحذف والتحديث.

2. طَبّق عملية التوحيد على هذا الجدول ليصبح له صيغة النموذج الموحد الثالث، مع التأكد من ذكر أي افتراضات.

9. املاً الفراغات:

- ينتج عن _____ نموذجاً موحدًا أقل.
- تسمى السمة التي تحدّد قيمتها قيمًا أخرى داخل صف _____.
- السمة التي لا يمكن تقسيمها توصف بأنها _____.

- يشير _____ إلى مستوى التفاصيل الذي تمثله القيم المخزنة في صف الجدول.
- يجب ألا يحتوي الجدول العلائقي على مجموعات _____.

11. عملية تطوير قواعد البيانات

يتمثل أحد الجوانب الأساسية لهندسة البرمجيات في تقسيم عملية التطوير إلى سلسلة من المراحل أو الخطوات، حيث تركز كل مرحلة منها على جانب واحد من جوانب التطوير.

يشار أحياناً إلى مجموعة هذه الخطوات بدورة حياة تطوير البرمجيات software development life cycle - أو SDLC اختصاراً، حيث ينتقل المنتج البرمجي عبر مراحل دورة الحياة هذه - في بعض الأحيان بصورة متكررة أثناء ضبطه أو إعادة تطويره - حتى يتوقف استخدامه في النهاية، كما يمكن التحقق من كل مرحلة في دورة الحياة للتأكد من صحتها قبل الانتقال إلى المرحلة التالية في الحالة المثالية.

11.1 دورة حياة تطوير البرمجيات - نموذج الشلال Waterfall

لنبدأ بإلقاء نظرة عامة على نموذج الشلال waterfall model الذي هو أحد نماذج تمثيل دورة حياة عملية تطوير البرمجيات Software Development Life Cycle كما ستجده في معظم كتب هندسة البرمجيات.

يوضح هذا الشكل الشلالي الموجود في الشكل الآتي نموذج شلال عام يمكن تطبيقه على أية عملية تطوير لنظام حاسوبي، حيث يُظهر هذا النموذج العملية على أساس تسلسل صارم من الخطوات بأن يكون خرج خطوة واحدة دخلاً للخطوة التالية، كما يجب إكمال كل خطوة قبل الانتقال إلى الخطوة التالية.



يمكننا استخدام عملية نموذج الشلال على أساس وسيلة لتحديد المهام المطلوبة مع دخل وخرج كل نشاط activity، إذ المهم هنا هو مجالات الأنشطة التي يمكن تلخيصها على النحو التالي:

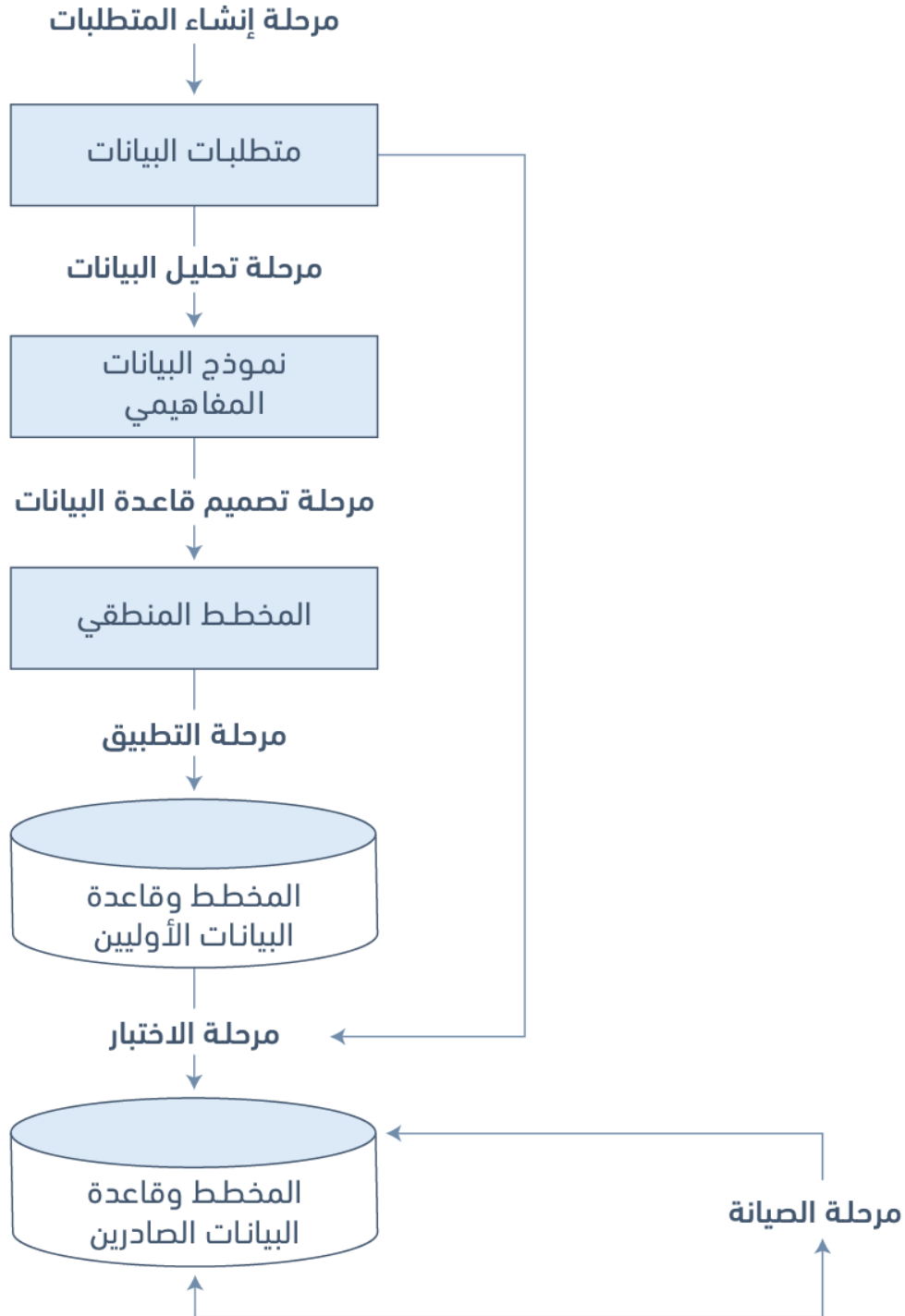
- تتضمن مرحلة **إنشاء المتطلبات Establishing requirements** التشاور والاتفاق مع أصحاب المصلحة حول ما يريدونه ويحتاجون إليه من النظام، والتي يُعبّر عنها بما يسمّى وثيقة المتطلبات وباللغة الإنجليزية statement of requirements.

- تبدأ مرحلة **التحليل Analysis** بالنظر في وثيقة المتطلبات وتنتهي من خلال إنتاج مواصفات النظام system specification، حيث تُعدّ المواصفات تمثيلًا رسميًا لما يجب على النظام فعله، ويُعبّر عنها بعبارات مستقلة عن كيفية تطبيقها.
- تبدأ **مرحلة التصميم Design** بمواصفات النظام وينتج عنها وثائق التصميم، كما تقدّم هذه المرحلة وصفًا تفصيليًا لكيفية بناء النظام.
- **مرحلة التطبيق Implementation** هي بناء نظام حاسوبي وفقًا لوثيقة تصميم معينة مع مراعاة البيئة التي سيعمل فيها النظام، مثل العتاد، والبرمجيات المتاحة للتطوير؛ كما قد تُنقذ مرحلة التطبيق على مراحل باستخدام نظام أولي يمكن التحقق من صحته واختباره قبل إصدار النظام النهائي للاستخدام.
- توازن **مرحلة الاختبار Testing** النظام المُطبّق مع وثائق التصميم ومواصفات المتطلبات، وتنتج هذه المرحلة تقرير قبول، أو قائمة بالأخطاء والزلات البرمجية bugs التي تتطلب مراجعة عمليات التحليل، والتصميم، والتطبيق لتصحيحها، أي تُعدّ مرحلة الاختبار عادةً المهمة التي تؤدي إلى تكرار نموذج الشلال خلال دورة الحياة.
- تتضمن **مرحلة الصيانة Maintenance** التعامل مع تغييرات المتطلبات، أو بيئة التطبيق، أو إصلاح الزلات البرمجية، أو نقل النظام إلى بيئات جديدة مثل ترحيل نظام من حاسوب مستقل إلى محطة عمل يونكس أو بيئة متصلة بالشبكة، كما سيعاد النظر في دورة حياة الشلال بصورة متكررة بسبب احتواء مرحلة الصيانة على تحليل التغييرات المطلوبة، وتصميم حل، وتطبيقه، واختباره على مدى حياة نظام برمجي جرت صيانتته.

11.2 دورة حياة قاعدة البيانات Database Life Cycle

نستطيع استخدام دورة الشلال مثل أساس لنموذج تطوير قاعدة البيانات الذي يتضمن ثلاثة افتراضات هي:

1. يمكننا فصل تطوير قاعدة البيانات عن عمليات المستخدم التي تستخدم قاعدة البيانات، أي تحديد وإنشاء تخطيط schema لتعريف البيانات في قاعدة البيانات.
2. يمكننا استخدام معمارية التخطيطات الثلاثة three-schema architecture مثل أساس لتمييز الأنشطة المرتبطة بالتخطيط.
3. يمكننا تمثيل القيود constraints لفرض دلالات semantics البيانات مرةً واحدةً في قاعدة البيانات عوضًا عن فرضها على كل عملية مستخدم تستخدم البيانات.



يمكننا باستخدام هذه الافتراضات والشكل السابق رؤية أنّ هذا المخطط يمثل نموذجًا للأنشطة وخرجها لتطوير قاعدة البيانات، فهذا المخطط ليس قابلاً للتطبيق على النهج العلائقي فقط وإنما يُطبّق على أية صنف class من نظم إدارة قواعد البيانات DBMS أيضًا.

يُعَدّ تطوير تطبيقات قواعد البيانات عمليةً للحصول على متطلبات العالم الحقيقي real-world، وتحليل المتطلبات، وتصميم البيانات ووظائف النظام، ثم تطبيق العمليات في النظام.

11.3 جمع المتطلبات Requirements Gathering

تُعدّ مرحلة جمع المتطلبات requirements gathering الخطوة الأولى في نموذج الشلال، ويجب على مصممي قاعدة البيانات خلال هذه الخطوة إجراء مقابلات مع العملاء -أي مستخدمي قاعدة البيانات- لفهم النظام المقترح والحصول على البيانات والمتطلبات الوظيفية، وتوثيقها، كما تكون نتيجة هذه الخطوة وثيقة تتضمن المتطلبات التفصيلية التي قدمها المستخدمون.

تتضمن مرحلة إنشاء المتطلبات Establishing requirements التشاور والاتفاق بين جميع المستخدمين بشأن البيانات الثابتة persistent data التي يرغبون في تخزينها مع الاتفاق على معنى عناصر البيانات وتفسيرها، كما يلعب مسؤول البيانات دورًا رئيسيًا في هذه العملية لأنه يستعرض القضايا التجارية، والقانونية، والأخلاقية داخل المؤسسة التي تؤثر على متطلبات البيانات.

تُستخدم وثيقة متطلبات البيانات data requirements document لتأكيد فهم المتطلبات مع المستخدمين، فلا ينبغي أن تكون رسميةً أو مشفرةً بمستوى عالٍ لضمان سهولة فهمها.

يجب أن تقدّم هذه الوثيقة ملخصًا موجزًا لمتطلبات جميع المستخدمين -أي ليس مجرد مجموعة من الأفراد فقط-، وذلك لأنّ الهدف هو تطوير قاعدة بيانات مشتركة واحدة.

يجب ألا تصف المتطلبات كيفية معالجة البيانات، بل تصف عناصر البيانات، والسمات attributes التي تمتلكها، والقيود المطبّقة، والعلاقات التي تربط بين عناصر البيانات.

11.4 التحليل Analysis

تبدأ مرحلة تحليل البيانات Data analysis بوثيقة متطلبات البيانات، ثم ينتج عنها نموذج بيانات مفاهيمي conceptual data model. الهدف من التحليل هو الحصول على وصف تفصيلي للبيانات التي ستناسب متطلبات المستخدم، بحيث يجري التعامل مع خصائص البيانات ذات المستوى العالي والمنخفض واستخدامها. تتضمن هذه الخصائص المجال المحتمل من القيم التي يمكن السماح بها للسمات، مثل: رمز مقررات الطالب student course code، وعنوان المقرر course title، ونقاط الائتمان credit points في قاعدة بيانات المدرسة على سبيل المثال.

يوفر نموذج البيانات المفاهيمي تمثيلًا رسميًا مشتركًا لما يجري توصيله بين العملاء والمطورين أثناء تطوير قاعدة البيانات، فهذا النموذج يركز على البيانات في قاعدة البيانات، بغض النظر عن الاستخدام النهائي لتلك البيانات في عمليات المستخدم، أو تطبيق البيانات في بيئات حاسوبية محدّدة، لذلك يهتم نموذج البيانات المفاهيمي بمعنى البيانات وبنيتها، وليس بالتفاصيل التي تؤثر على كيفية تطبيقها.

إذا يُعدّ نموذج البيانات المفاهيمي تمثيلًا رسميًا للبيانات التي يجب أن تحتويها قاعدة البيانات، والقيود التي يجب على البيانات تليتها، كما يجب التعبير عن ذلك بمصطلحات مستقلة عن كيفية تنفيذ النموذج،

لذلك يركّز التحليل على الأسئلة التي تحتوي عبارات مثل عبارة "ما هو المطلوب؟" وليس على الأسئلة التي تحتوي عبارات مثل عبارة "كيف يتحقق ذلك؟".

11.5 التصميم المنطقي Logical Design

تبدأ مرحلة تصميم قاعدة البيانات بنموذج بيانات مفاهيمي وينتج عنها مواصفات التخطيط المنطقي logical schema الذي سيحدّد نوع نظام قاعدة البيانات المطلوب -أي سيحدد إن كان من نوع شبكي، أو علائقي، أو كائني التوجه-.

لا يزال التمثيل العلائقي relational representation مستقلاً عن أي نظام إدارة قواعد البيانات DBMS، فهو نموذج بيانات مفاهيمي آخر.

يمكننا استخدام التمثيل العلائقي لنموذج البيانات المفاهيمي على أساس دخلٍ لعملية التصميم المنطقي، وخرج هذه المرحلة هو مواصفات علائقية مفصّلة أي تخطيط منطقي لجميع الجداول والقيود اللازمة لتلبية وصف البيانات في نموذج البيانات المفاهيمي.

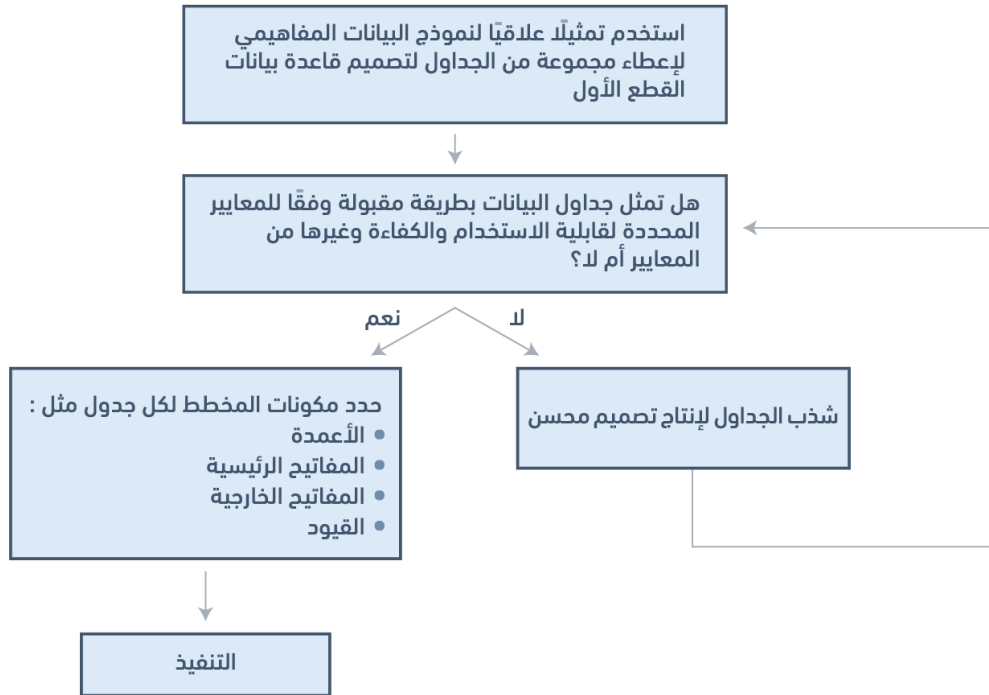
تُختار الجداول الأكثر ملاءمة أثناء نشاط التصميم لتمثيل البيانات في قاعدة بيانات، ولكن يجب أخذ هذه الاختيارات في الحسبان معايير التصميم المختلفة بما في ذلك على سبيل المثال مرونة التغيير، والتحكم في التضاعف أو الاستنساخ duplication، وأفضل طريقة لتمثيل القيود. تحدّد الجداول المحدّدة بالتخطيط المنطقي البيانات المخزّنة وكيفية معالجتها في قاعدة البيانات.

يتجه مصممو قواعد البيانات الملمّون بقواعد البيانات العلائقية ولغة الاستعلامات الهيكلية SQL للذهاب مباشرةً إلى مرحلة التطبيق بعد إنتاج نموذج البيانات المفاهيمي لكن لا يؤدي مثل هذا التحول المباشر للتمثيل العلائقي إلى جداول SQL بالضرورة إلى قاعدة بيانات تحتوي على جميع الخصائص المرغوبة مثل الكمال completeness والسلامة integrity والمرونة flexibility والكفاءة efficiency وقابلية الاستخدام usability، إذ يُعدّ نموذج البيانات المفاهيمي الجيد خطوةً أولى أساسية نحو قاعدة بيانات لها هذه الخصائص، لكن لا يعني هذا أنّ التحول المباشر إلى جداول SQL ينتج قاعدة بيانات جيدة تلقائيًا.

ستمثل هذه الخطوة الأولى بدقة الجداول والقيود اللازمة لتلبية وصف نموذج البيانات المفاهيمي، وبالتالي ستلبي متطلبات الكمال والسلامة، ولكنها قد تكون غير مرنة، أو قد تقدّم قابلية استخدام ضعيفة، يُنمّي flexed التصميم الأول بعد ذلك لتحسين جودة تصميم قاعدة البيانات، ويهدف مصطلح الثني Flexing إلى أخذ الأفكار المتزامنة من شيء مثني لغرض مختلف وتشذيب جوانب من هذا الشيء- أي الوصول إلى الغاية نفسها بطريقة وفكرة أخرى تحقق المقصود-.

يلخص الشكل الآتي الخطوات التكرارية الموجودة في تصميم قاعدة البيانات بناءً على النظرة العامة المقدّمة، كما يكون الغرض الرئيسي من هذا الشكل هو التمييز بين الهدف العام للجداول التي يجب استخدامها عن التعريف المفصّل للأجزاء المكوّنة لكل جدول، حيث تُدرّس هذه الجداول واحدًا تلو الآخر رغم أنها ليست

مستقلةً عن بعضها البعض، كما سيؤدي كل تكرار يتضمّن مراجعةً للجداول إلى تصميم جديد، ويشار إلى هذه التصميم الجديدة معًا باسم تصاميم القطع الثاني second-cut designs حتى لو تكررت العملية لأكثر من حلقة واحدة.



أولاً، ليس من الضروري تلبية جميع متطلبات المستخدم التي يمثلها نموذج بيانات مفاهيمي معين بواسطة قاعدة بيانات واحدة، كما يوجد أسباب مختلفة لتطوير أكثر من قاعدة بيانات، مثل: الحاجة إلى عملية مستقلة في مواقع مختلفة، أو التحكم الإداري ببيانات قواعد البيانات، لكن إذا احتوت مجموعة قواعد البيانات على بيانات مضاعفة وكان المستخدمون بحاجة للوصول إلى البيانات في أكثر من قاعدة بيانات، فهناك أسباب محتملة لتلبي قاعدة بيانات واحدة متطلبات متعددة، وإلا فيجب فحص المشاكل المتعلقة بمضاعفة البيانات وتوزيعها.

ثانياً، أحد الافتراضات حول تطوير قاعدة البيانات هو أنه يمكننا فصل تطوير قاعدة البيانات عن تطوير عمليات المستخدم التي تستفيد منها، ويستند ذلك إلى توقّع تحديد جميع البيانات المطلوبة بواسطة عمليات المستخدم المحددة حالياً، وإمكانية الوصول إليها بمجرد تطبيق قاعدة البيانات، لكننا نطلب أيضاً المرونة للسماح بتلبية تغيرات المتطلبات المستقبلية، كما يمكن التنبؤ بالطلبات الشائعة التي ستُقدّم إلى قاعدة البيانات عند تطوير قاعدة بيانات لبعض التطبيقات، وبالتالي يمكننا تحسين تصميمنا للطلبات الأكثر شيوعاً.

ثالثاً، تعتمد العديد من جوانب تصميم قاعدة البيانات وتطبيقها في المستوى التفصيلي على نظام إدارة قاعدة البيانات DBMS المستخدم، فإذا كان اختيار نظام إدارة قواعد البيانات ثابتاً أو أُجري قبل مهمة التصميم، فيمكن استخدام هذا الاختيار لتحديد معايير التصميم بدلاً من الانتظار حتى مرحلة التطبيق، أي يمكن دمج

قرارات التصميم لنظام إدارة قاعدة البيانات DBMS معين عوضًا عن إنتاج تصميم عام، ثم تكييفه مع نظام إدارة قاعدة البيانات DBMS أثناء التطبيق.

ليس غريبًا العثور على تصميم مفرد لا يمكنه تلبية جميع خصائص قاعدة البيانات الجيدة في الوقت نفسه، لذلك من المهم أن يعطي المصمم الأولوية لهذه الخصائص، ويكون ذلك عادةً باستخدام معلومات من مواصفات المتطلبات، مثل: تحديد ما إذا كانت السلامة أهم من الكفاءة، وما إذا كانت قابلية الاستخدام أهم من المرونة في تطوير معيّن.

ستحدّد تعليمات لغة تعريف البيانات data definition language -أو DDL اختصارًا- الخاصة بلغة SQL التخطيط المنطقي في نهاية مرحلة التصميم، حيث تصف لغة DDL قاعدة البيانات التي يجب تطبيقها لتلبية متطلبات المستخدم.

11.6 التطبيق Implementation

تتضمن مرحلة التنفيذ أو التطبيق Implementation بناء قاعدة بيانات وفقًا لمواصفات التخطيط المنطقي، والذي سيتضمّن مواصفات تخطيط التخزين storage schema المناسب، وفرض الأمان، والتخطيط الخارجي، وما إلى ذلك، كما يتأثر التطبيق بشدة باختيار نظم إدارة قواعد البيانات المتاحة، وأدوات قواعد البيانات، وبيئة التشغيل.

هناك مهام إضافية تتجاوز مجرد إنشاء تخطيط قاعدة بيانات database schema وتطبيق القيود، إذ يجب إدخال البيانات في الجداول، ومعالجة القضايا المتعلقة بالمستخدمين وعمليات المستخدم، كما يجب دعم الأنشطة الإدارية المرتبطة بالجوانب الأوسع لإدارة بيانات الشركة.

نريد معالجة أكبر عدد ممكن من هذه القضايا الموضّحة أدناه داخل نظام إدارة قواعد البيانات تماشيًا مع نهج نظم إدارة قواعد البيانات.

يتطلب تطبيق التخطيط المنطقي عمليًا في نظام إدارة قواعد البيانات DBMS معرفةً مفصلةً للغاية بالميزات والفوائد المحددة التي يجب تقديمها من قِبَل نظام إدارة قواعد البيانات.

ستشمل المرحلة الأولى من التطبيق انسجام متطلبات التصميم مع أفضل أدوات التطبيق المتاحة ثم استخدام تلك الأدوات للتطبيق، وذلك مألوفًا وتماشيًا مع الممارسة الجيدة لهندسة البرمجيات، كما قد يتضمن ذلك في قواعد البيانات على اختيار منتجات البائعين ذات متغيرات من نظام إدارة قواعد البيانات DBMS ولغة SQL الأكثر ملاءمة لقاعدة البيانات التي نحتاج إلى تطبيقها، لكننا لا نعيش في عالم مثالي، كما ستُتخذ في كثير من الأحيان قرارات اختيار العتاد والقرارات المتعلقة بنظام إدارة قواعد البيانات DBMS قبل النظر في تصميم قاعدة البيانات بوقت طويل، وبالتالي، يمكن أن يتضمن التطبيق ثنيًا إضافيًا للتصميم للتغلب على محدوديات البرمجيات أو العتاد.

11.7 تحقيق التصميم Realizing the Design

نحتاج إلى إنشاء قاعدة بياناتنا بعد إنشاء التصميم المنطقي وفقًا للتعريفات التي أنتجناها، كما يُحتمل أن يتضمن التطبيق مع نظام إدارة قواعد البيانات DBMS العلائقي استخدام لغة SQL لإنشاء جداول وقيود تلي وصف التخطيط المنطقي واختيار تخطيط التخزين المناسب -إذا كان نظام إدارة قواعد البيانات DBMS يسمح بهذا المستوى من التحكم.

تتمثل إحدى طرق تحقيق ذلك في كتابة تعليمات لغة SQL DDL المناسبة في ملف يمكن لنظام إدارة قواعد البيانات DBMS تنفيذه، بحيث يكون هناك سجل مستقل أو ملف نصي من تعليمات لغة SQL التي تعرّف قاعدة البيانات؛ أما الطريقة الأخرى فهي العمل تفاعليًا باستخدام أداة قاعدة بيانات مثل الأدوات Microsoft Access أو SQL Server Management Studio.

مهما كانت الآلية المستخدمة لتطبيق التخطيط المنطقي، فالنتيجة هي أن قاعدة البيانات -مع الجداول والقيود- معرّفة ولكنها لن تحتوي على بيانات لعمليات المستخدم.

11.8 ملء قاعدة البيانات Populating the Database

يوجد طريقتان لملء الجداول بعد إنشاء قاعدة البيانات؛ إما من بيانات موجودة أو من خلال استخدام تطبيقات المستخدم المطوّرة لقاعدة البيانات.

قد تكون هناك بيانات موجودة من قاعدة بيانات أو ملفات بيانات أخرى وذلك بالنسبة لبعض الجداول فمثلًا نتوقع عند إنشاء قاعدة بيانات لمستشفى وجود بعض السجلات بالفعل لجميع الموظفين المراد تضمينهم في قاعدة البيانات، كما يمكن أيضًا إحضار البيانات من وكالة خارجية مثل قوائم العناوين التي تُجلب بصورة متكررة من شركات خارجية أو يمكن إنتاجها أثناء مهمة إدخال بيانات كبيرة -أي يمكن إجراء تحويل السجلات اليدوية المطبوعة إلى ملفات حاسوبية بواسطة وكالة إدخال بيانات- ويُعدّ استخدام وسائل الاستيراد والتصدير الموجودة في نظام إدارة قواعد البيانات DBMS أبسط طريقة لملء قاعدة البيانات في مثل هذه الحالات.

تتوفر عادةً وسائل لاستيراد وتصدير البيانات بتنسيقات قياسية مختلفة، وتُعرّف هذه الوظائف أيضًا في بعض الأنظمة باسم تحميل loading البيانات وتفريغها unloading، كما يتيح الاستيراد إمكانية نسخ ملف البيانات مباشرةً إلى جدول.

إذا جرى الاحتفاظ بالبيانات بتنسيق ملف غير مناسب لاستخدام عملية الاستيراد، فيجب إعداد برنامج تطبيقي يقرأ البيانات القديمة، ويحوّلها حسب الضرورة، ثم يدخلها في قاعدة البيانات باستخدام شيفرة لغة SQL الذي أُنتجت خصيصًا من أجل هذا الهدف.

يُسمّى نقل كميات كبيرة من البيانات الموجودة إلى قاعدة بيانات بالتحميل المجمع bulk load، وقد يتضمن التحميل المجمع للبيانات كميات كبيرة جدًا من البيانات المُحمّلة أي تحميل جدول في نفس الوقت، لذلك قد تجد وسائل في نظام إدارة قواعد البيانات DBMS لتأجيل فحص قيد حتى نهاية التحميل المجمع.

11.9 إرشادات لتطوير مخطط ER

لاحظ أن هذه الإرشادات العامة ستساعد في تطوير أساس قوي لتصميم قاعدة البيانات الفعلية أي النموذج المنطقي:

1. وثّق جميع الكيانات المكتشفة خلال مرحلة جمع المعلومات.
2. وثّق جميع السمات التي تنتمي إلى كل كيان، وحدّد المفاتيح المرشحة candidate keys، والمفاتيح الرئيسية primary keys، كما تأكد من اعتمادية جميع السمات التي ليست مفاتيح non-key attributes لكل كيان بصورة كاملة على المفتاح الرئيسي.
3. طوّر مخطط ER الأولي وراجع مع الأشخاص المناسبين، وتذكّر أن هذه عملية تكرارية.
4. أنشئ كيانات -أي جداول- جديدة للسمات متعددة القيم والمجموعات المكررة، ثم ضمّن هذه الكيانات- أي الجداول- الجديدة في مخطط ER، وراجع ذلك مع الأشخاص المناسبين.
5. تحقّق من نمذجة الكيان العلائقي ER عبر تطبيق عملية التوحيد normalizing على الجداول.

11.10 مصطلحات أساسية

- **التحليل analysis:** تبدأ مرحلة التحليل من خلال النظر في وثيقة المتطلبات وتنتهي من خلال إنتاج مواصفات النظام.
- **التحميل المجمع bulk load:** هو نقل كميات كبيرة من البيانات الموجودة إلى قاعدة بيانات.
- **وثيقة متطلبات البيانات data requirements document:** وتُستخدَم هذه الوثيقة لتأكيد فهم المتطلبات مع المستخدم.
- **التصميم design:** تبدأ مرحلة التصميم بمواصفات النظام، وينتج عنها وثائق التصميم، كما يوفّر وصفًا تفصيليًا لكيفية بناء النظام.
- **تحديد المتطلبات establishing requirements:** تتضمن هذه المرحلة التشاور والاتفاق مع أصحاب المصلحة على ما يريدونه من النظام، كما يعبّر عنها بوثيقة المتطلبات.
- **الثني flexing:** مصطلح يهدف إلى أخذ الأفكار المتزامنة من شيء مثنى لغاية مختلفة وإضعاف جوانب من هذا الشيء عند ثنيه.

- **التطبيق implementation:** بناء نظام حاسوبي وفقاً لوثيقة تصميم معينة.
- **الصيانة maintenance:** تتضمن هذه المرحلة التعامل مع تغيرات المتطلبات، أو بيئة التطبيق، أو إصلاح الأخطاء، أو نقل النظام إلى بيئات جديدة.
- **جمع المتطلبات requirements gathering:** عملية يقابل خلالها مصمم قاعدة البيانات مستخدم قاعدة البيانات لفهم النظام المقترح، وذلك للحصول على البيانات، والمتطلبات الوظيفية، وتوثيقها.
- **تصاميم القطع الثاني second-cut designs:** مجموعة التكرارات التي يتضمن كل منها مراجعة الجداول التي تؤدي إلى تصميم جديد.
- **دورة حياة تطوير البرمجيات software development life cycle أو SDLC:** سلسلة لخطوات عملية تطوير قواعد البيانات.
- **الاختبار testing:** توازن هذه المرحلة النظام المطبق مع وثائق التصميم ومواصفات المتطلبات، وينتج عنها تقرير قبول.
- **نموذج الشلال waterfall model:** يُظهر هذا النموذج عملية تطوير قاعدة البيانات مثل تسلسل صارم من الخطوات حيث يكون خرج خطوة دخلاً للخطوة التالية.
- **عملية نموذج الشلال waterfall process:** وسيلة لتحديد المهام المطلوبة لتطوير قاعدة البيانات، بالإضافة إلى دخل وخرج كل نشاط.

11.11 تمارين

1. اشرح نموذج الشلال، واذكر خطواته.
2. ماذا يعني الاختصار SDLC؟ وما الذي يمثله؟
3. ما الذي يجب تعديله في نموذج الشلال لاستيعاب تصميم قاعدة البيانات؟
4. اذكر الخطوات التكرارية الموجودة في تصميم قاعدة البيانات.

12. لغة الاستعلامات الهيكلية SQL

لغة الاستعلامات الهيكلية Structured Query Language -أو SQL اختصارًا- هي لغة قاعدة بيانات مصممة لإدارة البيانات الموجودة في نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية.

طوّرت شركة IBM لغة SQL في أوائل السبعينات -عُرفت بالإصدار 1986-، حيث صُمم الإصدار الأولي المسمّى بلغة الاستعلامات الهيكلية الإنجليزية SEQUEL -اختصارًا للعبارة Structured English Query Language- لمعالجة واسترداد البيانات المخزّنة في نظام خاص بشركة IBM وشبه علائقي لإدارة قواعد البيانات quasi-relational database management system، ويُسمّى نظام R.

قدّمت بعد ذلك شركة Relational Software Inc -والتي أصبحت الآن شركة Oracle Corporation- أول تطبيق متاح تجاريًا للغة SQL والمسمّى بـ Oracle V2 لحواسيب VAX في أواخر السبعينات من القرن الماضي. تُستخدم العديد من أنظمة DBMS العلائقية المتاحة حاليًا، مثل:

- Oracle Database

- Microsoft SQL Server

- MySQL

- IBM DB2

- IBM Informix

- Microsoft Access

تُستخدم لغة قاعدة بيانات SQL في نظام DBMS من أجل:

- إنشاء بنى قواعد البيانات والجداول.
- إجراء الأعمال الأساسية لإدارة البيانات، مثل: الإضافة، والحذف، والتعديل.
- إجراء استعلامات معقدة لتحويل البيانات الأولية إلى معلومات مفيدة.

سوف نركز في هذا الفصل على استخدام لغة SQL لإنشاء بنى قواعد البيانات والجداول، باستخدام لغة SQL على أساس لغة تعريف بيانات data definition language -أو DDL- بصورة أساسية.

سنستخدم لغة SQL في فصل لاحق على أساس لغة معالجة بيانات data manipulation language أو DML لإدخال البيانات، وحذفها، واختيارها، وتحديثها في جداول قاعدة البيانات.

12.1 إنشاء قاعدة بيانات Create Database

تتكوّن عبارات لغة SQL DDL الرئيسية من: عملية إنشاء قاعدة البيانات CREATE DATABASE، وعمليات الإنشاء CREATE والحذف DROP والتعديل ALTER على الجداول، إذ تُستخدم عبارة CREATE في لغة SQL لإنشاء بنى قواعد البيانات والجداول.

12.1.1 مثال عن إنشاء قاعدة بيانات

تُنشأ قاعدة بيانات جديدة تسمّى SW باستخدام العبارة CREATE DATABASE SW بلغة SQL. الخطوة التالية بعد إنشاء قاعدة البيانات هي إنشاء جداول قاعدة البيانات.

التنسيق العام للأمر CREATE TABLE هو:

```
CREATE TABLE <tablename>
(
  ColumnName, Datatype, Optional Column Constraint,
  ColumnName, Datatype, Optional Column Constraint,
  Optional table Constraints
);
```

يكون Tablename اسم جدول قاعدة البيانات مثل جدول الموظف Employee، كما يتكون كل حقل من الأمر CREATE TABLE من ثلاثة أجزاء، هي:

1. اسم العمود ColumnName
2. نوع البيانات Data type
3. قيد عمود اختياري Optional Column Constraint

12.1.2 اسم العمود ColumnName

يجب أن يكون اسم العمود ColumnName فريدًا في الجدول، وبعض الأمثلة على أسماء الأعمدة هي FirstName، و LastName.

12.1.3 نوع البيانات Data Type

يجب على نوع البيانات أن يكون نوع بيانات نظام أو نوع بيانات يعرفه المستخدم، كما تملك العديد من أنواع البيانات حجمًا، مثل: CHAR(35)، أو Numeric(8,2).

- النوع Bit: بيانات أعداد صحيحة Integer لها قيمة 1 أو 0.
- النوع Int: بيانات أعداد صحيحة Integer لها القيم من -2^{31} أي -2,147,483,648 حتى $2^{31} - 1$ أي 2,147,483,647.
- النوع Smallint: بيانات أعداد صحيحة Integer لها القيم من -2^{15} أي -32,768 حتى $2^{15} - 1$ أي 32,767.
- النوع Tinyint: بيانات أعداد صحيحة Integer لها القيم من 0 حتى 255.
- النوع Decimal: بيانات ذات دقة ثابتة وقياس رقمي لها القيم من -10^{38} إلى 10^{38} .
- النوع Numeric: مرادف للنوع decimal.
- النوع Timestamp: رقم فريد على مستوى قاعدة البيانات.
- النوع Uniqueidentifier: معرّف فريد عالميًا globally unique identifier أو GUID اختصارًا.
- النوع Money: تتراوح قيم البيانات النقدية من -2^{63} أي -922,337,203,685,477.5808 حتى العدد $2^{63} - 1$ أي 922,337,203,685,477.5807 بدقة تصل إلى واحد من عشرة آلاف من الوحدة النقدية.
- النوع Smallmoney: تتراوح قيم البيانات النقدية من -214,748.3648 إلى 214,748.3647 بدقة تصل إلى واحد من عشرة آلاف من الوحدة النقدية.
- النوع Float: بيانات أرقام ذات دقة عشرية تتراوح قيمها بين $-1.79E + 308$ و $1.79E + 308$.
- النوع Real: بيانات أرقام ذات دقة عشرية قيمها تتراوح من $-3.40E + 38$ حتى $3.40E + 38$.
- النوع Datetime: بيانات التاريخ والوقت تتراوح قيمها من تاريخ 1 يناير كانون الثاني 1753 إلى تاريخ 31 ديسمبر كانون الأول 9999 بدقة تبلغ واحد إلى ثلاثة أجزاء من مئة من الثانية، أو 3.33 ميلي ثانية.

- النوع Smalldatetime: بيانات التاريخ والوقت تتراوح قيمها من تاريخ 1 يناير كانون الثاني 1900 حتى تاريخ 6 يونيو حزيران 2079 بدقة تبلغ دقيقة واحدة.
- النوع Char: بيانات محارف ثابتة الطول وليست يونيكود بطول أقصى 8000 محرف.
- النوع Varchar: بيانات متغيرة الطول وليست يونيكود بحد أقصى 8000 محرف.
- النوع Text: بيانات متغيرة الطول وليست يونيكود بطول أقصى يبلغ $2^{31} - 1$ أي 2,147,483,647 حرفاً.
- النوع Binary: بيانات ثنائية ذات طول ثابت بطول أقصى 8000 بايت.
- النوع Varbinary: بيانات ثنائية متغيرة الطول بطول أقصى يبلغ 8000 بايت.
- النوع Image: بيانات ثنائية متغيرة الطول بطول أقصى $2^{31} - 1$ أي 2,147,483,647 بايت.

12.1.4 قيود العمود الاختيارية Optional Column Constraints

قيود العمود الاختيارية هي NULL، و NOT NULL، و UNIQUE، و PRIMARY KEY، و DEFAULT، وتُستخدم لتهيئة قيمة لسجل جديد.

يشير قيد العمود NULL إلى أن القيمة الفارغة null مسموح بها، مما يعني أنه يمكن إنشاء صف بدون قيمة لهذا العمود، ويشير قيد العمود NOT NULL إلى وجوب توفير قيمة عند إنشاء صف جديد.

سنستخدم تعليمة لغة SQL للتوضيح والتي هي CREATE TABLE EMPLOYEES لإنشاء جدول موظفين يحتوي على 16 سمة attributes أو حقل fields.

```
USE SW
CREATE TABLE EMPLOYEES
(
EmployeeNo          CHAR(10)          NOT NULL          UNIQUE,
DepartmentName      CHAR(30)          NOT NULL          DEFAULT
"Human Resources",
FirstName           CHAR(25)          NOT NULL,
LastName            CHAR(25)          NOT NULL,
Category            CHAR(20)          NOT NULL,
HourlyRate           CURRENCY          NOT NULL,
TimeCard            LOGICAL           NOT NULL,
HourlySalaried       CHAR(1)          NOT NULL,
EmpType              CHAR(1)          NOT NULL,
Terminated           LOGICAL           NOT NULL,
```

```

ExemptCode          CHAR(2)          NOT NULL ,
Supervisor          LOGICAL          NOT NULL ,
SupervisorName      CHAR(50)         NOT NULL ,
BirthDate           DATE             NOT NULL ,
CollegeDegree       CHAR(5)          NOT NULL ,
CONSTRAINT          Employee_PK PRIMARY KEY(EmployeeNo)
);

```

الحقل الأول هو EmployeeNo من النوع CHAR، ويبلغ طول هذا الحقل 10 محارف، ولا يمكن للمستخدم ترك هذا الحقل فارغاً NOT NULL، أما الحقل الثاني هو DepartmentName من النوع CHAR بطول 30. يُستخدم قيد الجدول المعرّف بواسطة الكلمة CONSTRAINT لإنشاء المفتاح الأساسي primary key، وذلك بعد تعريف جميع أعمدة الجدول، أي كما يلي:

```

CONSTRAINT      EmployeePK      PRIMARY KEY(EmployeeNo)

```

يمكننا إنشاء جدول أقسام Department، وجدول مشاريع Project، وجدول مهام Assignment باستخدام الأمر CREATE TABLE بلغة SQL DDL، كما هو موضح في المثال التالي:

```

USE SW
CREATE TABLE DEPARTMENT
(
  DepartmentName Char(35) NOT NULL ,
  BudgetCode     Char(30) NOT NULL ,
  OfficeNumber   Char(15) NOT NULL ,
  Phone          Char(15) NOT NULL ,
  CONSTRAINT DEPARTMENT_PK PRIMARY KEY(DepartmentName)
);

```

أنشئ جدول المشاريع project التالي بسبعة حقول هي: معرّف المشروع ProjectID، واسم المشروع ProjectName، والقسم Department، والحد الأقصى للساعات MaxHours، وتاريخ البدء StartDate، وتاريخ الانتهاء EndDate.

```

USE SW
CREATE TABLE PROJECT
(
  ProjectID      Int NOT NULL IDENTITY (1000,100),
  ProjectName    Char(50) NOT NULL ,

```

```

Department    Char(35) NOT NULL,
MaxHours       Numeric(8,2) NOT NULL DEFAULT 100,
StartDate      DateTime NULL,
EndDate        DateTime NULL,
CONSTRAINT    ASSIGNMENT_PK PRIMARY KEY(ProjectID)
);

```

بينما أنشئ جدول المهام assignment بثلاثة حقول، هي: معرف المشروع ProjectID، ورقم الموظف EmployeeNumber، وساعات العمل HoursWorked.

يُستخدم جدول المهام لتسجيل الموظف باستخدام الحقل EmployeeNumber، ومقدار الوقت باستخدام الحقل HoursWorked الذي عمل فيه الموظف في مشروع معين باستخدام الحقل ProjectID، أي كما يلي:

```

USE SW
CREATE TABLE ASSIGNMENT
(
ProjectID      Int NOT NULL,
EmployeeNumber Int NOT NULL,
HoursWorked    Numeric(6,2) NULL,
);

```

12.2 قيود الجدول Table Constraints

تُعرف قيود الجدول بواسطة الكلمة المفتاحية CONSTRAINT ويمكن استخدامها لتطبيق العديد من القيود الموضحة أدناه.

12.2.1 القيد IDENTITY

يمكننا استخدام قيد العمود الاختياري IDENTITY لتوفير قيمة فريدة تزايدية لهذا العمود، إذ تُستخدم أعمدة الهوية Identity مع قيود المفتاح الرئيسي PRIMARY KEY لتكون بمثابة معرف صف فريد للجدول، كما يمكن إسناد الخاصية IDENTITY إلى عمود له نوع بيانات tinyint، أو smallint، أو int، أو decimal، أو numeric، وهذا القيد:

- يُولد أرقامًا متسلسلة.
- لا يفرض سلامة الكيان entity integrity.
- يمكن أن يحتوي عمود واحد فقط على الخاصية IDENTITY.
- يجب تعريفه على أساس نوع بيانات integer، أو numeric، أو decimal.

- لا يمكن تحديث عمود له الخاصية IDENTITY.
 - لا يمكن أن يحتوي على قيم فارغة NULL.
 - لا يمكنه ربط الافتراضات والقيود الافتراضية بالعمود.
 - بالنسبة للقيود [IDENTITY[(seed, increment):
 - Seed: هي القيمة الأولية لعمود الهوية identity.
 - Increment: هي القيمة المطلوب إضافتها إلى عمود الزيادة increment الأخير.
- سنستخدم مثال قاعدة بيانات آخر لتوضيح عبارات لغة SQL DDL بصورة أكبر من خلال إنشاء الجدول tblHotel في قاعدة بيانات الفندق HOTEL كما يلي:

```
CREATE TABLE tblHotel
(
    HotelNo          Int          IDENTITY (1,1),
    Name             Char(50)     NOT NULL,
    Address          Char(50)     NULL,
    City             Char(25)     NULL,
)
```

12.2.2 القيد UNIQUE

- يمنع القيد UNIQUE من إدخال قيم مكررة في عمود، حيث:
- يُستخدم القيدان PK، و UNIQUE لفرض سلامة الكيان.
 - يمكن تعريف قيود UNIQUE متعددة للجدول.
 - يجري دائمًا التحقق من صحة البيانات الموجودة عند إضافة قيد UNIQUE إلى جدول موجود.
 - يمكن وضع القيد UNIQUE على الأعمدة التي تقبل القيم الفارغة، حيث يمكن أن يكون صف واحد فقط NULL.
 - ينشئ القيد UNIQUE دليلًا فريدًا للعمود المُختار تلقائيًا.
- الصيغة التالية هي الصيغة العامة للقيد UNIQUE:

```
[CONSTRAINT constraint_name]
UNIQUE [CLUSTERED | NONCLUSTERED]
(col_name [, col_name2 [... , col_name16]])
```

```
[ON segment_name]
```

يستخدم المثال التالي القيد UNIQUE كما يلي:

```
CREATE TABLE EMPLOYEES
(
EmployeeNo          CHAR(10)          NOT NULL          UNIQUE,
)
```

12.2.3 القيد FOREIGN KEY المفتاح الخارجي

يعرّف القيد FOREIGN KEY -أو FK اختصارًا- عمودًا، أو مجموعة من الأعمدة التي تتطابق قيمها مع المفتاح الرئيسي PRIMARY KEY -أو PK اختصارًا- لجدول آخر، بحيث:

- تُحدّث القيم في المفتاح الخارجي FK تلقائيًا عند تحديث أو تغيير قيم المفتاح الرئيسي PK في الجدول المرتبط.
- يجب أن تشير قيود المفتاح الخارجي FK إلى القيد المفتاح الرئيسي PK، أو القيد UNIQUE لجدول آخر.
- يكون عدد أعمدة المفتاح الخارجي FK هو نفسه قيد المفتاح الرئيسي PK، أو قيد UNIQUE.
- إذا أُستخدم الخيار WITH NOCHECK، فلن يتحقق قيد المفتاح الخارجي FK من صحة البيانات الموجودة في الجدول.
- لا يوجد دليل index للأعمدة التي تشارك في قيد المفتاح الخارجي FK.

الصيغة التالية هي الصيغة العامة لقيد المفتاح الخارجي FOREIGN KEY:

```
[CONSTRAINT constraint_name]
[FOREIGN KEY (col_name [, col_name2 [..., col_name16]])]
REFERENCES [owner.]ref_table [(ref_col [, ref_col2 [..., ref_col16]])]
```

يكون الحقل HotelNo في المثال التالي في الجدول tblRoom مفتاحًا خارجيًا FK للحقل HotelNo في الجدول tblHotel الموضح سابقًا:

```
USE HOTEL
GO
CREATE TABLE tblRoom
(
HotelNo Int          NOT NULL ,
RoomNo  Int          NOT NULL ,
)
```

```

Type      Char(50)      NULL,
Price     Money          NULL,
PRIMARY KEY (HotelNo, RoomNo),
FOREIGN KEY (HotelNo) REFERENCES tblHotel
)

```

12.2.4 القيد CHECK

يقيّد القيد CHECK القيم التي يمكن إدخالها في جدول، بحيث:

- يمكن أن يحتوي على شروط بحث مشابهة لعبارة WHERE.
- يمكنه الربط بين الأعمدة في نفس الجدول.
- يجب العمل على تقييم قاعدة التحقق من صحة البيانات للقيد CHECK من خلال تعبير بولياني boolean expression.
- يمكن تعريفه لعمود له قاعدة مرتبطة به.

الصيغة التالية هي الصيغة العامة للقيد CHECK:

```

[CONSTRAINT constraint_name]
CHECK [NOT FOR REPLICATION] (expression)

```

يقتصر حقل النوع Type في المثال التالي على الأنواع: Single أو Double أو Suite أو Executive.

```

USE HOTEL
GO
CREATE TABLE  tblRoom
(
HotelNo Int          NOT NULL,
RoomNo  Int          NOT NULL,
Type     Char(50)     NULL,
Price   Money        NULL,
PRIMARY KEY (HotelNo, RoomNo),
FOREIGN KEY (HotelNo) REFERENCES tblHotel
CONSTRAINT Valid_Type
CHECK (Type IN ('Single', 'Double', 'Suite', 'Executive'))
)

```

يجب في المثال التالي أن يكون تاريخ تعيين الموظف قبل 1, January 2004, أو يجب أن يكون الحد الأقصى للراتب 300 ألف دولار:

```
GO
CREATE TABLE SALESREPS
(
  Empl_num Int Not Null
  CHECK (Empl_num BETWEEN 101 and 199),
  Name      Char (15),
  Age       Int   CHECK (Age >= 21),
  Quota      Money CHECK (Quota >= 0.0),
  HireDate   DateTime,
  CONSTRAINT QuotaCap CHECK ((HireDate < "01-01-2004") OR (Quota
  <=300000))
)
```

12.2.5 القيد DEFAULT

يُستخدَم القيد DEFAULT لتوفير قيمة تُضاف تلقائيًا لعمود ما إذا لم يوقَّرها المستخدم، بحيث:

- يمكن احتواء العمود على قيد DEFAULT واحد فقط.
- لا يمكن استخدام القيد DEFAULT في الأعمدة التي لها نوع البيانات timestamp، أو التي لها الخاصية identity.
- ترتبط القيود DEFAULT تلقائيًا بعمود عند إنشائها.

الصيغة العامة للقيد DEFAULT هي:

```
[CONSTRAINT constraint_name]
DEFAULT {constant_expression | niladic-function | NULL}
[FOR col_name]
```

يضبط المثال التالي القيمة الافتراضية default لحقل city field على القيمة "Vancouver":

```
USE HOTEL
ALTER TABLE tblHotel
Add CONSTRAINT df_city DEFAULT 'Vancouver' FOR City
```


12.3 الأنواع التي يُعرّفها المستخدم User Defined Types

تعتمد الأنواع التي يُعرّفها المستخدم دائمًا على نوع البيانات التي يوفرها النظام، فيمكن لهذه الأنواع فرض سلامة البيانات والسماح بالقيم الفارغة nulls. اختر الأنواع التي تكون تحت الكلمة "Programmability" في قاعدة البيانات الخاصة بك، لإنشاء نوع بيانات يُعرّفه المستخدم في خادم SQL Server، ثم انقر بزر الفأرة الأيمن واختر المسار 'User-defined data type' -> 'New'، أو نفذ إجراء النظام sp_addtype المُخزّن أي system stored procedure، ثم اكتب ما يلي:

```
sp_addtype ssn, 'varchar(11)', 'NOT NULL'
```

سيؤدي هذا إلى إضافة نوع بيانات جديد عرّفه المستخدم يسمى SIN بتسعة محارف.

يستخدم الحقل EmployeeSIN نوع البيانات SIN الذي عرّفه المستخدم في المثال التالي:

```
CREATE TABLE SINTable
(
    EmployeeID    INT Primary Key,
    EmployeeSIN   SIN,
    CONSTRAINT CheckSIN
    CHECK (EmployeeSIN LIKE
    ' [0-9][0-9][0-9] - [0-9][0-9] [0-9] - [0-9][0-9][0-9] ')
)
```

12.3.1 ALTER TABLE التعليمة

يمكن استخدام تعليمات ALTER TABLE لإضافة وحذف القيود، بحيث:

- تسمح تعليمة ALTER TABLE بإزالة الأعمدة.
- يُتَحقق من جميع البيانات الموجودة عند إضافة قيد للتأكد من عدم وجود انتهاكات.

نستخدم في المثال تعليمة ALTER TABLE للخاصية IDENTITY في الحقل ColumnName:

```
USE HOTEL
GO
ALTER TABLE tblHotel
ADD CONSTRAINT unqName UNIQUE (Name)
```

استخدم تعليمة ALTER TABLE لإضافة عمود مع الخاصية IDENTITY.

ADD

ColumnName int IDENTITY(seed, increment)

12.3.2 التعليمة DROP TABLE

تزيل التعليمة DROP TABLE جدولاً من قاعدة البيانات، لذلك يجب عليك التأكد من تحديد قاعدة البيانات الصحيحة.

DROP TABLE tblHotel

سيؤدي تنفيذ عبارة DROP TABLE بلغة SQL إلى إزالة الجدول tblHotel من قاعدة البيانات.

12.4 مصطلحات أساسية

- **DDL**: اختصار للغة تعريف البيانات data definition language.
- **DML**: اختصار للغة معالجة البيانات data manipulation language.
- **SEQUEL**: اختصار للغة الاستعلامات الهيكلية الإنجليزية Structured English Query Language التي صُممت لمعالجة واسترداد البيانات المخزنة في نظام شبه علائقي لإدارة قواعد البيانات quasi-relational database management system، وخاص بشركة IBM، ويسمى نظام R.
- **لغة الاستعلامات الهيكلية Structured Query Language أو SQL**: لغة قاعدة بيانات مصممة لإدارة البيانات الموجودة في نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية.

12.5 تمارين

1. باستخدام المعلومات الخاصة بالتمرين الموجود في الفصل قواعد السلامة والقيود المُطبَّقة عند تصميم قواعد البيانات، طبق التخطيط بلغة Transact SQL أعرض تعليمات SQL لكل جدول وطبق القيود.
2. أنشئ الجدول Employee الموضح أدناه في خادم SQL Server، واعرض التعليمات التي استخدمتها.

اسم الحقل (العمود)	النوع
EMP_NUM	CHAR(3)
EMP_LNAME	VARCHAR(15)
EMP_FNAME	VARCHAR(15)
EMP_INITIAL	CHAR(1)
EMP_HIREDATE	DATE
JOB_CODE	CHAR(3)

3. اكتب شيفرة لغة SQL لإدخال صفوف الجدول السابق، بعد إنشاء بنيته.

استخدم الجدول السابق للإجابة على الأسئلة من 4 إلى 10.

EMP_NUM	EMP_LNAME	EMP_FNAME	EMP_INITIAL	EMP_HIREDATE	JOB_CODE
101	News	John	G	08-Nov-00	502
102	Senior	David	H	12-Jul-89	501
103	Arnough	June	E	01-Dec-96	500
104	Ramoras	Anne	K	15-Nov-87	501
105	Johnson	Alice	K	01-Feb-93	502
106	Smithfield	William		22-Jun04	500
107	Alonzo	Maria	D	10-Oct-93	500
108	Washington	Ralph	B	22-Aug-91	501
109	Smith	Larry	W	18-Jul-97	501

4. اكتب شيفرة لغة SQL لتغيير رمز الوظيفة job code إلى 501 للموظف الذي رقمه 107، وافحص

النتائج بعد الانتهاء من المهمة، ثم أعد ضبط رمز الوظيفة إلى قيمته الأصلية.

5. اكتب شيفرة لغة SQL لإعطاء قائمة بجميع السمات الخاصة برمز الوظيفة 502، بافتراض إدخال

البيانات الموضحة في جدول الموظف Employee.

6. اكتب شيفرة لغة SQL لحذف الصف الخاص بالشخص الذي اسمه "William Smithfield"، والذي

وُظف في June 22, 2004، والذي تصنيف رمز وظيفته هو 500.

استخدم المعاملات المنطقية لتضمين جميع المعلومات الواردة في هذه المسألة

7. أضف السمتين EMP_PCT، وPROJ_NUM إلى جدول الموظف، بحيث تكون السمة EMP_PCT هي

نسبة المكافأة المدفوعة لكل موظف.

8. اكتب شيفرة لغة SQL باستخدام أمر واحد لإدخال رقم المشروع PROJ_NUM = 18 لجميع الموظفين

الذين تصنيف الوظيفة JOB_CODE الخاص بهم هو 500.

9. اكتب شيفرة لغة SQL باستخدام أمر واحد لإدخال رقم المشروع PROJ_NUM = 25 لجميع الموظفين

الذين تصنيف الوظيفة JOB_CODE الخاص بهم يساوي 502 أو أعلى.

10. اكتب شيفرة لغة SQL لتغيير رقم المشروع PROJ_NUM إلى 14 للموظفين الذين تعيّنوا قبل January

1, 1994، ورمز الوظيفة الخاصة بهم يساوي 501 على الأقل. (قد تفترض أن الجدول سيعاد إلى حالته

الأصلية التي سبقت هذا السؤال).

13. لغة معالجة البيانات DML الخاصة

بلغة SQL

تُستخدم لغة معالجة البيانات Data Manipulation Language -أو DML اختصارًا- الخاصة بلغة SQL للاستعلام عن البيانات في قاعدة البيانات وتعديلها، وسنشرح في هذا الفصل كيفية استخدام تعليمات أوامر لغة SQL DML والتي هي SELECT و INSERT و UPDATE و DELETE المُعرَّفة كما يلي:

- **SELECT:** للاستعلام عن بيانات في قاعدة البيانات.
 - **INSERT:** لإدخال بيانات في جدول.
 - **UPDATE:** لتحديث بيانات في جدول.
 - **DELETE:** لحذف بيانات من جدول.
- في تعليمة SQL DML:
- يجب بدأ كل شرط في عبارة بسطر جديد.
 - يجب انتظام بداية كل شرط مع بداية الشروط الأخرى.
 - إذا تألف شرط من عدة أجزاء، فيجب توضع هذه الأجزاء على سطور منفصلة، كما يجب إضافة مسافة بادئة لها تحت بداية الشرط لإظهار العلاقة.
 - تُستخدم الأحرف الكبيرة لتمثيل الكلمات المحجوزة.
 - تُستخدم الحروف الصغيرة لتمثيل الكلمات التي يُعرِّفها المستخدم.

13.1 تعليمية SELECT

تسمح التعليمية أو الأمر SELECT للمستخدم باستخراج البيانات من الجداول، بناءً على معايير محدّدة، حيث تُعالج وفقًا للتسلسل التالي:

- SELECT DISTINCT اختيار عنصر أو مجموعة عناصر.
- FROM من جدول أو مجموعة جداول.
- WHERE يليها تعبير شرطي.
- GROUP BY يليها حقل أو مجموعة حقول.
- ORDER BY يليها مجموعة حقول.

يمكن استخدام تعليمية SELECT لإنشاء قائمة بهواتف الموظفين من جدول الموظفين Employees، انظر:

```
SELECT FirstName, LastName, phone
FROM Employees
ORDER BY LastName
```

سيعرض هذا الإجراء اسم عائلة last name الموظف، واسمه الأول first name، ورقم هاتفه phone number من جدول الموظفين Employees كما في الجدول التالي:

Last Name	First Name	Phone Number
Hagans	Jim	604-232-3232
Wong	Bruce	604-244-2322

سنستخدم في المثال التالي جدول الناشرين Publishers table الذي يمثله الجدول الآتي، حيث ستلاحظ أنّ كندا Canada مكتوبة بطريقة خاطئة في حقل بلد الناشر Country Publisher المقابل لحقل اسم الناشر "Example Publishing"، ومدينة الناشر "ABC Publishing".

Publisher Name	Publisher City	Publisher Province	Publisher Country
Acme Publishing	Vancouver	BC	Canada
Example Publishing	Edmonton	AB	Cnada
ABC Publishing	Toronto	ON	Canda

استخدم تعليمية UPDATE لتصحيح الأخطاء وتوحيد حقل البلد ليصبح Canada، كما سنتكلم لاحقًا عن تعليمية UPDATE في هذا الفصل.

إذا أضفت اسم الناشر Publisher Name، ومدينة الناشر Publisher City، فستستخدم تعليمة SELECT، ويتبعها اسم الحقول التي يُفصل بينها بفاصلة أجنبية comma، أي كما يلي:

```
SELECT PubName, city
FROM Publishers
```

سيؤدي هذا الإجراء إلى عرض اسم الناشر ومدينته من جدول الناشرين.

إذا أردت عرض حقل اسم الناشر باسم حقل المدينة -أي تبديل اسم الحقل PubName ليصبح city-، فاستخدم تعليمة SELECT مع عدم وضع فاصلة أجنبية بين Pub_Name و city، أي كما يلي:

```
SELECT PubName city
FROM Publishers
```

سيعرض تنفيذ هذا الإجراء فقط الحقل PUB_NAME من جدول الناشرين، بحيث يكون له العنوان "city". سيفترض SQL Server أنك تريد وضع اسم عمود جديد للحقل PUB_NAME إذا لم تضمن الفاصلة الأجنبية.

13.1.1 تعليمة SELECT مع معيار WHERE

قد ترغب أحياناً في التركيز على جزء من جدول الناشرين، مثل الناشرين الموجودين في مدينة فانكوفر Vancouver فقط، إذ ستستخدم في هذه الحالة عبارة SELECT مع معيار WHERE، أي كما يلي:

```
WHERE city = 'Vancouver'
```

يوضح المثالان الأوليان التاليان كيفية تحديد اختيار سجل مع المعيار WHERE باستخدام BETWEEN، إذ يعطي كل من هذين المثالين نتائج تخزين العناصر نفسها التي عددها بين 20 و 50 عنصر في المخزن. يستخدم المثال رقم 1 الكمية التي قيمتها بين 20 و 50 عنصر مع تضمين العنصرين 20 و 50 بالصورة التالية: qty BETWEEN 20 and 50.

```
SELECT StorID, qty, TitleID
FROM Sales
WHERE qty BETWEEN 20 and 50 -- ضمّن العنصرين رقم 20 و 50
```

يستخدم المثال رقم 2 الشرط qty >= 20 and qty <= 50.

```
SELECT StorID, qty, TitleID
FROM Sales
WHERE qty >= 20 and qty <= 50
```

يوضح المثال رقم 3 كيفية تحديد اختيار سجل مع المعيار WHERE باستخدام NOT BETWEEN.

```
SELECT StorID, qty, TitleID
FROM Sales
WHERE qty NOT BETWEEN 20 and 50
```

يظهر المثالان التاليان طريقتين مختلفتين لتحديد اختيار سجل مع المعيار WHERE باستخدام IN مع النتائج نفسها.

يوضح المثال رقم 4 كيفية اختيار السجلات باستخدام حقل المقاطعة province من جدول Publishers أي province= على أساس جزء من تعليمة WHERE.

```
SELECT *
FROM Publishers
WHERE province = 'BC' OR province = 'AB' OR province = 'ON'
```

يوضح المثال رقم 5 كيفية اختيار السجلات باستخدام المقاطعة province مع IN على أساس جزء من تعليمة WHERE:

```
SELECT *
FROM Publishers
WHERE province IN ('BC', 'AB', 'ON')
```

يوضح المثالان الأخيران كيف يمكن استخدام NULL و NOT NULL لتحديد السجلات، ولكن سنستخدم في هذين المثالين جدول الكتب Books table الغير موضح هنا، والذي يحتوي على حقول، وهي: العنوان Title، والكمية Quantity، وسعر الكتاب Price، وكل ناشر لديه جدول كتب يعطي قائمة بجميع كتب الناشر.

يستخدم المثال رقم 6 القيمة NULL:

```
SELECT price, title
FROM Books
WHERE price IS NULL
```

يستخدم المثال رقم 7 القيمة NOT NULL:

```
SELECT price, title
FROM Books
WHERE price IS NOT NULL
```

13.1.2 استخدام محارف البدل wildcards في شرط LIKE

يحدّد الشرط LIKE الصفوف التي تحتوي على الحقول التي تطابق أجزاءً محددة من سلاسل محرفية، كما يُستخدَم الشرط LIKE مع البيانات التي هي من النوع char، varchar، text، و datetime، و smalldatetime. يسمح محرف البدل wildcard للمستخدم بمطابقة الحقول التي تحتوي على محارف معينة، حيث سيعطي محرف البدل 'N%' province = جميع المقاطعات التي تبدأ بالمحرف N.

يوضّح الجدول أربعة طرائق لتحديد محارف البدل في تعليمة SELECT في صيغة التعبير المنتظم:

محرّف البدل wildcard	نتيجة استخدامه
%	يمثل أيّ سلسلة تتألف من صفر أو أكثر من المحارف
_	يمثل أيّ محرف واحد
[]	يمثل أيّ محرف واحد ضمن مجال محدد مثل المجال [a-f]، أو مجموعة محدّدة مثل المجموعة [abcdef]
[^]	يمثل أي محرف واحد ليس ضمن مجال محدد مثل المجال [^a-f]، أو مجموعة محدّدة مثل المجموعة [^abcdef]

تبحث التعليمة 'Mc%' LIKE في المثال رقم 1 عن جميع أسماء العائلة last names التي تبدأ بالمحرفين "Mc" مثل McBadden:

```
SELECT LastName
FROM Employees
WHERE LastName LIKE 'Mc%'
```

تبحث التعليمة '%inger' LIKE في المثال رقم 2 عن جميع أسماء العائلة التي تنتهي بالمحارف "inger"، مثل: Ringer، و Stringer:

```
SELECT LastName
FROM Employees
WHERE LastName LIKE '%inger'
```

تبحث التعليمة '%en%' LIKE عن جميع أسماء العائلة التي تحتوي على المحرفين "en"، مثل: Bennett، و Green، و McBadden:

```
SELECT LastName
FROM Employees
WHERE LastName LIKE '%en%'
```


13.1.3 تعليمة SELECT مع الشرط ORDER BY

يُستخدَم الشرط ORDER BY لترتيب السجلات في القائمة الناتجة، ويمكنك استخدام ASC لترتيب النتائج تصاعديًا، و DESC لترتيب النتائج تنازليًا.

يستخدم المثال التالي ASC:

```
SELECT *
FROM Employees
ORDER BY HireDate ASC
```

يستخدم المثال التالي DESC:

```
SELECT *
FROM Books
ORDER BY type, price DESC
```

13.1.4 تعليمة SELECT مع الشرط GROUP BY

يُستخدَم الشرط GROUP BY لإنشاء خرج هو عبارة عن صف واحد لكل مجموعة، وينتج قيمًا موجزةً للأعمدة المحددة، كما هو موضح أدناه:

```
SELECT type
FROM Books
GROUP BY type
```

يستخدم المثال التالي التعليمة السابقة:

```
SELECT type AS 'Type', MIN(price) AS 'Minimum Price'
FROM Books
WHERE royalty > 10
GROUP BY type
```

إذا تضمنت تعليمة SELECT معيار WHERE ليكون السعر price قيمةً غير فارغة not null كما يلي:

```
SELECT type, price
FROM Books
WHERE price is not null
```

فستكون التعليمة التي تحتوي على شرط BY GROUP كما يلي:

```
SELECT type AS 'Type', MIN(price) AS 'Minimum Price'
FROM Books
WHERE price is not null
GROUP BY type
```

13.1.5 استخدام COUNT مع GROUP BY

يمكننا استخدام COUNT لإحصاء عدد العناصر الموجودة في حاوية container، ولكن إذا أردت حساب عدد عناصر مختلفة في مجموعات منفصلة مثل رخام ذي ألوان مختلفة، فسنستخدم دالة COUNT مع الأمر GROUP BY.

توضح تعليمة SELECT أدناه كيفية حساب عدد مجموعات من البيانات باستخدام دالة COUNT مع الشرط أو الأمر GROUP BY:

```
SELECT COUNT(*)
FROM Books
GROUP BY type
```

13.1.6 استخدام AVG وSUM مع GROUP BY

يمكننا استخدام دالة AVG لتعطينا متوسط أي مجموعة، وتستخدم الدالة SUM لإعطاء المجموع.

يستخدم المثال رقم 1 التالي دالة AVG مع الشرط GROUP BY type:

```
SELECT AVG(qty)
FROM Books
GROUP BY type
```

يستخدم المثال رقم 2 التالي دالة SUM مع الشرط GROUP BY type:

```
SELECT SUM(qty)
FROM Books
GROUP BY type
```

يستخدم المثال رقم 3 كلاً من الدالتين AVG، وSUM مع الشرط GROUP BY type في تعليمة SELECT:

```
SELECT 'Total Sales' = SUM(qty), 'Average Sales' = AVG(qty), stor_id
FROM Sales
GROUP BY StorID ORDER BY 'Total Sales'
```

13.1.7 تقييد الصفوف مع HAVING

يمكن استخدام الشرط HAVING لتقييد الصفوف، فهو يشبه شرط WHERE باستثناء أنه يتضمن دالة تجميع aggregate function؛ إذ لا يستطيع الشرط WHERE فعل ذلك، أي يتصرف الشرط HAVING مثل الشرط WHERE، ولكنه قابل للتطبيق على المجموعات.

نستخدم في هذا المثال الشرط HAVING لاستبعاد المجموعات التي مقاطعتها 'BC'.

```
SELECT au_fname AS 'Author"s First Name', province as 'Province'
FROM Authors
GROUP BY au_fname, province
HAVING province <> 'BC'
```

13.2 تعليمة INSERT

تضيف تعليمة INSERT صفوفًا إلى جدول، وأيضًا ما يلي:

- تحدّد تعليمة INSERT الجدول أو العرض view التي ستُدخل البيانات فيه.
- تعرض Column List قائمةً بالأعمدة التي ستتأثر بتعليمة INSERT.
- يجب توفير كل قيمة إذا حُذف عمود.
- يمكن وضع الأعمدة في قائمة ضمن أي ترتيب إذا ضمنتها.
- تحدّد الكلمة VALUES البيانات التي تريد إدخالها في الجدول، وتكون VALUES إلزامية).
- يجب عدم إدراج الأعمدة ذات الخاصية IDENTITY بصورة صريحة في column_list أو values_clause.

صيغة تعليمة INSERT هي:

```
INSERT [INTO] Table_name | view name [column_list]
DEFAULT VALUES | values_list | select statement
```

تُطبّق القواعد التالية عند إدخال صفوف باستخدام تعليمة INSERT:

- يؤدي إدخال سلسلة فارغة (' ') في عمود من النوع varchar، أو text إلى إدخال مسافة واحدة.
- تُحشَى جميع الأعمدة ذات النوع char على اليمين right-padded لتصل إلى الطول المحدد.
- تُزال جميع المسافات الزائدة من البيانات المدرجة في أعمدة من النوع varchar، باستثناء السلاسل التي تحتوي على مسافات فقط، إذ تُختصر هذه السلاسل إلى مسافة واحدة فقط.

- إذا أُخِلَّت تعليمة INSERT بالقيّد، أو الافتراض، أو القاعدة، أو إذا كان نوع البيانات خاطئاً، فستفشل هذه التعليمة، وسيعرض خادم SQL Server رسالة خطأ.

يمكن حدوث أحد الأشياء الثلاثة التالية للأعمدة التي لا تحتوي على قيم عند تحديد قيم بعض الأعمدة في column_list فقط:

1. تُدخَل قيمة افتراضية إذا كان للعمود قيد DEFAULT، أو إذا كان الافتراض مرتبط بالعمود، أو إذا كان الافتراض مرتبط بنوع البيانات التي يعرفها المستخدم.
2. تُدخَل القيمة الفارغة NULL فقط إذا سمح العمود بالقيم الفارغة، ولا توجد قيمة افتراضية موجودة للعمود.
3. سوف تُعرَض رسالة خطأ ويُرفَض الصف إذا عُرِف العمود بأنه غير فارغ NULL NOT، ولا توجد قيمة افتراضية.

يستخدم المثال التالي تعليمة INSERT لإضافة سجل إلى جدول الكتّاب Authors:

```
INSERT INTO Authors
VALUES('555-093-467', 'Martin', 'April', '281 555-5673', '816 Market
St.', 'Vancouver', 'BC', 'V7G3P4', 0)
```

يوضّح المثال التالي كيفية إدخال صف جزئي partial row في جدول الناشرين Publishers مع قائمة أعمدة.

يملك عمود الدولة country قيمة افتراضية هي Canada، لذلك لا يلزمك تضمينه في قيمك.

```
INSERT INTO Publishers (PubID, PubName, city, province)
VALUES ('9900', 'Acme Publishing', 'Vancouver', 'BC')
```

اتبع المثال التالي لإدخال صفوف في جدول مع عمود IDENTITY، ولا تعطي قيمةً للعمود IDENTITY، ولا قيمةً لاسم العمود ضمن قائمة الأعمدة.

```
INSERT INTO jobs
VALUES ('DBA', 100, 175)
```

13.2.1 إدخال قيم محددة ضمن عمود IDENTITY

لا يمكن إدخال البيانات مباشرة في عمود IDENTITY افتراضياً، ولكن إذا حُذِف صف خطأً، أو إذا كانت هناك ثغرات في قيم عمود IDENTITY، فيمكنك إدخال صف وتحديد قيمة العمود IDENTITY.

IDENTITY_INSERT option

يمكن استخدام `IDENTITY_INSERT` على النحو التالي للسماح بإدخال قيمة هوية `identity` محدّدة:

```
SET IDENTITY_INSERT jobs ON
INSERT INTO jobs (job_id, job_desc, min_lvl, max_lvl)
VALUES (19, 'DBA2', 100, 175)
SET IDENTITY_INSERT jobs OFF
```

13.2.2 إدخال صفوف باستخدام عبارة `SELECT`

يمكننا إنشاء جدول مؤقت صغير من جدول كبير، لذلك يمكننا إدخال صفوف مع تعليمة `SELECT`.

لا يوجد تحقق لصحة التفرد uniqueness عند استخدام هذا الأمر، وبالتالي، قد يكون هناك العديد من الصفوف بالمعرّف `pub_id` نفسه في المثال التالي.

ينشئ هذا المثال جدول ناشرين `Publishers` مؤقت هو `tmpPublishers` أصغر باستخدام تعليمة إنشاء جدول `CREATE TABLE`، ثم تُستخدَم تعليمة `INSERT` مع تعليمة `SELECT` لإضافة سجلات إلى جدول الناشرين المؤقت من جدول الناشرين `Publishers`.

```
CREATE TABLE dbo.tmpPublishers (
  PubID char (4) NOT NULL ,
  PubName varchar (40) NULL ,
  city varchar (20) NULL ,
  province char (2) NULL ,
  country varchar (30) NULL DEFAULT ('Canada')
)
INSERT tmpPublishers
SELECT * FROM Publishers
```

ننسخ في هذا المثال مجموعة فرعية من البيانات:

```
INSERT tmpPublishers (pub_id, pub_name)
SELECT PubID, PubName
FROM Publishers
```

تُنسخ بيانات الناشرين هنا إلى جدول `tmpPublishers` ويُضَبَط عمود الدولة `country` إلى القيمة `Canada`:

```
INSERT tmpPublishers (PubID, PubName, city, province, country)
SELECT PubID, PubName, city, province, 'Canada'
FROM Publishers
```

13.3 تعليمة UPDATE

تغيّر تعليمة UPDATE البيانات في الصفوف الموجودة إما بإضافة بيانات جديدة أو بتعديل البيانات الموجودة سابقًا.

يستخدم المثال التالي تعليمة UPDATE لتوحيد حقل الدولة country ليكون Canada لجميع السجلات في جدول Publishers:

```
UPDATE Publishers
SET country = 'Canada'
```

يزيد المثال التالي مبالغ حقوق المؤلف royalty التي قيمتها بين 10 و20 بنسبة 10%:

```
UPDATE roysched
SET royalty = royalty + (royalty * .10)
WHERE royalty BETWEEN 10 and 20
```

13.3.1 تضمين استعلامات فرعية subqueries ضمن عبارة UPDATE

يُمَتَّح الموظفون في جدول الموظفين Employees الذين وُظفهم الناشر في عام 2010 ترقيةً إلى أعلى مستوى وظيفي حسب نوع عملهم كما يلي:

```
UPDATE Employees
SET job_lvl =
(SELECT max_lvl FROM jobs
WHERE employee.job_id = jobs.job_id)
WHERE DATEPART(year, employee.hire_date) = 2010
```

13.4 تعليمة DELETE

تزيل تعليمة DELETE صفوفًا من مجموعة سجلات، كما تحدّد عبارة DELETE الجدول أو العرض view الذي يحوي الصفوف التي ستُحذف، ويمكن إدراج جدول أو صف واحد فقط في الوقت نفسه.

يُعَدّ الشرط WHERE المعيار الذي يحدّد السجلات المراد حذفها، وتكون صيغة تعليمة DELETE كما يلي:

```
DELETE [FROM] { table_name | view_name }
[WHERE clause]
```

قواعد تعليمة DELETE هي:

1. إذا حُذِف شرط WHERE فستُزال جميع الصفوف الموجودة في الجدول باستثناء الفهارس indexes، والجدول، والقيود.

2. لا يمكن استخدام عبارة DELETE بعرض view يحتوي على شرط FROM يسمّي أكثر من جدول واحد، فتعليمة DELETE يمكن أن تؤثر على جدول أساسي فقط في الوقت نفسه.

فيما يلي ثلاث تعليمات DELETE مختلفة يمكن استخدامها:

- حذف جميع الصفوف من جدول:

```
DELETE
FROM Discounts
```

- حذف صفوف محدّدة:

```
DELETE
FROM Sales
WHERE stor_id = '6380'
```

- حذف صفوف بناءً على قيمة ضمن استعلام فرعي:

```
DELETE FROM Sales
WHERE title_id IN
(SELECT title_id FROM Books WHERE type = 'mod_cook')
```

13.5 الدوال المبنية مسبقاً Built-in Functions

يوجد العديد من الدوال المبنية مسبقاً في SQL Server، مثل:

1. دوال التجميع Aggregate: ترجع قيمًا موجزة summary values.
2. دوال التحويل Conversion: تحوّل نوع بيانات معين إلى نوع آخر.
3. دوال التاريخ Date: تعرض معلومات عن التواريخ والأوقات.
4. الدوال الرياضية Mathematical: تجري عمليات على البيانات العددية.
5. الدوال المتعلقة بالسلاسل String: تجري عمليات على سلاسل المحارف، أو على البيانات الثنائية، أو على التعابير.
6. الدوال المتعلقة بالنظام System: ترجع معلومات من قاعدة البيانات.

7. الدوال المتعلقة بالنصوص Text، والصور image: تجري عمليات على بيانات نصية، أو على بيانات الصور.

سنشرح أدناه الدوال الأربع الأولى شرحًا مفصلاً مع أمثلة عنها.

13.5.1 دوال التجميع Aggregate functions

تجري دوال التجميع حسابات على مجموعة من القيم، وترجع قيمة واحدة أو قيمة موجزة.

يعرض الجدول التالي هذه الدوال:

الدالة FUNCTION	وصفها
AVG	ترجع متوسط average جميع القيم، أو القيم المميزة DISTINCT فقط، ضمن التعبير
COUNT	ترجع عدد القيم غير الفارغة في التعبير، وإذا استخدم التمايز DISTINCT فستجد الدالة COUNT عدد القيم غير الفارغة الفريدة
COUNT(*)	ترجع عدد الصفوف، ولا تأخذ الدالة COUNT(*) معاملات، كما لا يمكن استخدام التمايز DISTINCT معها
MAX	ترجع القيمة العليا في التعبير، ويمكن استخدام الدالة Max مع الأعمدة ذات النوع العددي، والمحرفي، والأعمدة ذات النوع datetime، ولكنها لا تُستخدم مع الأعمدة ذات النوع bit، كما تعطي الدالة MAX مع الأعمدة المحرفية أعلى قيمة في تسلسل مرتّب، وتتجاهل هذه الدالة القيم الفارغة
MIN	ترجع القيمة الدنيا في التعبير. يمكن استخدام الدالة MIN مع أعمدة عددية، ومحرفية، وذات النوع datetime، ولكنها لا تُستخدم مع أعمدة لها النوع bit، كما تعطي الدالة MIN مع الأعمدة المحرفية أعلى قيمة في تسلسل مرتّب، وتتجاهل هذه الدالة القيم الفارغة
SUM	ترجع مجموع كل القيم، أو فقط القيم المميزة DISTINCT في التعبير، ويمكن استخدام الدالة SUM مع الأعمدة العددية فقط

سنعرض فيما يلي أمثلة عن كل من دوال التجميع الموجودة في الجدول السابق.

- المثال الأول: الدالة AVG

```
SELECT AVG (price) AS 'Average Title Price'
FROM Books
```


- المثال الثاني: الدالة COUNT

```
SELECT COUNT(PubID) AS 'Number of Publishers'
FROM Publishers
```

- المثال الثالث: الدالة COUNT

```
SELECT COUNT(province) AS 'Number of Publishers'
FROM Publishers
```

- المثال الرابع: الدالة COUNT (*)

```
SELECT COUNT(*)
FROM Employees
WHERE job_lvl = 35
```

- المثال الخامس: الدالة MAX

```
SELECT MAX (HireDate)
FROM Employees
```

- المثال السادس: الدالة MIN

```
SELECT MIN (price)
FROM Books
```

- المثال السابع: الدالة SUM

```
SELECT SUM(discount) AS 'Total Discounts'
FROM Discounts
```

13.5.2 دالة التحويل Conversion function

تحوّل دالة التحويل نوع بيانات معين إلى نوع بيانات آخر.

يُحوّل السعر price الذي يحتوي ضمنه على تسعيتين 99 إلى خمسة محارف في المثال الآتي، حيث تكون صيغة التعليمة بالصورة التالية:

```
SELECT 'The date is ' + CONVERT(varchar(12), getdate())
```

إليك مثال:

```
SELECT CONVERT(int, 10.6496)
SELECT title_id, price
FROM Books
WHERE CONVERT(char(5), price) LIKE '%99%'
```

تُغيّر دالة التحويل في المثال التالي البيانات إلى نوع بيانات بحجم مختلف:

```
SELECT title_id, CONVERT(char(4), ytd_sales) as 'Sales'
FROM Books
WHERE type LIKE '%cook'
```

13.5.3 دالة التاريخ Date function

تُنتج دالة التاريخ تاريخًا عن طريق إضافة فاصل زمني إلى تاريخ محدد، والنتيجة هي قيمة لها نوع datetime، وتساوي التاريخ مضافًا إليه عدد أجزاء التاريخ date parts.

إذا كان معامل دالة التاريخ قيمةً من النوع smalldatetime، فستكون النتيجة قيمةً من النوع smalldatetime أيضًا.

تُستخدم الدالة DATEADD لإضافة وزيادة قيم التاريخ، وصيغة هذه الدالة هي:

```
DATEADD(datepart, number, date)
```

إليك مثال:

```
SELECT DATEADD(day, 3, hire_date)
FROM Employees
```

يستخدم المثال الآتي الدالة DATEDIFF(datepart, date1, date2)، ويعيد هذا الأمر عدد أجزاء التاريخ أو "الحدود" boundaries المتقاطعة بين تاريخين محددين.

تجعل طريقة حساب الحدود المتقاطعة النتيجة التي أعطتها الدالة DATEDIFF متوافقة مع جميع أنواع البيانات، مثل الدقائق، والثواني، والميلي ثانية.

```
SELECT DATEDIFF(day, HireDate, 'Nov 30 1995')
FROM Employees
```

يمكننا فحص أي جزء من تاريخ معيّن من السنة إلى الميلي ثانية.

يعرض الجدول التالي أجزاء التاريخ DATEPART، واختصاراتها، وقيمها المقبولة التي يعترف بها خادم SQL Server.

جزء التاريخ DATE PART	اختصاره ABBREVIATION	قيمه VALUES
Year	yy	1753-9999
Quarter	qq	1-4
Month	mm	1-12
Day of year	dy	1-366
Day	dd	1-31
Week	wk	1-53
Weekday	dw	1-7 (Sun.-Sat.)
Hour	hh	0-23
Minute	mi	0-59
Second	ss	0-59
Millisecond	ms	0-999

13.5.4 الدوال الرياضية Mathematical functions

تجري الدوال الرياضية عمليات على البيانات العددية، ويعرض المثال التالي السعر الحالي لكل كتاب يبيعه الناشر، كما يعرض ما سيكون عليه الأمر إذا ارتفعت جميع الأسعار بنسبة 10%:

```
SELECT Price, (price * 1.1) AS 'New Price', title
FROM Books
SELECT 'Square Root' = SQRT(81)
SELECT 'Rounded' = ROUND(4567.9876, 2)
SELECT FLOOR (123.45)
```

13.6 ضم الجداول Joining Tables

يُعدّ ضم جدولين أو أكثر مثل عملية موازنة بيانات ضمن أعمدة محدّدة، واستخدام نتائج الموازنة لتشكيل جدول جديد من الصفوف المؤهلة لذلك.

تقوم عبارة الضم join بما يلي:

- تحدّد عمودًا من كل جدول.
- توازن القيم الموجودة في تلك الأعمدة صفاً صفاً.
- تدمج الصفوف ذات القيم المؤهلة ضمن صف جديد.

تكون الموازنة عادةً مساواةً -أي القيم التي تتطابق مع بعضها البعض تمامًا-، ولكن يمكن تحديد أنواع ضم أخرى أيضًا.

سنشرح جميع أنواع الضم المختلفة أدناه، مثل: الضم الداخلي inner، واليساري (الخارجي)، واليميني (الخارجي)، والضم المتقاطع cross join.

13.6.1 الضم الداخلي Inner join

يربط الضم الداخلي جدولين في عمود له نفس نوع البيانات، وينتج الصفوف التي تتطابق فيها قيم العمود فقط، حيث يجري تجاهل الصفوف التي لا مثيل لها.

المثال الأول:

```
SELECT jobs.job_id, job_desc
FROM jobs
INNER JOIN Employees ON emp
loyee.job_id = jobs.job_id
WHERE jobs.job_id < 7
```

المثال الثاني:

```
SELECT authors.au_fname, authors.au_lname, books.royalty, title
FROM authors INNER JOIN titleauthor ON authors.au_id=titleauthor.au_id
INNER JOIN books ON titleauthor.title_id=books.title_id
GROUP BY authors.au_lname, authors.au_fname, title, title.royalty
ORDER BY authors.au_lname
```

13.6.2 الضم اليساري الخارجي Left outer join

ينتج عن الضم الخارجي اليساري كل الصفوف الخارجية اليسرى، إذ تُضمَّن جميع الصفوف من الجدول الأيسر التي لا تحقق الشرط المحدد في مجموعة النتائج، وتُضبط أعمدة الخرج من الجدول الآخر على القيمة الفارغة NULL.

يستخدم المثال التالي الصيغة الجديدة للضم اليساري الخارجي:

```
SELECT publishers.pub_name, books.title
FROM Publishers
LEFT OUTER JOIN Books On publishers.pub_id = books.pub_id
```

بينما يستخدم المثال التالي الصيغة القديمة للضم الخارجي اليساري:

```
SELECT publishers.pub_name, books.title
FROM Publishers, Books
WHERE publishers.pub_id = books.pub_id
```

13.6.3 الضم الخارجي الأيمن Right outer join

يتضمن الضم الخارجي الأيمن في مجموعة النتائج الخاصة به كافة الصفوف من الجدول الأيمن التي لا تحقق الشرط المحدد، وتُضبط أعمدة الخرج المقابلة من الجدول الآخر على القيمة الفارغة NULL.

يستخدم المثال التالي الصيغة الجديدة للضم الخارجي الأيمن:

```
SELECT titleauthor.title_id, authors.au_lname, authors.au_fname
FROM titleauthor
RIGHT OUTER JOIN authors ON titleauthor.au_id = authors.au_id
ORDER BY au_lname
```

بينما يوضح المثال التالي الصيغة القديمة المستخدمة للضم الخارجي الأيمن:

```
SELECT titleauthor.title_id, authors.au_lname, authors.au_fname
FROM titleauthor, authors
WHERE titleauthor.au_id =* authors.au_id
ORDER BY au_lname
```

13.6.4 الضم الخارجي الكامل Full outer join

يحدد الضم الخارجي الكامل أنه في حالة عدم تطابق صف من أي من الجدولين مع معايير التحديد، فسيُضمّن الصف في مجموعة النتائج، وتُضبط أعمدة الخرج الخاصة به التي تتوافق مع الجدول الآخر إلى القيمة الفارغة NULL.

فيما يلي مثال عن ضم خارجي كامل:

```
SELECT books.title, publishers.pub_name, publishers.province
FROM Publishers
FULL OUTER JOIN Books ON books.pub_id = publishers.pub_id
WHERE (publishers.province <> "BC" and publishers.province <> "ON")
ORDER BY books.title_id
```

13.6.5 الضم المتقاطع Cross join

الضم المتقاطع هو ناتج دمج جدولين، وينتج عن هذا الضم صفوف حالة عدم استخدام الشرط WHERE نفسها، أي كما يلي:

```
SELECT au_lname, pub_name,
FROM Authors CROSS JOIN Publishers
```

13.7 مصطلحات أساسية

- **دالة التجميع aggregate function**: تعيد قيمًا موجزة.
- **ASC**: ترتيب تصاعدي.
- **دالة التحويل conversion function**: تحوّل نوع بيانات معيّن إلى نوع بيانات آخر.
- **الضم المتقاطع cross join**: ناتج دمج جدولين.
- **دالة التاريخ date function**: تعرض معلومات عن التواريخ والأوقات.
- **تعليمة DELETE**: تزيل صفوفًا من مجموعة سجلات.
- **DESC**: ترتيب تنازلي.
- **الضم الخارجي الكامل full outer join**: يحدّد الحالة التي لا يتطابق فيها صف من أي جدول مع معايير الاختيار.
- **GROUP BY**: وهي تُستخدم من أجل إنشاء صف خرج واحد لكل مجموعة، وتنتج قيمًا موجزة للأعمدة المختارة.
- **الضم الداخلي inner join**: يربط جدولين من خلال عمود له نوع البيانات نفسه.
- **تعليمة INSERT**: يضيف صفوفًا إلى جدول.
- **الضم الخارجي اليساري left outer join**: يُنتج جميع الصفوف الخارجية اليسرى.
- **الدالة الرياضية mathematical function**: تجري عمليات على البيانات العددية.
- **الضم الخارجي اليميني right outer join**: يتضمن جميع الصفوف من الجدول الأيمن الذي لم يحقق الشرط المحدّد.
- **تعليمة SELECT**: تُستخدم للاستعلام عن البيانات في قاعدة البيانات.

- **الدالة المتعلقة بالسلاسل string function:** تجري عمليات على سلاسل المحارف، أو البيانات الثنائية، أو التعبيرات.
- **الدالة المتعلقة بالنظام system function:** تعيد معلومات من قاعدة البيانات.
- **الدوال المتعلقة بالنصوص والصور text and image functions:** تجري عمليات على البيانات النصية وبيانات الصور.
- **تعليلة UPDATE:** تغيّر البيانات في الصفوف الموجودة إما بإضافة بيانات جديدة، أو بتعديل البيانات الموجودة.
- **محرف البديل wildcard:** يسمح للمستخدم بمطابقة الحقول التي تحتوي على محارف معينة.

13.8 تمارين

استخدم نموذج قاعدة البيانات PUBS الذي أنشأته مايكروسوفت لحل لأسئلة التالية:

1. اعرض قائمة بتواريخ النشر والعناوين (الكتب) التي نُشرت في عام 2011.
2. اعرض قائمة بعناوين الكتب المُصنّفة على أساس كتب طبخ تقليدي، أو كتب طبخ حديث باستخدام جدول الكتب Books.
3. اعرض جميع المؤلفين authors الذين تتألف أسماؤهم الأولى من خمسة أحرف.
4. اعرض من جدول الكتب: النوع type، والسعر price، والمعرّف Pub_id، وعنوان title الكتب التي وضعها كل ناشر، ثم أعِدْ تسمية عمود النوع type ليصبح فئة الكتاب Book Category، ورتّبه حسب النوع type تنازليًا، ثم حسب السعر price تصاعديًا.
5. اعرض الحقل title_id، والحقل pubdate، والحقل pubdate مضافًا إليه ثلاثة أيام، باستخدام جدول الكتب.
6. حدّد باستخدام الدالتين datediff، و getdate مقدار الوقت المنقضي (مقدّرًا بالأشهر) منذ نشر الكتب في جدول الكتب.
7. اعرض قائمةً بمعرّفات العناوين title ID، وكمية quantity جميع الكتب التي بيع منها أكثر من 30 نسخة.
8. اعرض قائمةً بجميع أسماء عائلات المؤلفين الذين يعيشون في أونتاريو Ontario -أو ON اختصارًا-، والمدن التي يعيشون فيها.

9. اعرض جميع الصفوف التي تحتوي ضمنها على القيمة 60 في حقل شروط الدفع payterms، واستخدم جدول المبيعات Sales.
 10. اعرض جميع المؤلفين الذين تتألف أسماؤهم الأولى من خمسة محارف، أو تنتهي بالمحرف O أو بالمحرف A، وتبدأ بالحرف M أو بالحرف P.
 11. اعرض جميع عناوين الكتب التي تكلفتها أكثر من 30 دولارًا، وإما تبدأ بحرف T أو معرّف ناشرها هو 0877.
 12. اعرض من جدول الموظفين Employees أعمدة الاسم الأول fname، واسم العائلة lname، ومعرّف الموظف emp_id، والمستوى الوظيفي job_lvl للموظفين الذين مستواهم الوظيفي أكبر من 200، وأعد تسمية عناوين هذه الأعمدة لتصبح "First Name" و "Last Name" و "IDENTIFICATION" و "Job Level".
 13. اعرض قيمة حقوق المؤلف royalty، وحقوق المؤلف مضافًا إليها 50% مع تسمية هذا الحقل إلى "royalty plus 50"، ومعرّف العنوان title_id، وذلك باستخدام جدول Roysched.
 14. أنشئ السلسلة "12xxx567" من السلسلة "1234567" باستخدام الدالة STUFF.
 15. اعرض أول 40 محرّفًا من كل عنوان كتاب، إلى جانب متوسط المبيعات الشهرية لهذا العنوان حتى الآن أي 12 / ytd_sales، واستخدم جدول العناوين Title.
 16. اعرض عدد الكتب التي حُدّدت أسعارها.
 17. اعرض قائمةً بكتب الطبخ مع متوسط تكلفة جميع الكتب لكل نوع باستخدام الأمر GROUP BY.
- إليك مجموعة أسئلة متقدمة باستخدام الاستعلامات Union و Intersect و Minus:
1. تعمل معاملات المجموعات العلائقية UNION، و INTERSECT، و MINUS بصورة صحيحة فقط إذا كانت العلاقات متوافقة مع الاتحاد union-compatible، فماذا يعني التوافق مع الاتحاد؟ وكيف يمكنك التحقق من هذا الشرط؟
 2. ما هو الفرق بين UNION، و UNION ALL، و اكتب صيغة كل منهما.
 3. لنفترض أن لديك جدولين هما Employees و Employees_1، بحيث يحتوي الجدول Employees على سجلات لثلاثة موظفين، هم: Alice Cordoza، و John Cretchakov، و Anne McDonald، كما يحتوي الجدول Employees_1 على سجلات الموظفين John Cretchakov، و Mary Chen؛ ما هو خرج الاستعلام UNION باستخدام المعلومات السابقة؟ اعرض قائمةً بخرج هذا الاستعلام.

4. استخدم معلومات الموظف في السؤال رقم 3 لمعرفة خرج الاستعلام UNION ALL، واعرض قائمةً بخرج هذا الاستعلام.

5. استخدم معلومات الموظف في السؤال رقم 3 لمعرفة خرج الاستعلام INTERSECT، واعرض قائمةً بخرج هذا الاستعلام.

6. استخدم معلومات الموظف في السؤال رقم 3 لمعرفة خرج الاستعلام EXCEPT، واعرض قائمةً بخرج هذا الاستعلام.

7. ما هو الضم المتقاطع cross join؟ واعطِ مثالاً عن صيغته.

8. اشرح هذه الأنواع الثلاثة للضم:

1. الضم الخارجي اليساري left outer join

2. الضم الخارجي اليميني right outer join

3. الضم الخارجي الكامل full outer join

9. ما هو الاستعلام الفرعي subquery، وما هي خصائصه الأساسية؟

10. ما هو الاستعلام الفرعي المرتبط correlated subquery؟ واعطِ مثالاً على ذلك.

11. افترض أن جدول المنتجات Product يحتوي على سمتين هما PROD_CODE و VEND_CODE، وقيم السمة PROD_CODE هي: ABC، DEF، GHI، و JKL، حيث يجري مطابقة هذه القيم مع قيم السمة VEND_CODE التالية: 125، و 124، و 124، و 123 على التوالي، فمثلاً، تقابل قيمة السمة PROD_CODE التي هي ABC قيمة السمة VEND_CODE التي هي 125، كما يحتوي جدول البائعين Vendor على سمة واحدة هي VEND_CODE التي لها القيم التالية: 123 و 124 و 125 و 126 حيث تُعَدّ السمة VEND_CODE في جدول المنتجات مفتاحاً خارجياً للسمة VEND_CODE في جدول البائعين.

12. ما هو خرج الاستعلامات التالية باستخدام المعلومات الموجودة في السؤال رقم 11؟

1. الاستعلام UNION بناءً على هذين الجدولين.

2. الاستعلام UNION ALL بناءً على هذين الجدولين.

3. الاستعلام INTERSECT بناءً على هذين الجدولين.

4. الاستعلام MINUS بناءً على هذين الجدولين.

إليك أسئلة متقدمة باستخدام الضم Joins:

1. اعرض قائمةً بجميع عناوين الكتب، وأرقام المبيعات في جدولي الكتب Books، والمبيعات Sales، بما في ذلك العناوين التي لا تحتوي على مبيعات باستخدام عملية الضم join.
2. اعرض قائمةً بأسماء عائلات المؤلفين، وجميع عناوين الكتب المنشورة، والمرتبطة بكل مؤلف، بحيث تكون مرتبةً حسب اسم عائلة المؤلف باستخدام الضم، ثم احفظ ذلك على أساس عرض view يدعى Published Authors.
3. استخدم استعلامًا فرعيًا لعرض جميع المؤلفين الذين يحصلون على حقوقهم بنسبة 100% ويعيشون في ألبرتا Alberta، وذلك بإظهار الاسم الأول، واسم العائلة، والرمز البريدي، ثم احفظ ذلك على أساس عرض view بعنوان AuthorsView، وبعدها أعد تسمية اسم عائلة المؤلف، واسمه الأول بالصورة 'Last Name'، و 'First Name' عند إنشاء العرض.
4. اعرض المتاجر stores التي لم تبيع الكتاب الذي عنوانه Is Anger the Enemy?
5. اعرض قائمةً بأسماء المتاجر للمبيعات بعد 2013، حيث يكون تاريخ الطلب Order Date أكبر من 2013، وذلك بعرض اسم المتجر store name، وتاريخ الطلب order date.
6. اعرض قائمةً بعناوين الكتب المباعة في المتجر الذي اسمه News & Brews، وذلك بعرض اسم المتجر، وعناوين الكتب، وتواريخ الطلب.
7. اعرض قائمةً بإجمالي المبيعات حسب العنوان، وذلك بعرض عمودَي الكمية الإجمالية والعنوان.
8. اعرض قائمةً بإجمالي المبيعات حسب النوع، وذلك بعرض عمودَي الكمية الإجمالية والنوع.
9. اعرض قائمةً بإجمالي المبيعات qty*price حسب النوع، وذلك بعرض عمودَي إجمالي قيمة الدولارات والنوع.
10. احسب العدد الكلي لأنواع الكتب لكل ناشر، وأظهر اسم الناشر، والعدد الإجمالي لأنواع الكتب لكل ناشر على حدة.
11. اعرض أسماء الناشرين الذين ليس لديهم أي نوع من الكتب، وذلك بعرض اسم الناشر فقط.

14. الملحق أ: مثال عملي عن تصميم قاعدة بيانات لجامعة

فيما يلي متطلبات البيانات لمنتج من أجل دعم تسجيل وتقديم المساعدة لطلاب جامعة تعليم إلكتروني وهمية. تحتاج جامعة تعليم إلكتروني إلى الاحتفاظ بتفاصيل طلابها وموظفيها، والمقررات التي تقدمها وأداء الطلاب الذين يدرسون فيها. تدار الجامعة في أربع مناطق جغرافية (إنجلترا واسكتلندا وويلز وأيرلندا الشمالية).

يجب تسجيل معلومات كل طالب في البداية عند التسجيل، ويتضمن ذلك رقم تعريف الطالب الصادر في الوقت والاسم وسنة التسجيل والمنطقة الموجود فيها الطالب. ليس الطالب ملزمًا بالتسجيل في أي مقرر عند التسجيل، فيمكنه التسجيل في مقررٍ ما في وقتٍ لاحق.

يجب أن تتضمن المعلومات المسجلة لكل عضو في القسم التعليمي وقسم الإرشاد رقم الموظف والاسم والمنطقة التي يوجد بها. قد يعمل كل موظف كمرشد counselor لطلابٍ أو أكثر، وقد يعمل كمدرس tutor لطلابٍ أو أكثر في مقررٍ أو أكثر. قد لا يُخصَّص لأحد الموظفين أي طالب كمدرس أو كمرشد في أي وقتٍ معين. يملك كل طالب مرشدًا واحدًا يُخصَّص له عند التسجيل، ويقدم الدعم للطلاب طوال حياته الجامعية. يُخصَّص للطلاب مدرّس منفصل لكل مقرر سجّل فيه الطالب. يُسمح للموظف فقط العمل كمرشد أو كمدرّس لطلابٍ مقيم في نفس منطقته.

يجب أن يكون لكل مقرر متوفر للدراسة رمز مقرر وعنوان وقيمة من حيث نقاط الائتمان، حيث يكون للمقرر إما 15 نقطة أو 30 نقطة. قد يكون للمقرر حصة quota لعدد الطلاب المسجلين فيه في أي عرض. لا يحتاج المقرر إلى أي طالب مسجل فيه (مثل المقرر الذي كُتب للتو ثم عُرض للدراسة).

يُقَيّد الطلاب في عدد المقررات التي يمكنهم التسجيل فيها في نفس الوقت، فقد لا يأخذون المقررات في نفس الوقت إذا تجاوز مجموع النقاط المدمجة للمقررات المسجلين فيها 180 نقطة.

قد يكون للمقرر ذي العدد 15 نقطة ما يصل إلى ثلاث وظائف لكل عرض، ويكون للمقرر ذي العدد 30 نقطة ما يصل إلى خمس وظائف لكل عرض. تُسجّل درجة الوظيفة في أي مقرر كعلامةٍ من 100.

قاعدة بيانات الجامعة التالية نموذج بيانات محتمل يصف مجموعة المتطلبات المذكورة أعلاه. يحتوي النموذج على عدة أجزاء، بدءًا من مخطط ERD ووصف لأنواع الكيانات والقيود والافتراضات.

14.1 عملية التصميم

1. الخطوة الأولى هي تحديد النوى والتي هي عادة أسماء: الموظفين Staff والمقرر Course والطالب Student والوظيفة Assignment.

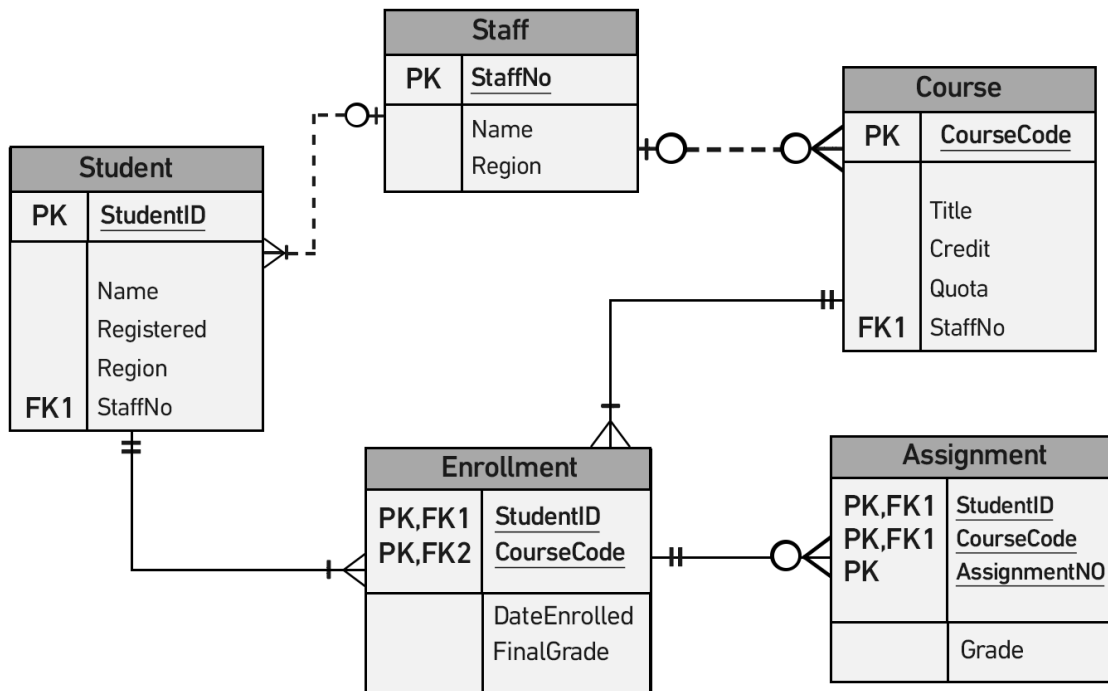
2. الخطوة التالية هي توثيق جميع السمات attributes لكل كيان entity. هذا هو المكان الذي تحتاج فيه إلى التأكد من توحيد normalized جميع الجداول توحيدًا صحيحًا.

3. أنشئ مخطط ERD الأولي وراجع مع المستخدمين.

4. أجرِ تغييرات إن لزم الأمر بعد مراجعة مخطط ERD.

5. تحقق من نموذج ER مع المستخدمين لوضع اللمسات الأخيرة على التصميم.

يوضح الشكل التالي مخطط ERD للجامعة الذي يمثل نموذج بيانات لنظام سجلات الطلاب والموظفين:



14.1.1 الكيان Entity

- Student (StudentID, Name, Registered, Region, StaffNo)
- Staff (StaffNo, Name, Region): يحتوي هذا الجدول على مدرّسين وغيرهم من الموظفين
- Course (CourseCode, Title, Credit, Quota, StaffNo)
- Enrollment (StudentID, CourseCode, DateEnrolled, FinalGrade)
- Assignment (StudentID, CourseCode, AssignmentNo, Grade)

14.1.2 القيود Constraints

- يجوز لأحد الموظفين أن يدرّس أو يرشد الطلاب المتواجدين في نفس منطقتهم فقط.
- قد لا يسجل الطلاب في مقررات لا تزيد قيمتها عن أكثر من 180 نقطة في نفس الوقت.
- للسمة Credit (ضمن المقرر Course) قيمة هي 15 أو 30 نقطة.
- قد يكون للمقرر الذي له 30 نقطة ما يصل إلى خمس وظائف، بينما يكون للمقرر الذي له 15 نقطة ما يصل إلى ثلاث وظائف.
- للسمة Grade (ضمن الوظيفة Assignment) قيمة هي علامة من 100.

14.1.3 الافتراضات Assumptions

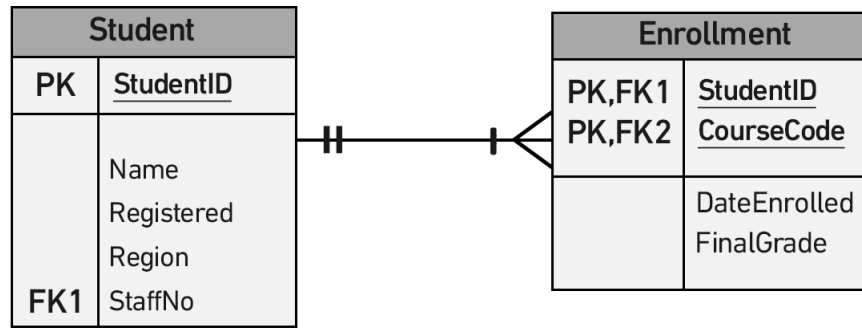
- يستطيع الطالب أن يسجل مرة واحدة للمقرر حيث تُسجّل عمليات التسجيل الحالية فقط.
- تُقدّم الوظيفة مرة واحدة فقط.

14.1.4 العلاقات Relationships (تشمل عددية العلاقة cardinality)

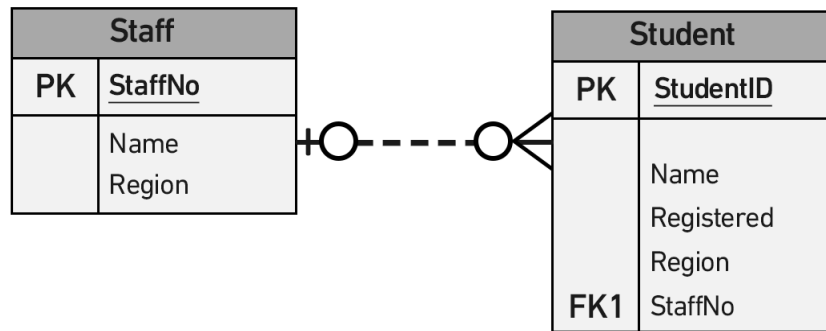
لاحظ في الشكل الآتي أن سجل الطالب مرتبط مع مقررات مُسجّلة بحد أدنى مقرر واحد إلى مقررات متعددة كحد أقصى.

يجب أن يكون لكل تسجيل enrollment طالب صالح.

بما أن معرف الطالب StudentID هو جزء من المفتاح الرئيسي PK، فلا يمكن أن يكون فارغاً null، لذلك يجب وجود معرف طالب StudentID مُدخّل في جدول الطالب مرة واحدة على الأقل كحد أقصى، لأن المفتاح الرئيسي PK يجب ألا يتكرر.



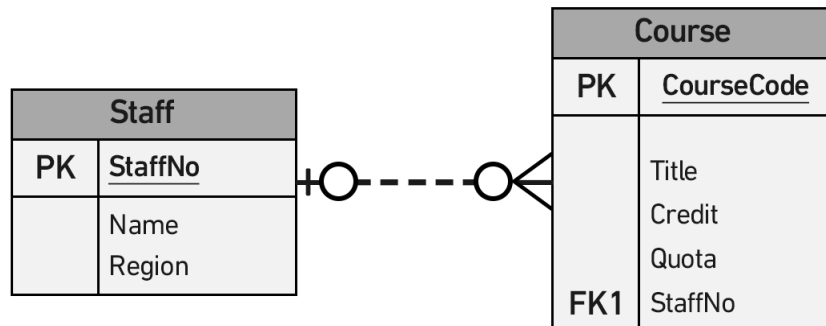
يوضح الشكل الآتي ارتباط سجل الموظفين (المدرّس هنا) بحد أدنى 0 طالب وبطلاب متعددين كحد أقصى. قد يكون لسجل الطالب مدرّس tutor أو قد يكون بدون مدرّس.



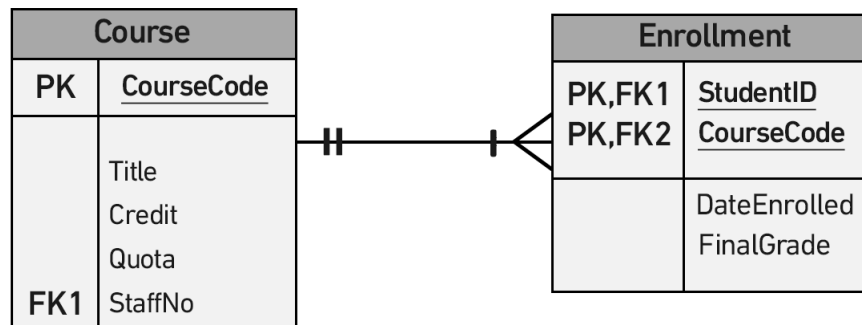
يسمح الحقل StaffNo الموجود في جدول الطلاب Student بالقيم الفارغة التي تُمثّل بالقيمة 0 على الجانب الأيسر من الشكل السابق. لكن في حالة وجود الحقل StaffNo في جدول الطلاب Student، فيجب أن يكون موجودًا في جدول الموظفين Staff بحد أقصى مرة واحدة (المُمثّل بالقيمة 1 في الشكل السابق).

يرتبط سجل الموظفين Staff (المدرّس هنا) بعدد لا يقل عن 0 مقرر كحد أدنى وبمقررات متعددة كحد أقصى. قد يكون المقرر course مرتبطًا بمدرّس instructor أو غير مرتبط بمدرّس.

الحقل StaffNo الموجود في جدول Course هو المفتاح الخارجي FK الذي يمكن أن يكون فارغًا، ويُمثّل ذلك من خلال القيمة 0 على الجانب الأيسر من العلاقة في الشكل الآتي. إذا احتوى الحقل StaffNo على بيانات، فيجب أن يكون في جدول الموظفين Staff بحد أقصى مرة واحدة، ويُمثّل ذلك بالقيمة 1 على الجانب الأيسر من العلاقة.

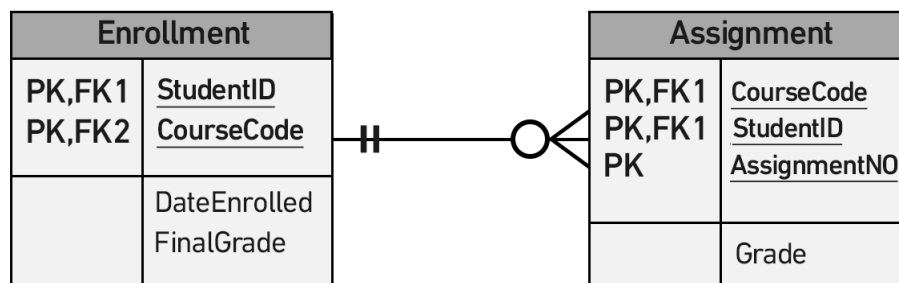


يجب توفير المقرر (في عملية التسجيل enrollment) مرة واحدة على الأقل ومرات متعددة كحد أقصى. يجب أن يحتوي جدول التسجيل Enrollment على مقرر واحد صالح على الأقل إلى مقررات متعددة كحد أقصى.



يمكن أن تحتوي عملية التسجيل على 0 مهمة كحد أدنى أو مهام متعددة كحد أقصى. يجب أن ترتبط الوظيفة assignment بتسجيل واحد على الأقل وتسجيل واحد كحد أقصى.

يجب أن يحتوي كل سجل في جدول الوظائف على سجل تسجيل صالح، ويمكن ربط سجل تسجيل واحد بمهام متعددة.



15. الملحق ب: أمثلة عملية عن إنشاء

مخططات ERD

15.1 التمرين الأول: شركة تصنيع Manufacturer

تنتج شركة تصنيع منتجات، وتخزن معلومات المنتج التالية: اسم المنتج product name ومعرّف المنتج product name والكمية المتوفرة quantity. تتكون هذه المنتجات من مكونات متعددة، ويوفّر مورّد أو أكثر كلّ مكون. تُحفظ معلومات المكوّن التالية: معرّف المكون component ID واسمه name ووصف عنه description المورّدون suppliers الذين يوفرونه والمنتجات products التي تستخدم هذا المكوّن (استخدم الشكل الآتي لحل هذا التمرين).

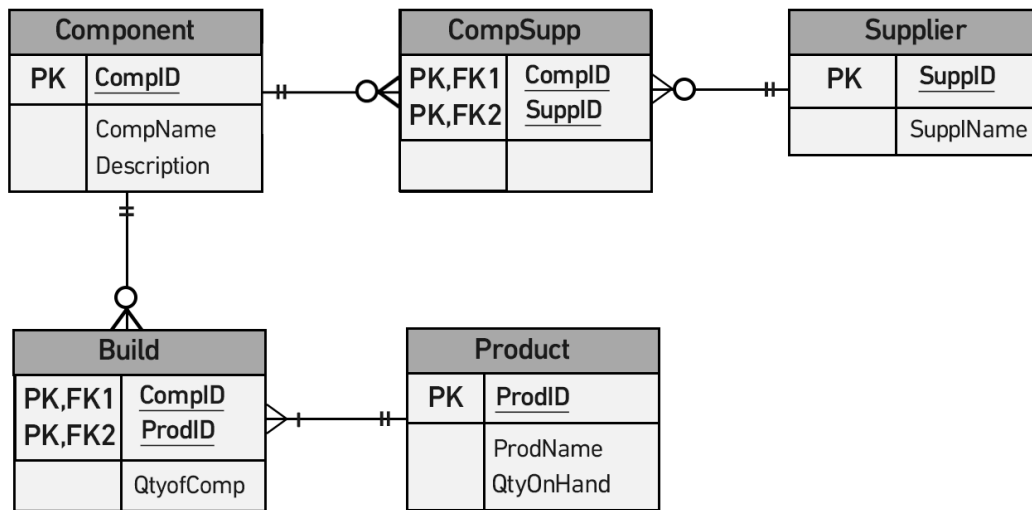
1. أنشئ مخطط ERD لإظهار كيفية تتبع هذه المعلومات.
2. اعرض أسماء الكيانات entity names والمفاتيح الرئيسية primary keys وسمات attributes كل كيان والعلاقات بين الكيانات وعددية العلاقة cardinality.

15.1.1 الافتراضات Assumptions

- يمكن وجود المورّد دون أن يوفّر مكونات.
- ليس واجباً أن يرتبط مكوّن بمورّد.
- ليس واجباً أن يرتبط مكوّن مع منتج، فليست جميع المكونات مستخدمةً في المنتجات.
- لا يمكن أن يوجد منتج بدون مكونات.

15.1.2 جواب مخطط ERD

- Component(CompID, CompName, Description) PK=CompID
- Product(ProdID, ProdName, QtyOnHand) PK=ProdID
- Supplier(SuppID, SuppName) PK = SuppID
- CompSupp(CompID, SuppID) PK = CompID, SuppID
- Build(CompID, ProdID, QtyOfComp) PK= CompID, ProdID



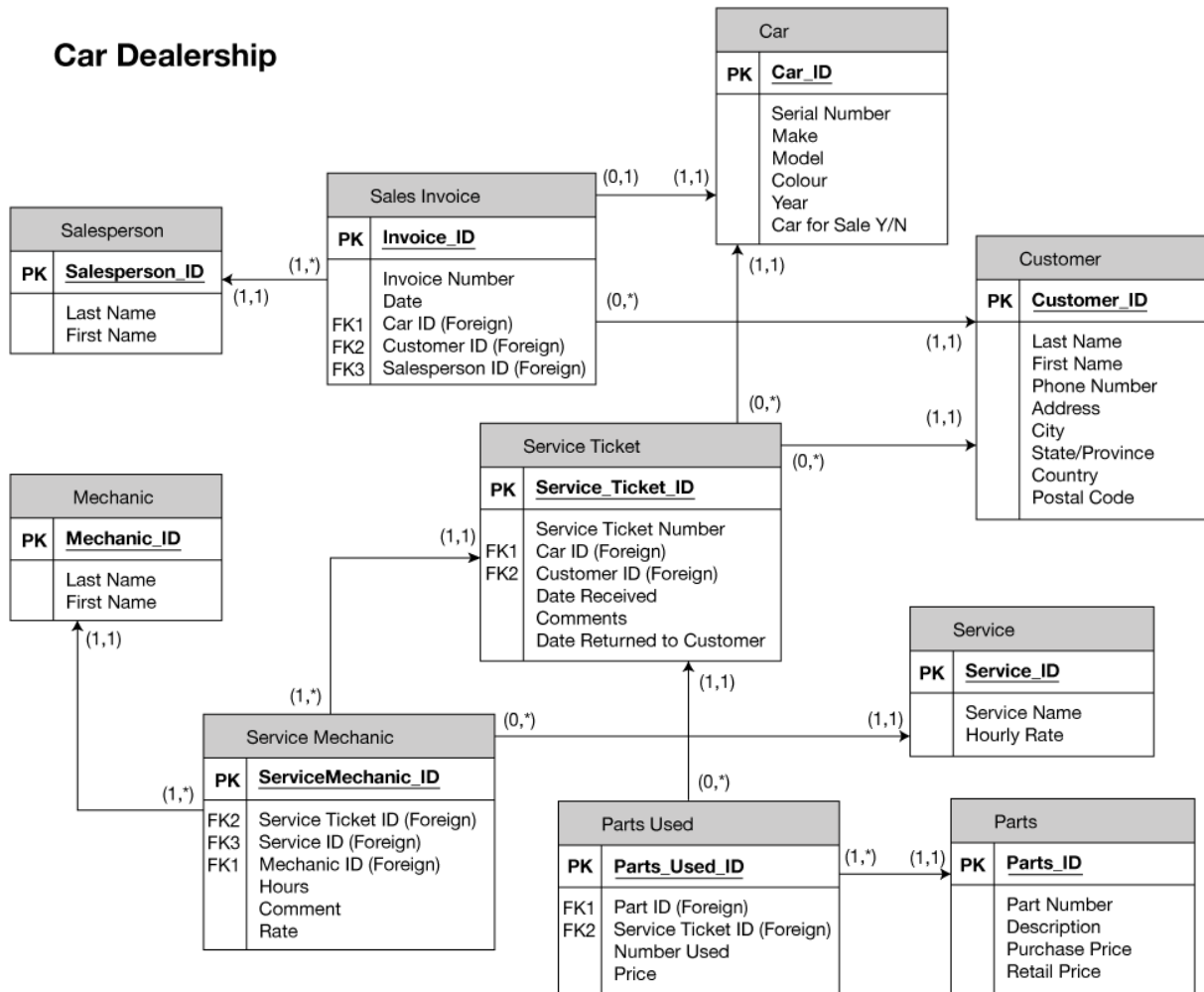
15.2 التمرين الثاني: وكيل سيارات Car Dealership

أنشئ مخطط ERD لوكيل سيارات، حيث يبيع هذا الوكيل كلاً من السيارات الجديدة والمستعملة، ويشغل قسمًا للخدمات. ابن تصميمك على قواعد الأعمال التالية:

- قد يبيع مندوب المبيعات salesperson سيارات متعددة، ولكن تُباع كل سيارة بواسطة مندوب مبيعات واحد فقط.
- يمكن أن يشتري العميل customer سيارات متعددة، ولكن تُشتري كل سيارة بواسطة عميل واحد فقط.
- يكتب مندوب المبيعات فاتورة invoice واحدة لكل سيارة يبيعها.
- يحصل العميل على فاتورة لكل سيارة يشتريها.
- قد يأتي العميل من أجل الحصول على خدماتٍ لسيارته فقط، وهذا يعني أن العميل لا يحتاج إلى شراء سيارة لكي يُصنّف كعميل.

- إذا جلب العميل سيارةً أو أكثر لإصلاحها أو للحصول على خدمة، فسُكِّتَب تذكرة خدمة service ticket لكل سيارة.
- يحتفظ وكيل السيارات بتاريخ خدمة لكل من السيارات المُخدَّمة، ويُشار إلى سجلات الخدمة عن طريق رقم السيارة التسلسلي.
- يمكن أن يعمل على السيارة التي تُجَلَب للحصول على خدمة ميكانيكيون متعددون، وقد يعمل كل ميكانيكي على سيارات متعددة.
- قد تحتاج السيارة التي تحصل على خدمة إلى قطع أو قد لا تحتاج إلى قطع (مثل عملية ضبط المفخّم carburetor أو تنظيف فوهة حاقن الوقود التي لا تتطلب توفير قطع جديدة).

15.2.1 جواب مخطط ERD

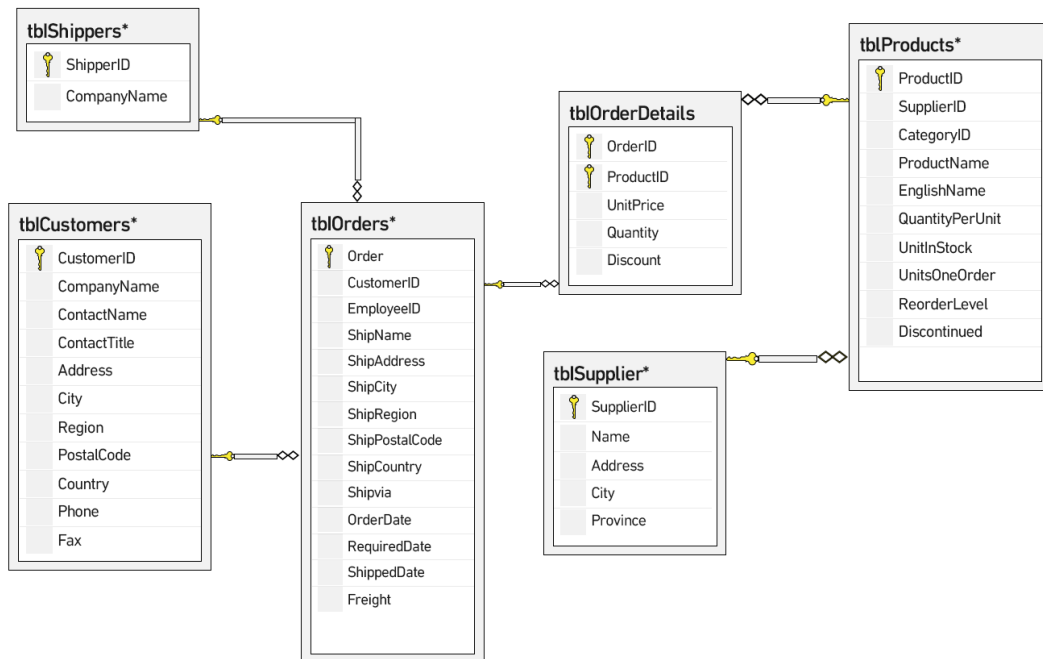


16. الملحق ج: حل تمرين باستخدام لغة

SQL

نزل السكريبت التالي: OrdersAndData.sql.

16.1 الجزء الأول: استخدم لغة DDL



استخدم السكريبت orderData.sql الذي ينشئ جداول ويضيف بيانات مخطط ERD للطلبات والبيانات في الشكل السابق.

1. أنشئ قاعدة بيانات تسمى Orders، وعدّل السكريبت لدمج المفتاح الرئيسي PK والسلامة المرجعية referential integrity. استخدم عبارات CREATE TABLE مع التعديلات بما في ذلك القيود الموجودة في الخطوة 3.

2. أضف القيود التالية:

- tblCustomers table: Country (قيمة الافتراضية هي Canada)
- tblOrderDetails: Quantity – > 0
- tblShippers: CompanyName (يجب أن يكون فريداً)
- tblOrders: ShippedDate (order date يجب أن يكون أكبر تاريخ الطلب)

```
CREATE DATABASE Orders
Go
Use Orders
Go
Use Orders
Go
CREATE TABLE [dbo].[tblCustomers]
[CustomerID]          nvarchar(5) NOT NULL,
[CompanyName]         nvarchar(40) NOT NULL,
[ContactName]         nvarchar(30) NULL,
[ContactTitle]        nvarchar(30) NULL,
[Address]              nvarchar(60) NULL,
[City]                nvarchar(15) NULL,
[Region]              nvarchar(15) NULL,
[PostalCode]          nvarchar(10) NULL,
[Country]              nvarchar(15) NULL
Constraint df_country DEFAULT 'Canada',
[Phone]               nvarchar(24) NULL,
[Fax]                 nvarchar(24) NULL,
Primary Key (CustomerID)
);
CREATE TABLE [dbo].[tblSupplier] (
[SupplierID] int NOT NULL,
[Name]       nvarchar(50) NULL,
[Address]    nvarchar(50) NULL,
```

```

[City]          nvarchar(50) NULL,
[Province]      nvarchar(50) NULL,
Primary Key (SupplierID)
);
CREATE TABLE [dbo].[tblShippers] (
[ShipperID]     int NOT NULL,
[CompanyName]  nvarchar(40) NOT NULL,
Primary Key (ShipperID),<
CONSTRAINT uc_CompanyName UNIQUE (CompanyName)
);
CREATE TABLE [dbo].[tblProducts] (
[ProductID]      int NOT NULL,
[SupplierID]     int NULL,
[CategoryID]     int NULL,
[ProductName]    nvarchar(40) NOT NULL,
[EnglishName]    nvarchar(40) NULL,
[QuantityPerUnit] nvarchar(20) NULL,
[UnitPrice]      money NULL,
[UnitsInStock]   smallint NULL,
[UnitsOnOrder]   smallint NULL,
[ReorderLevel]   smallint NULL,
[Discontinued]   bit NOT NULL,
Primary Key (ProductID),
Foreign Key (SupplierID) References tblSupplier
);
CREATE TABLE [dbo].[tblOrders] (
[OrderID]        int NOT NULL,
[CustomerID]     nvarchar(5) NOT NULL,
[EmployeeID]     int NULL,
[ShipName]       nvarchar(40) NULL,
[ShipAddress]    nvarchar(60) NULL,
[ShipCity]       nvarchar(15) NULL,
[ShipRegion]     nvarchar(15) NULL,
[ShipPostalCode] nvarchar(10) NULL,
[ShipCountry]    nvarchar(15) NULL,
[ShipVia]        int NULL,

```

```

[OrderDate]          smalldatetime NULL,
[RequiredDate]       smalldatetime NULL,
[ShippedDate]        smalldatetime NULL,
[Freight]            money NULL
Primary Key (OrderID),
Foreign Key (CustomerID) References tblCustomers,
Foreign Key (ShipVia) References tblShippers,
Constraint valid_ShipDate CHECK (ShippedDate > OrderDate)
);
CREATE TABLE [dbo].[tblOrderDetails] (
[OrderID]            int NOT NULL,
[ProductID]          int NOT NULL,
[UnitPrice]          money NOT NULL,
[Quantity]           smallint NOT NULL,
[Discount]           real NOT NULL,
Primary Key (OrderID, ProductID),
Foreign Key (OrderID) References tblOrders,
Foreign Key (ProductID) References tblProducts,
Constraint Valid_Qty Check (Quantity > 0)
);
Go

```

16.2 الجزء الثاني: إنشاء عبارات لغة SQL

اعرض قائمة العملاء customers والطلبات orders المنشأة خلال عام 2014. أظهر الحقول customer ID و order ID و order date و date ordered.

```

Use Orders
Go
SELECT CompanyName, OrderID, RequiredDate as 'order date', OrderDate
as 'date ordered'
FROM tblcustomers JOIN tblOrders on tblOrders.CustomerID =
tblCustomers.CustomerID
WHERE Year(OrderDate) = 2014

```

أضف حقلاً جديداً (نشطاً) في جدول tblCustomer باستخدام عبارة ALTER TABLE، حيث تكون قيمته الافتراضية True.

```
ALTER TABLE tblCustomers
ADD Active bit DEFAULT ('True')
```

اعرض جميع الطلبات التي جرى شراؤها قبل 1 سبتمبر 2012 (اعرض الحقول company name و date ordered وكلفة الطلب الإجمالية (بما في ذلك تكلفة الشحن freight)).

```
SELECT tblOrders.OrderID, OrderDate as 'Date Ordered',
sum(unitprice*quantity*(1-discount))+ freight as 'Total Cost'
FROM tblOrderDetails join tblOrders on tblOrders.orderID =
tblOrderDetails.OrderID
WHERE OrderDate < 'September 1, 2012'
GROUP BY tblOrders.OrderID, freight, OrderDate
```

اعرض جميع الطلبات المشحونة عبر شركة Federal Shipping (اعرض الحقول OrderID و ShipName و ShipAddress و CustomerID).

```
SELECT OrderID, ShipName, ShipAddress, CustomerID
FROM tblOrders join tblShippers on tblOrders.ShipVia =
tblShippers.ShipperID
WHERE CompanyName= 'Federal Shipping'
```

اعرض جميع العملاء الذين لم يشتروا في عام 2011.

```
SELECT CompanyName
FROM tblCustomers
WHERE CustomerID not in
( SELECT CustomerID
FROM tblOrders
WHERE Year(OrderDate) = 2011
)
```

اعرض جميع المنتجات التي لم تُطلب أبدًا.

```
SELECT ProductID from tblProducts
Except
SELECT ProductID from tblOrderDetails
```

أو يمكن حل ذلك بالشكل التالي:

```
SELECT Products.ProductID, Products.ProductName
FROM Products LEFT JOIN [Order Details]
ON Products.ProductID = [Order Details].ProductID
WHERE [Order Details].OrderID IS NULL
```

اعرض معرّفات الطلبات OrderID للزبائن الذين يقيمون في لندن باستخدام استعلام فرعي (اعرض الحقول CustomerID و CustomerName و OrderID).

```
SELECT Customers.CompanyName, Customers.CustomerID, OrderID
FROM Orders
LEFT JOIN Customers ON Orders.CustomerID = Customers.CustomerID
WHERE Customers.CompanyName IN
(SELECT CompanyName
FROM Customers
WHERE City = 'London')
```

اعرض المنتجات التي يوقّعها المورد A والمورد B (اعرض الحقول product name و supplier name).

```
SELECT ProductName, Name
FROM tblProducts JOIN tblSupplier on tblProducts.SupplierID =
tblSupplier.SupplierID
WHERE Name Like 'Supplier A' or Name Like 'Supplier B'
```

اعرض جميع المنتجات التي تأتي ضمن صناديق (اعرض الحقول product name و QuantityPerUnit).

```
SELECT EnglishName, ProductName, QuantityPerUnit
FROM tblProducts
WHERE QuantityPerUnit like '%box%'
ORDER BY EnglishName
```

16.3 الجزء الثالث: الإدخال والتعديل والحذف والفهارس

أنشئ جدول الموظفين Employee. يجب أن يكون المفتاح الرئيسي هو معرّف الموظف EmployeeID وهو حقل ترقيم تلقائي autonumber. أضف الحقول التالية:

- LastName

- FirstName

- Address
- City
- Province
- Postalcode
- Phone
- Salary

استخدم عبارة إنشاء جدول `CREATE TABLE` وعبارات إدخال `INSERT` خمسة موظفين. ضم جدول الموظفين `employee` إلى الجدول `Tblorders`. اعرض السكريبت لإنشاء الجدول وإعداد القيود وإضافة الموظفين.

```
Use Orders
CREATE TABLE [dbo].[tblEmployee](
EmployeeID Int IDENTITY NOT NULL ,
FirstName varchar (20) NOT NULL,
LastName varchar (20) NOT NULL,
Address varchar (50),
City varchar(20), Province varchar (50),
PostalCode char(6),
Phone char (10),
Salary Money NOT NULL,
Primary Key (EmployeeID)
Go
INSERT into tblEmployees
Values ('Jim', 'Smith', '123 Fake', 'Terrace', 'BC', 'V8G5J6',
'2506155989', '20.12'),
('Jimmy', 'Smithy', '124 Fake', 'Terrace', 'BC', 'V8G5J7',
'2506155984', '21.12'),
('John', 'Smore', '13 Fake', 'Terrace', 'BC', 'V4G5J6', '2506115989',
'19.12'),
('Jay', 'Sith', '12 Fake', 'Terrace', 'BC', 'V8G4J6', '2506155939',
'25.12'),
('Jig', 'Mith', '23 Fake', 'Terrace', 'BC', 'V8G5J5', '2506455989',
'18.12');
Go
```

أضف حقلاً يسمّى Totalsales إلى جدول Tblorders. استخدم تعليمات لغة DDL وعبارة ALTER TABLE.

```
ALTER TABLE tblOrders  
ADD Foreign Key (EmployeeID) references tblEmployees (EmployeeID)
```

استخدم عبارة UPDATE لإضافة مجموع مبيعات كل طلب بناءً على جدول order details.

```
UPDATE tblOrders  
Set TotalSales = (select sum(unitprice*quantity*(1-discount))  
FROM tblOrderDetails  
WHERE tblOrderDetails.OrderID= tblOrders.OrderID  
GROUP BY OrderID)
```

من إصدارات أكاديمية حسوب

