نموذج (الكيان - العلاقة) المطور كمدخل لتطوير النظم الالكترونية بالمؤسسات الجامعية في ظل التحول الرقمي

إعداد

د.م. أحمد عبدالبديع عبدالله كامل

مدرس بقسم الحاسب الآلي

كلية التربية النوعية جامعة المنصورة

DOI:

https://doi.org/10.21608/IJAEFS.2023.306915

المجلة الدولية للعلوم الإدارية والاقتصادية والمالية

دورية علمية محكمة

المجلد (٢). العدد (٦). يوليو ٢٠٢٣

E-ISSN: 2812-6408 **E-ISSN: 2812-6408**

https://ijaefs.journals.ekb.eg/

الناشر

جمعية تكنولوجيا البحث العلمي والفنون

المشهرة برقم ٢٧١١ لسنة ٢٠٢٠، بجمهورية مصر العربية

https://srtaeg.org/

نموذج (الكيان - العلاقة) المطور كمدخل لتطوير النظم الالكترونية بالمؤسسات الجامعية في ظل التحول الرقمي

إعداد

د.م. أحمد عبدالبديع عبدالله كامل
مدرس بقسم الحاسب الآلي
كلية التربية النوعية جامعة المنصورة

الملخص

نموذج (الكيان – العلاقة) Entity Relationship Model؛ هو نموذج يستخدم الاشكال والرموز لتمثيل كيانات النظام التي نحتفظ عنها ببيانات، وكيفية ارتباط هذه الكيانات مع بعضها البعض بواسطة العلاقات.

ومن ضمن مميزات نموذج الكيان – العلاقة؛ أنه حتى في ظل وجود أضخم النظم وأكثرها تعقيدا يمكن تشكيل هذا النموذج باستخدام أربع عناصر وهي (الكيانات Entities – السمات Attributes – العلاقات Relationships – المخططات Schemas). ويقصد بالمطور هو مجموعة العمليات التي تحسن وتزيد من كفاءة نموذج (الكيان – العلاقة).

هدفت هذه المقالة إلى توضيح نموذج (الكيان – العلاقة) المطور كمدخل لتطوير النظم الالكترونية بالمؤسسات الجامعية في ظل التحول الرقمي.

الكلمات الرئيسية: قواعد البيانات، نموذج الكيان-العلاقة، نموذج الكيان-العلاقة المطور، تطوير النظم، المؤسسات الجامعية، التحول الرقمي.

المقدمة

نموذج (الكيان – العلاقة) Entity Relationship Model؛ هو نموذج يستخدم الاشكال والرموز لتمثيل كيانات النظام التي نحتفظ عنها ببيانات، وكيفية ارتباط هذه الكيانات مع بعضها

البعض بواسطة العلاقات. ومن ضمن مميزات نموذج الكيان – العلاقة؛ أنه حتى في ظل وجود أضخم النظم وأكثرها تعقيدا يمكن تشكيل هذا النموذج باستخدام أربع عناصر وهي (الكيانات Entities – السمات Attributes – العلاقات Relationships – المخططات Schemas). ويقصد بالمطور هو مجموعة العمليات التي تحسن وتزيد من كفاءة نموذج (الكيان – العلاقة).

والكليات الجامعية تحتوي على مجموعة من الأقسام العلمية، لكل قسم اسم فريد، ورقم فريد، وأكثر من رقم هاتف، ولكل قسم عضو هيئة تدريس يديره، ويتم تسجيل تاريخ بدأ إدارة عضو هيئة التدريس للقسم. مع العلم أن لكل قسم مجموعة من المقررات الدراسية التي يقوم بتدريسها، وكل مقرر له اسم فريد، ورقم فريد، ويسجل له عدد الساعات المعتمدة.

ويعمل في الكلية مجموعة من أعضاء هيئة التدريس، بحيث يعمل كل عضو هيئة تدريس داخل قسم واحد، ولعضو هيئة تدريس ان يقوم بتدريس مقرر واحد على الأقل. ويتم تسجيل عدد أعضاء هيئة التدريس، وعدد المقررات الدراسية، وعدد الطلاب المسجلين في كل قسم.

ويتم تسجيل لكل عضو هيئة تدريس رقم فريد بالإضافة الى بيانات الرقم القومي، الاسم، النوع (ذكر أو أنثى)، العنوان، الراتب، رقم الهاتف، وقد يسجل لعضو هيئة التدريس أكثر من رقم هاتف، عدد ساعات العمل الأسبوعية التي عملها في تدريس كل مقرر. وهناك بعض أعضاء هيئة التدريس يشرفون على أعضاء هيئة تدريس آخرون.

كما أن لكل عضو هيئة تدريس علاوة اجتماعية عن كل فرد يعيله في عائلته بحد أقصى خمسة أفراد. ويتم تسجيل الاسم، والجنس، وتاريخ الميلاد، وصلة القرابة لكل فرد يقوم بإعالته.

وتقبل الكلية نوعين من التعليم (التعليم العام Education) والذي يؤهل الطالب إلى (الانتظام Regularity)، و(التعليم الفني Technical) والذي يؤهل الطالب إلى (الانتساب Enrollment). وطلاب الانتساب يسجل لهم بيان المؤهل الدراسي، وطلاب الانتظام يسجل لهم بيان تخصص الثانوية العامة لهم، ولكل طالب رقم فريد ويتم تسجيل بيانات الرقم القومي، الاسم، تاريخ الميلاد، النوع، العنوان، رقم الهاتف.

ويحق لكل طالب التسجيل في مقررين بحد أدنى وبحد أقصى أربع مقررات، وتتم دراسة المقرر للطالب بمعرفة أحد أعضاء هيئة التدريس.

ويتم تسجل نتائج الطلاب في نهاية كل فصل دراسي موضح به نتيجة كل طالب في كل مقرر قام بدراسته. ويمكن تلخيص مشكلة البحث في التساؤل الرئيسي التالي:

كيف يمكن استخدام نموذج (الكيان - العلاقة) المطور كمدخل لتطوير النظم الالكترونية بالمؤسسات الجامعية في ظل التحول الرقمي؟

أولا: نموذج (الكيان - العلاقة) المطور

١- الكيان Entity

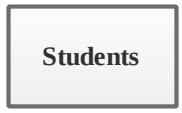
هو أي شخص، أو مكان، أو حدث، أو شيء محط الاهتمام في النظام، ويهتم المستخدم بجمع وتسجيل بيانات عنه، وتمثل بالجداول في قاعدة البيانات مثل (الطلاب Students، أعضاء هيئة التدريس Staff، المقررات Courses، المعامل Labs، الجداول الدراسية Teaching، النتائج Results). ويمكن أن يكون الكيان من داخل المؤسسة أو من خارج المؤسسة.

البعد المهم في كل كيان هو نوعها وسماتها، وعلاقاتها مع الكيانات الأخرى، ودونهم لن يحتوي الكيان على ايه بيانات مهمة. وتصنف الكيانات إلى نوعين:

- **النوع الأول**؛ الكيان المنتظم (القوي) Regular Entity.
- **النوع الثاني**؛ الكيان الضعيف Week Entity.

١-١- الكيان المنتظم (القوي) Regular Entity

الكيان المنتظم؛ هو ذلك الكيان الذي لا يعتمد وجوده على كيانات أخرى، أي أن له وجود مستقل عن الكيانات الأخرى، ويرمز للكيان القوي بمستطيل يحتوي على اسم الكيان.



شكل (١) الكيان المنتظم (القوي)

وينقسم الكيان المنتظم (القوي) إلى نوعين:

- **النوع الأول**: الكيان المنتظم الرئيسي؛ وهو ذلك الكيان الذي ينشأ مع بداية النظام (في حالة عدم وجودة لن يعمل النظام)، مثل كيان (الطلاب، أعضاء هيئة التدريس، المقررات الدراسية).

- **النوع الثاني**: الكيان المنتظم التشغيلي؛ وهو ذلك الكيان الذي ينشأ بعد تشغيل النظام (يظهر نتيجة تفاعل الكيانات مع بعضها البعض)، مثل كيان (النتيجة، كيان الجداول الدراسية).

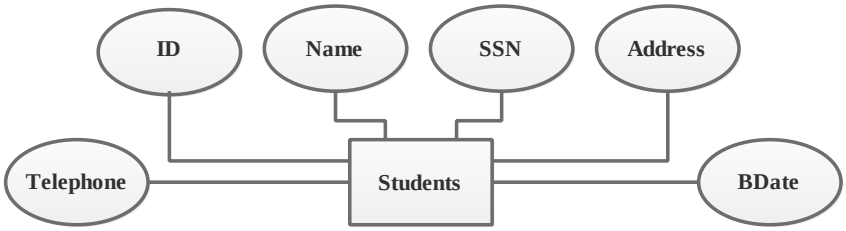
١-٢- الكيان الضعيف Week Entity

هو كيان لا يحتوي على Key Attribute، ويكون وجوده مرتبط بوجود كيان اخر في النظام، مثل الكيان (الأقارب Relatives) فوجود معلومات عن الكيان (الأقارب) يتوقف على الكيان (الطالب Students)، ويرمز له بمستطيلين متداخلين.

شكل (٢) الكيان الضعيف

٢- السمات Attributes

هي الخصائص أو البيانات المميزة التي يتم تخزينها عن كل كيان، وتمثل بحقول الجدول في قاعدة البيانات. فكيان الطلاب له مجموعة من السمات مثل (رقم الطالب ID – اسم الطالب Name – عنوان الطالب Address – الرقم القومي SSN – رقم التليفون Telephone - تاريخ الميلاد BDate)، ويرمز للسمة بشكل بيضاوي يحتوي على اسم السمة، وتربط السمة مع الكيان بخط مستقيم. الشكل التالي يمثل الكيان الطالب Students بجميع سماته.



شكل (٣) السمات

٣- السمة المفتاح Key Attribute

السمة المفتاح لها قيم فريدة لا تتكرر، ويمكن ان يحتوي الكيان على أكثر من Key Attribute مثل (رقم الطالب ID – الرقم القومي SSN). ويرمز للسمة المفتاح بشكل بيضاوي ويوضع خط أسفل اسم الصفة.

شكل (٤) السمة المفتاح

٤- السمة الجزئية Partial Attribute

هي السمة التي يمكن ان تكون ضمن المفتاح الرئيسي Primary Key، وعادة تظهر هذه السمة في الكيانات الضعيفة، ويرمز لها بشكل بيضاوي ويوضع خط منقط أسفل اسم الصفة.

شكل (٥) السمة الجزئية

٥- القيم المفردة والقيم المتعددة للسمات Single valued and Multivalued Attributes:

٥-١- القيم المفردة Single-Valued Attributes

السمة لا تحتمل سوى قيمة واحدة، مثل (رقم الطالب ID – الاسم Name - الرقم القومي SSN)، ويرمز لها بالشكل البيضاوي.

شكل (٦) القيم المفردة

٥-٢- القيم المتعددة Multiple-Valued Attributes

يمكن للسمة أن تحتمل أكثر من قيمة مثل (رقم الهاتف Telephone) فيمكن ان يكون للطالب أكثر من رقم هاتف، يرمز له بشكلين بيضاوي متداخلين.

شكل (٧) القيم المتعددة

٦- السمات الأصيلة والسمات المشتقة Stored and Derived Attributes

٦-١- السمات الأصلية Stored Attributes

وهي التي يطلب قيمتها من المستخدم لتخزينها في قاعدة البيانات مثل (تاريخ الميلاد BDate).

٦-٢- السمات المشتقة Derived Attributes

وهي التي لا يتم تخزينها، ولكن يمكن استنتاج قيمتها بمعلومية قيم سمات أخرى، أو من خلال عمليات حسابية أو إحصائية، ولا داعي لطلب قيمتها من المستخدم، مثل (العمر Age) فيمكن حسابه من (تاريخ الميلاد BDate). ويرمز لها بشكل بيضاوي متقطع.

شكل (٨) السمات المشتقة

وقد نلجأ إلى تخزين السمات المشتقة إذا كانت عملية حسابها تأخذ وقتا طويلا وفي نفس الوقت يتم طلبها بشكل مستمر، مثل المعدل التراكمي للطالب.

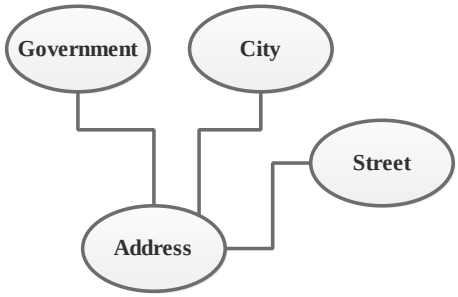
٧- السمات البسيطة والسمات المركبة Simple and Composite Attributes

٧-١- السمات البسيطة Simple Attributes

السمات البسيطة لها قيمة واحدة مجردة بدون تفاصيل، أي لا يمكن تجزئته مثل (رقم الطالب ID – الرقم القومي SSN).

٧-٢- السمات المركبة Composite Attributes

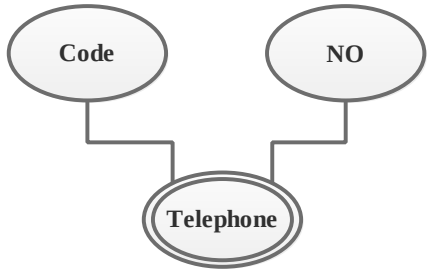
يمكن استخراج عدة تفاصيل من السمة، أي يمكن تجزئتها مثل (اسم الطالب Name) يمكن تجزئته إلى (الاسم الأول FName – الاسم الأخير LName)، و(العنوان Address) يمكن تجزئته إلى (المحافظة Government – المدينة City – الشارع Street)، وكذلك (رقم الهاتف Telephone) يمكن تجزئته الي (المفتاح Code – الرقم NO).



شكل (٩) السمات المركبة

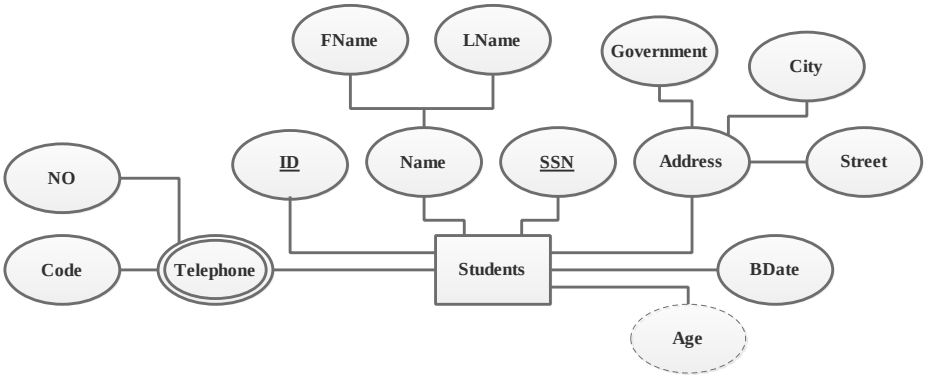
٨- السمات المعقدة Complex Attributes

هو صفة يجمع بين كونه Multi-valued، وبين كونه Composite في نفس الوقت، مثل (رقم الهاتف Telephone).



شكل (١٠) السمات المعقدة

وبالتالي يصبح ERD لكيان الطلاب Students كما بالشكل التالي:



شكل (١١) ERD لكيان الطلاب (أ)

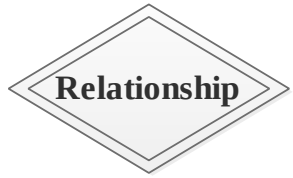
٩- العلاقات Relationships

وهي عبارة عن الرابط بين الكيانات، ويكون لها اسم يعبر عن هذه العلاقة ويكون على شكل فعل، ويتم قراءة العلاقة من الكيان الأول إلى الكيان الثاني أو العكس. ويرمز لها بشكل معين يحتوي على اسم يصف العلاقة يكون على شكل فعل (يدرس – يسجل – يحتوي).

شكل (١٢) العلاقات

٩-١- العلاقات الضعيفة Weak Relationships

وهي العلاقة التي تربط بين كيان منتظم (قوي) Regular Entity، وكيان ضعيف Weak Entity، ويرمز لها بمعينين متداخلين.



شكل (١٣) العلاقات الضعيفة

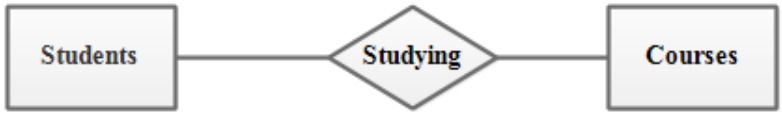
وهناك شرط رئيسي عند ربط حقلين في جدولين مختلفين؛ أن يكون الحقلين من نفس نوع البيانات.

١٠- درجة العلاقة Degree of Relationship

تعبر درجة العلاقة عن عدد الكيانات التي ترتبط مع بعضها البعض من خلال علاقة واحدة، وهناك عدة درجات شائعة الاستخدام (الأحادية – الثنائية – الثلاثية)، وهناك درجات علائقية أخرى لكن لا تستخدم بشكل كبير في الواقع العلمي.

١٠-١- العلاقة الثنائية Binary Relationship

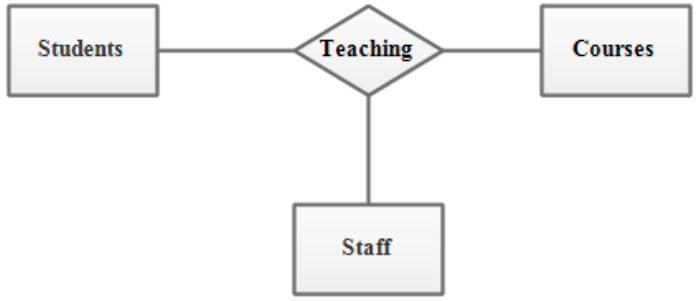
وهي علاقة بين كيانين، مثل العلاقة (يدرس Studying) بين الكيان (الطلاب Students) والكيان (المقررات Coerces)، وتقرأ (الطالب يدرس المقرر).



شكل (١٤) العلاقة الثنائية

١٠-٢- العلاقة الثلاثية Ternary Relationship

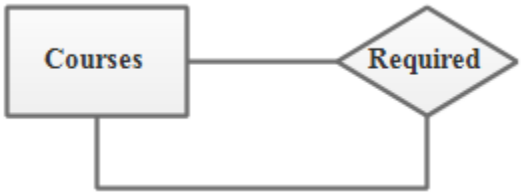
وهي علاقة بين ثلاث كيانات، مثل العلاقة (التدريس Teaching) بين الكيان (الطلاب Students) والكيان (أعضاء هيئة التدريس Staff) والكيان (المقررات Coerces)، وتقرأ (أعضاء هيئة التدريس يدرسوا المقررات للطلاب).



شكل (١٥) العلاقة الثلاثية

١٠-٣- العلاقة العكسية (علاقة الكيان مع نفسه) Recursive Relationship

تبين كيفية تمثيل ارتباط الكيان مع نفسه، فمثلا نفترض ان المقرر الدراسي يمكن ان يكون لديه متطلب سابق أو أكثر وهذا المتطلب هو عبارة عن دراسة مقرر أخر، ولكل طالب يكون لديه أمين اتحاد طلاب واحد فقط وأمين اتحاد الطلاب بدورة هو طالب أيضا.



شكل (١٦) العلاقة العكسية

١١- أنواع العلاقات Cardinality of Relationships

١١-١- العلاقة رأس بأطراف (1 : N) One to Many

تعد العلاقة رأس بأطراف الأكثر شيوعا في العلاقات، ففي علاقة رأس بأطراف؛ يكون كل بيان في الكيان A يقابله بيان واحد أو أكثر في الكيان B، ولكن البيان في الكيان B يقابله بيان واحد فقط في الكيان A.

مثل على ذلك: العلاقة بين كيان (أعضاء هيئة التدريس Staff) وكيان (المقررات Courses)، فلكل عضو هيئة تدريس في جدول أعضاء هيئة التدريس مقرر أو أكثر في جدول المقررات، وفي المقابل كل مقرر أو أكثر في جدول المقررات تخص عضو هيئة تدريس واحد في جدول أعضاء هيئة التدريس.

شكل (١٧) العلاقة رأس بأطراف

١١-٢- العلاقة أطراف بأطراف (M : N) Many to Many

في العلاقة أطراف بأطراف؛ يكون كل بيان في الكيان A يقابله بيان واحد أو أكثر في الكيان B، وفي نفس الوقت كل بيان في الكيان B يقابله بيان واحد أو أكثر في الكيان A.

مثل على ذلك: العلاقة بين كيان (الطلاب Students) وكيان (المقررات Courses)؛ فكل طالب في جدول الطلاب يدرس مقرر أو أكثر في جدول المقررات الدراسية، وفي المقابل كل مقرر دراسي في جدول المقررات الدراسية يتم تدريسه لطالب أو أكثر في جدول الطلاب.

شكل (١٨) العلاقة أطراف بأطراف

وفي حالة ظهور تلك الرابطة يتم كسرها إلى رابطتين من النوع رأس بأطراف، عن طريق إنشاء جدول ثالث C يسمى جدول الربط، يحتوي ذلك الجدول على المفتاح الأساسي من الجدول A وكذلك المفتاح الأساسي من الجدول B، وجعل كلا المفتحين مفتاح مركب Composite Key للجدول C.

١١-٣- العلاقة رأس برأس (1 : 1) One to One

يعتبر هذا النوع من العلاقات أقل ظهورا، ويستخدم في حالة عزل جزء من الكيان لأسباب متعلقة بالحماية Security.

ففي علاقة رأس برأس؛ يكون كل بيان في الكيان A يقابله بيان واحد فقط في الكيان B، وفي نفس الوقت كل بيان في الكيان B يقابله بيان واحد فقط في الكيان A.

مثل على ذلك: فنتائج الطلاب يتم عزلها في كيان (النتائج Results) وهو كيان منفصل عن كيان (الطلاب Students)، وذلك لتأمين البيانات الخاصة بنتائج الطلاب.

وتكون العلاقة بين كيان الطلاب وكيان النتائج علاقة رأس برأس One to One، فلكل طالب في جدول الطلاب نتيجة واحدة في جدول النتائج، وكل نتيجة في جدول النتائج تخص طالب واحد في جدول الطلاب.

شكل (١٩) العلاقة رأس برأس

١٢- قيود المشاركة Participation Constraint

١٢-١- المشاركة الجزئية Partial Participation

لا يشترط لكل البيانات في الكيان الأول أن ترتبط بالكيان الثاني، وتمثل في العلاقة بخط فردي.

١٢-٢- المشاركة الكلية Total Participation

لابد لكل البيانات في الكيان الأول أن ترتبط بالكيان الثاني، وتمثل في العلاقة بخط مزدوج.

مثال: لا يشترط لكل أعضاء هيئة التدريس ان يكون لها مقررات تقوم بتدريسها، بينما يشترط لكل مقرر أن يكون له عضو هيئة تدريس يقوم بتدريسه.

شكل (٢٠) قيود المشاركة

١٣- الحد الأدنى والحد الأقصى Alternative (Min, Max) Notation

- **Min** يوضح أقل عدد مرات المشاركة بين الكيانات.
- **Max** يوضح أقصي عدد مرات المشاركة بين الكيانات.

مثال: الطالب لابد ان يسجل على الأقل في مقررين وعلى الأكثر في خمس مقررات.

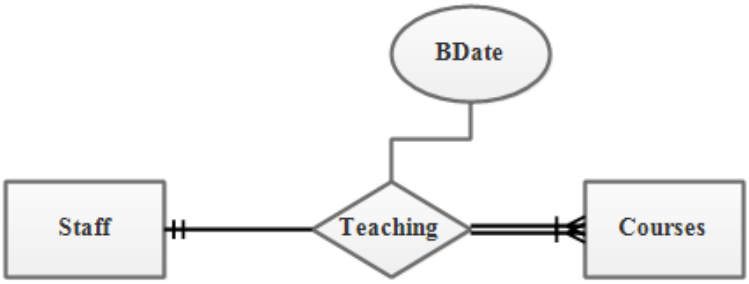
شكل (٢١) الحد الأدنى والحد الأقصى

١٤- سمة العلاقة Attribute on relationships

هو عبارة عن السمة التي نتنج نتيجة وجود علاقة تربط بين الكيانات، فلو افترضنا ان كل عضو هيئة تدريس يقوم بتدريس أكثر من مقرر ونريد تسجيل عدد السمة (الساعات التدريسية Hours) لكل عضو هيئة التدريس في كل مقرر، لو تم وضع السمة (الساعات التدريسية Hours) في كيان (أعضاء هيئة التدريس Staff) لن يكون له دلالة فلن نعرف عدد

الساعات هنا تخص أي مقرر. وكذلك لو وضعت في كيان (المقررات Courses) لن يكون لها دلاله فلن نعرف عدد الساعات هنا تخص أي عضو هيئة تدريس.

وبالتالي يكون أفضل موضع للسمة (عدد الساعات Hours) على العلاقة (تدريس Teaching).



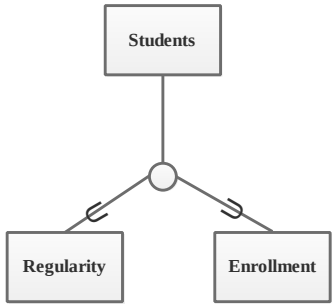
شكل (٢٢) سمة العلاقة

وتقرأ على سبيل المثال؛ أن عضو هيئة التدريس رقم (٥) قام بتدريس المقرر رقم (٢) عدد (١٠) ساعات تدريسية.

١٥- التخصيص (التقسيم) Specialization

هناك بعض من الكيانات قد تحتوي على كيانات فرعية؛ أي أن هناك كيانات فرعية Subclass تتبع إلى كيان رئيسي أعلي Superclass، وهذا ما يسمى بالتخصيص Specialization.

فمثلا الكيان (الطلاب Students) كيان رئيسي Superclass قد يحتوي على كيانين فرعيين Subclass، الأول (طلاب انتظام Regularity)، والثاني (طلاب انتساب Enrollment).

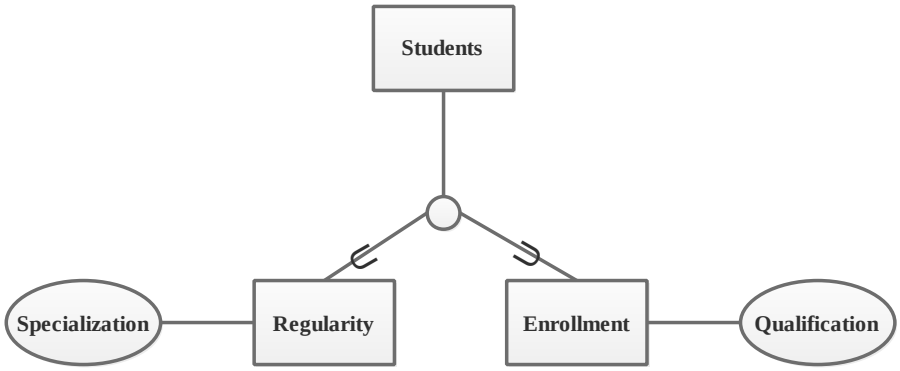


شكل (٢٣) التخصيص (أ)

الرمز U الموجود على الخط الواصل من الكيان الفرعي، يعنى أنه مجموعة جزئية من الكيان الرئيسي، وهذا الرمز اختياري لأن مفهوم المجموعة الجزئية واضح في هذا الموضوع.

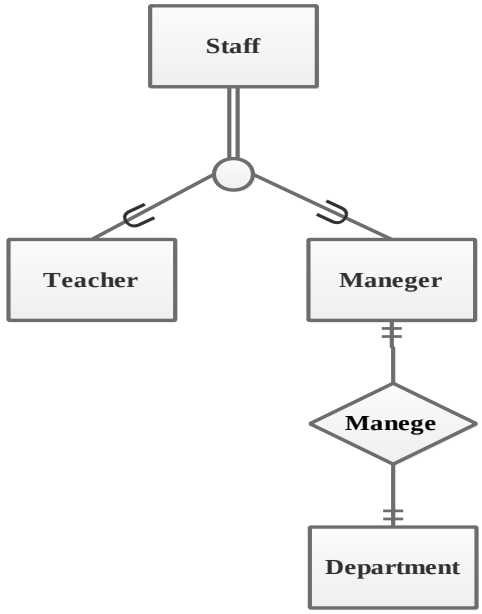
١٥-١- أسباب اللجوء الى التخصيص

١. هناك بعض السمات المحلية Local Attributes والتي تهم نوع معين من البيانات دون غيرها، فمثلا (المؤهل الدراسي Qualification) يخص الطلاب المقبلين فقط على التعليم بنظام الانتساب، بينما (التخصص Specialization) يخص الطلاب المقبلين على التعليم بنظام الانتظام.



شكل (٢٤) التخصيص (ب)

٢. هناك بعض العلاقات يشترك فيها جزء معين من البيانات دون الأخر، فمثلا العلاقة (إدارة) تخص رؤساء الأقسام فقط دون غيرهم من باقي أعضاء هيئة التدريس.



شكل (٢٥) التخصيص (ج)

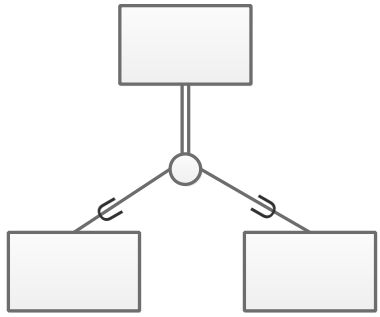
١٦- الوراثة Inherits

الكيانات الفرعية ترث Inherits جميع السمات والعلاقات الموجودة بالكيان الرئيسي. كما أن الكيانات الفرعية قد تحتوي على سمات خاصه بها ويطلق عليها Local Attributes. فالكيان (انتظام Regularity) يحتوي على السمة (التخصص Specialization)، بينما الكيان (انتساب Enrollment) يحتوي على سمة (المؤهل الدراسي Qualification).

١٧- البناء الهرمي والبناء الشبكي Hierarchy and Lattice

١٧-١- البناء الهرمي Hierarchy

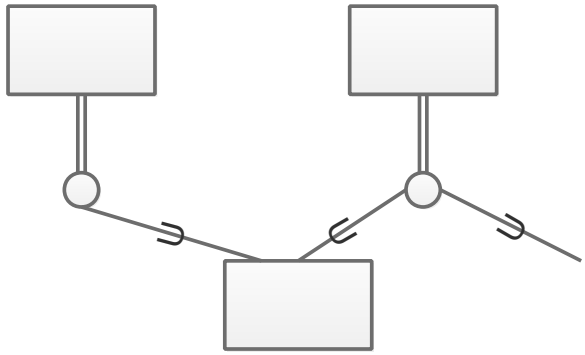
ويقصد به أن كل كيان فرعي Subclass ينتمي الى كيان رئيسي Superclass واحد فقط، ويطلق عليه Single Inheritance.



شكل (٢٦) البناء الهرمي

١٧-٢- البناء الشبكي Lattice

ويقصد به أن كل كيان فرعي Subclass ينتمي الى أكثر من كيان رئيسي Superclass، ويطلق عليه Multiple Inheritance.

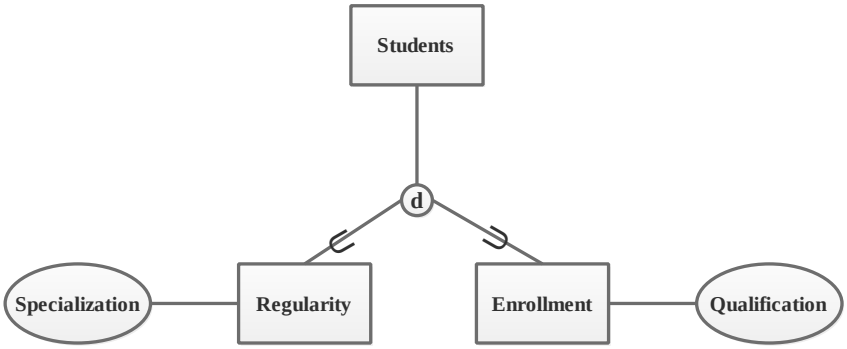


شكل (٢٧) البناء الشبكي

١٨- قيد الانفصال وقيد التداخل Disjoint or Overlapping Constraint

١٨-١- قيد التفكيك (الانفصال) Disjoint

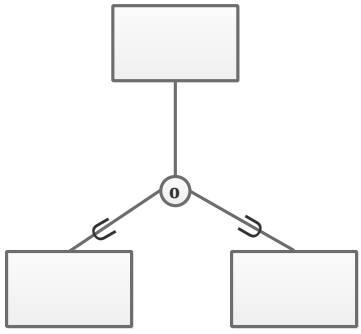
يعنى أن كل كيان في نوع الكيانات الأصلية يمكن أن ينتمي إلى نوع كيان فرعي واحد فقط، ويرمز لقيد التفكيك بالحرف d داخل الحلقة. فالطالب في الكيان Students لا ينتمي سوى لنوع واحد فقط من الكيانات الفرعية طالب (انتظام Regularity) أو طالب (انتساب Enrollment).



شكل (٢٨) قيد التفكيك

١٨-٢- قيد التداخل Overlapping

يعنى أن كل كيان في نوع الكيانات الأصلية يمكن أن ينتمي إلى أكثر من نوع كيان فرعي، ويرمز لقيد التداخل بالحرف o داخل الحلقة.

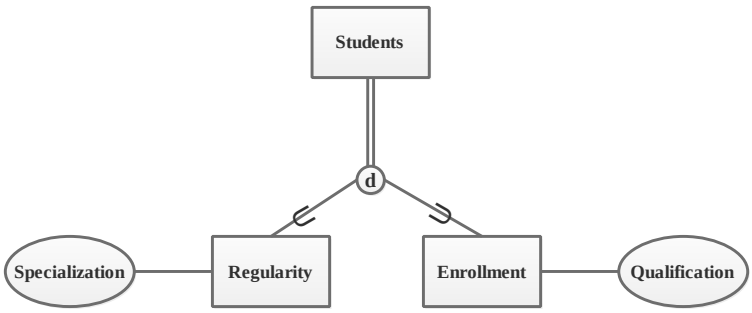


شكل (٢٩) قيد التداخل

١٩- قيد المشاركة Completeness Constraint

١٩-١- المشاركة الكلية Total Completeness

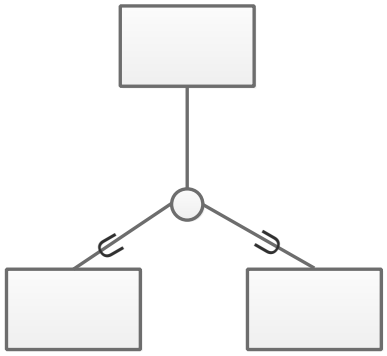
يعني أن كل كيان في نوع الكيانات الرئيسية يجب ان يكون واحد من الكيانات الفرعية، ولا يجوز ألا يكون من أحد هذه الأنواع، ويرسم بخط مزدوج يربط بين الكيان الرئيسي ونوع الكيانات الفرعية. فكل طالب في الكيان Students لابد أن ينتمي إلى أحد الكيانات الفرعية إما طالب (انتظام Regularity) أو طالب (انتساب Enrollment)، وبالتالي لا يمكن أن يوجد طالب لا ينتمي الى أحد الكيانات الفرعية.



شكل (٣٠) المشاركة الكلية

١٩-٢- المشاركة الجزئية Partial Completeness

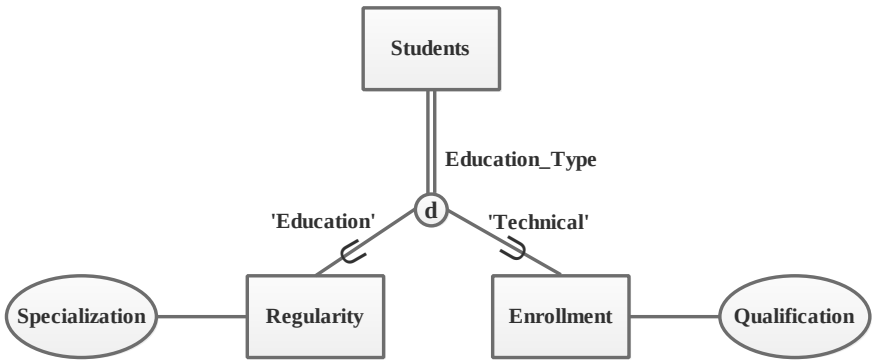
يعني أن كل كيان في نوع الكيانات الأصلية لا يشترط ان يكون واحد من الكيانات الفرعية، ويرسم بخط مفرد يربط بين الكيان الرئيسي ونوع الكيانات الفرعية.



شكل (٣١) المشاركة الجزئية

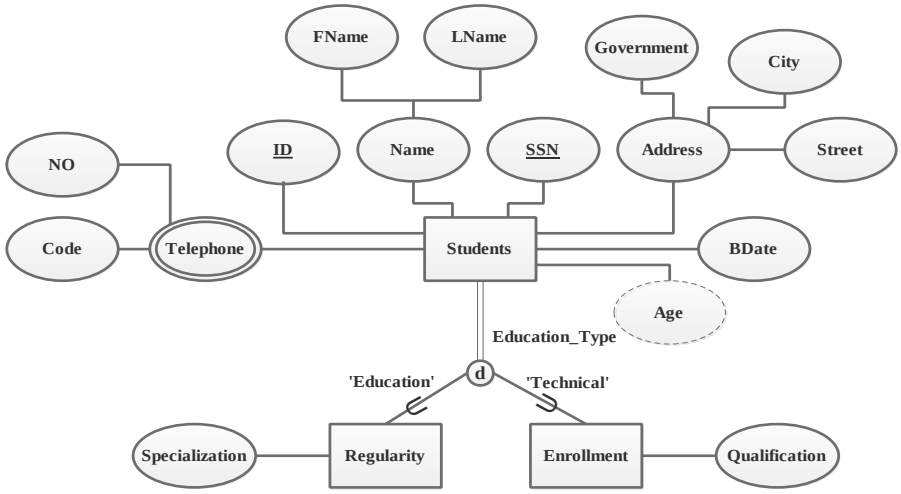
٢٠- سمة النوع (التخصيص) Type (Specialization) Attribute

هو السمة التي تم على أساسها تصنيف الكيان الرئيسي إلى كيانات فرعية، ويطلق عليها Defining Attribute، في المثال التالي تم تصنيف الكيان بناء على السمة (نوع التعليم Education Type) وهناك نوعين (التعليم العام Education) والذي يؤهل الطالب إلى (الانتظام Regularity)، و(التعليم الفني Technical) والذي يؤهل الطالب إلى (الانتساب Enrollment).



شكل (٣٢) سمة النوع (التخصيص)

وبالتالي يصبح ERD لكيان الطلاب Students كما بالشكل التالي:



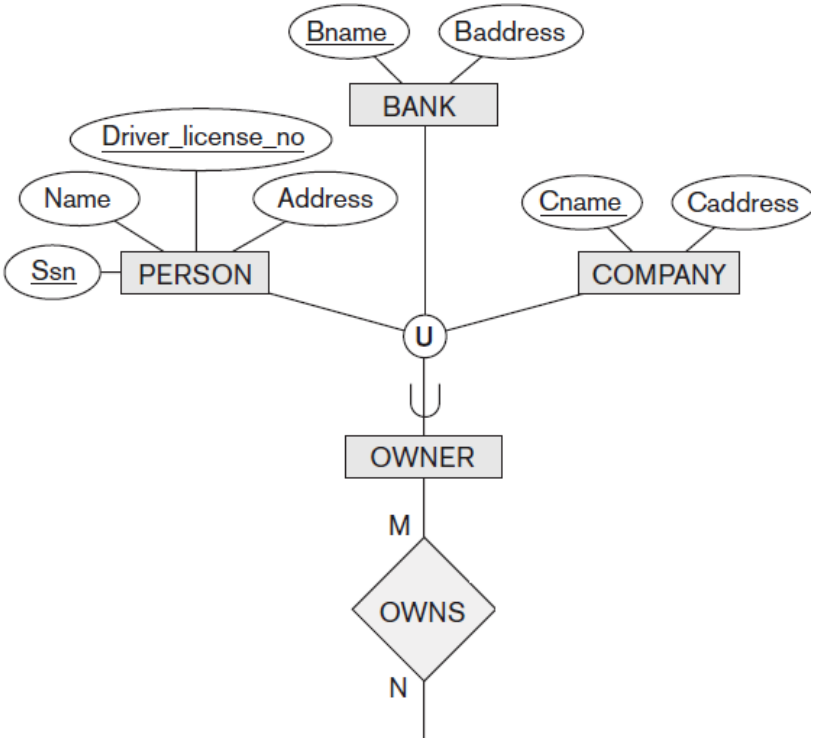
شكل (٣٣) ERD لكيان الطلاب (ب)

٢١- التجميع Generalization

يقصد بالتجميع؛ قد هناك بعض من الكيانات قد تحتوي سمات مشتركة بينهم، لذلك يتم تجميع تلك الكيانات داخل كيان رئيسي Superclass؛ وهو عكس عملية التخصيص Specialization.

٢٢- الاتحاد Categories (Union Types)

قد يكون هناك مجموعة من الكيانات المختلفة (لا يوجد أي سمات مشتركه بينهم)، ولكنهم يجتمعوا في علاقة واحدة مع كيان اخر، لذلك يتم استخدام الاتحاد Categories لتجميع الكيانات المختلفة. ويرمز لها بمستطيل، ويتم تجميع الكيانات في دائرة ويكتب بداخلها حرف U.



شكل (٣٤) الاتحاد

ثانيا: تصميم نموذج الكيان العلاقة المطور EER Model المناسب لنظام الكلية

١- الكيانات الخاصة بالنظام Entities

أولا- الكيانات النظامية Regular Entities

يوجد أربع كيانات نظامية وهي:

١. الأقسام العلمية Departments.
٢. أعضاء هيئة التدريس Staffs.

٣. الطلاب Students.

٤. المقررات الدراسية Courses.

ثانيا- الكيانات التشغيلية Operation Entities

يوجد كيان واحد ضعيف وهو:

١. النتيجة Results.

ثالثا- الكيانات الضعيفة Weak Entities

يوجد كيان واحد ضعيف وهو:

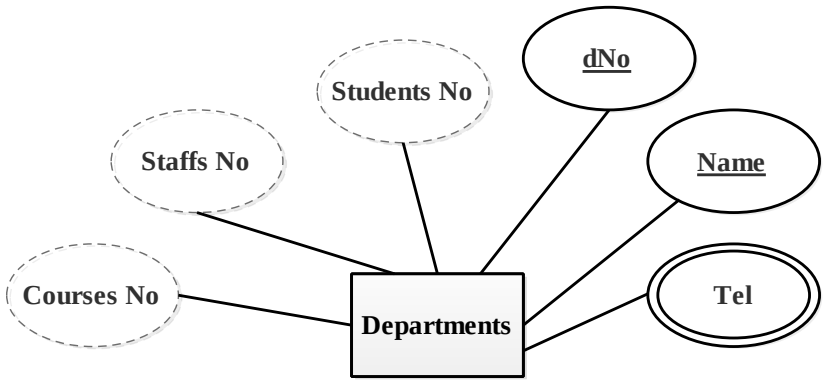
١. التابعين Dependent.

٢- السمات Attributes

٢-١- كيان الأقسام العلمية Departments

جدول (١) سمات كيان الأقسام العلمية

نوع السمة	الاسم	الوصف
السمة المفتاح	dNo	رقم القسم
	Name	اسم القسم.
السمات متعددة القيم	Tel	رقم الهاتف.
السمات المشتقة	Staffs No	عدد أعضاء هيئة التدريس في القسم.
	Students No	عدد الطلاب في القسم.
	Courses No	عدد المقررات الدراسية في القسم.

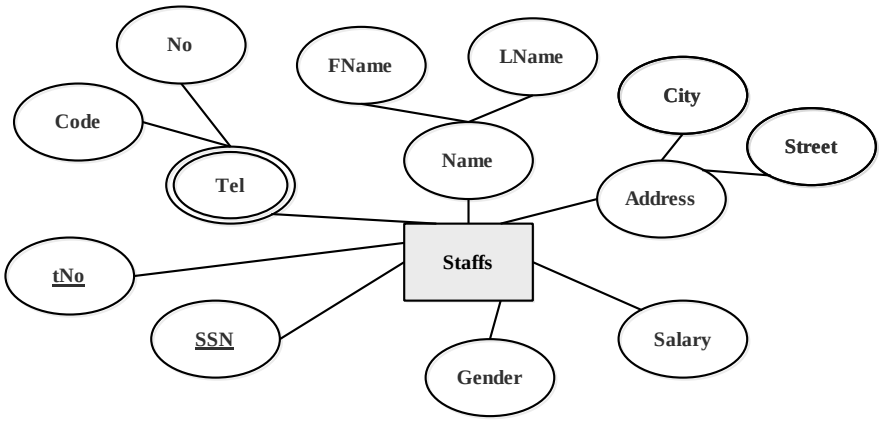


شكل (٣٥) كيان الأقسام العلمية

٢-٢- كيان أعضاء هيئة التدريس Staffs

جدول (٢) سمات كيان أعضاء هيئة التدريس

نوع السمة	الاسم	الوصف
السمة المفتاح	tNo	رقم عضو هيئة التدريس
السمة المركبة	Name	الاسم
	Address	العنوان
السمة المعقدة	Tel	رقم الهاتف
السمة الفريدة	SSN	الرقم القومي
السمات البسيطة	Gender	النوع
	Salary	الراتب

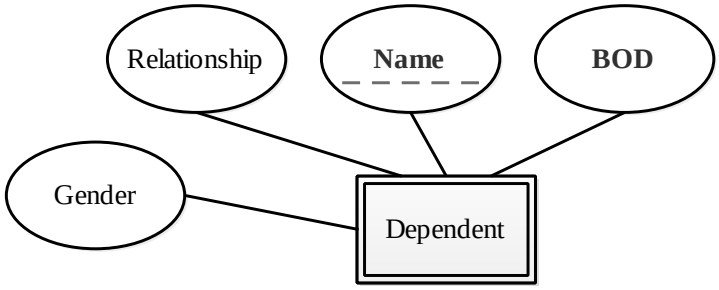


شكل (٣٦) كيان أعضاء هيئة التدريس

٢-٣- كيان التابعيين Dependent

جدول (٣) سمات كيان التابعين

نوع السمة	الاسم	الوصف
السمة الجزئية	Name	الاسم
السمات البسيطة	Gender	النوع
	BOD	تاريخ الميلاد
	Relationship	نوع العلاقة

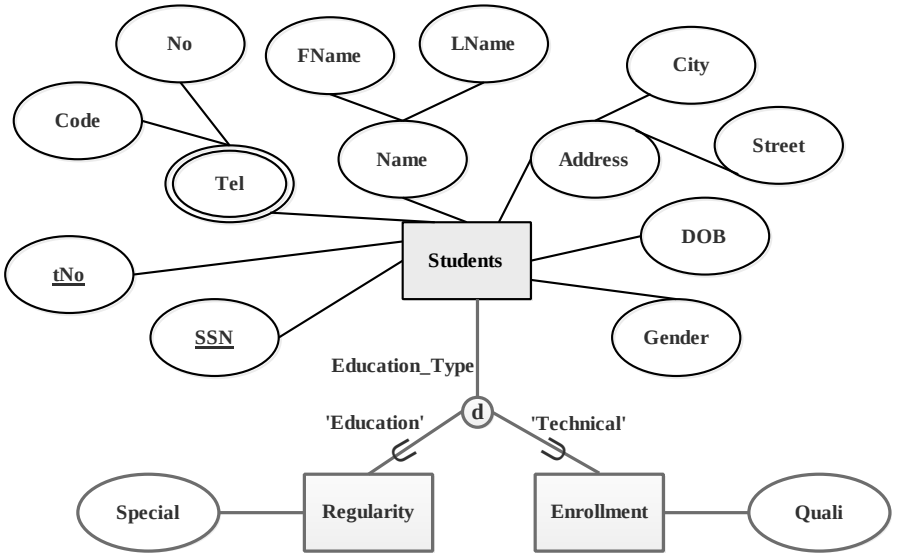


شكل (٣٧) كيان التابعيين

٢-٤- كيان الطلاب Students

جدول (٤) سمات كيان الطلاب

نوع السمة	الاسم	الوصف
السمة المفتاح	sNo	رقم الطالب
السمة المركبة	Name	الاسم
	Address	العنوان
	Tel	رقم الهاتف
السمة الفريدة	SSN	الرقم القومي
السمات البسيطة	Gender	النوع
	DOB	تاريخ الميلاد
السمات المحلية	Quali	المؤهل الدراسي
	Special	التخصص

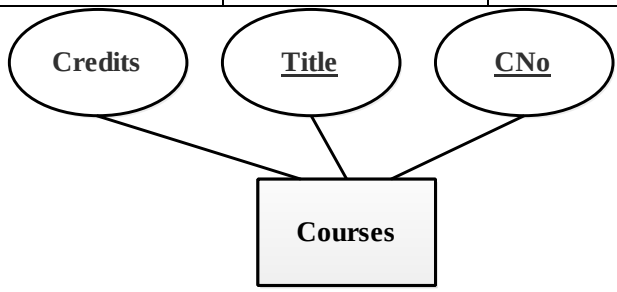


شكل (٣٨) كيان الطلاب

٢-٥- كيان المقررات الدراسية Courses

جدول (٥) سمات كيان المقررات الدراسية

نوع السمة	الاسم	الوصف
السمة المفتاح	cNo	رقم المقرر
السمة الفريدة	Title	عنوان الكتاب
السمات البسيطة	Credits	النوع



شكل (٣٩) كيان المقررات الدراسية

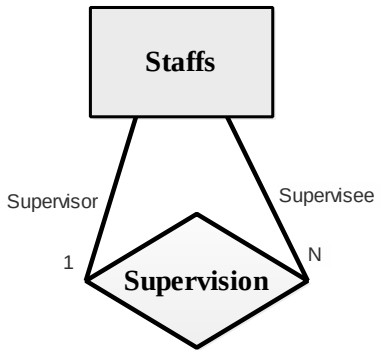
٣- العلاقات Relationships

٣-١- العلاقات العكسية Recursive Relationship

ويقصد بها العلاقات التي تربط الكيان مع نفسه، ونجد في التحليل السابق ان هناك علاقة واحدة خاصة بكيان أعضاء هيئة التدريس Staffs.

جدول (٦) العلاقات العكسية

درجة العلاقة	علاقة عكسية Recursive Relationship
الكيانات	Staffs
نوع العلاقة	رأس بأطراف One to Many.
نوع المشاركة	مشاركة جزئية Partial Participation.



شكل (٤٠) العلاقات العكسية

٣-٢- العلاقة الثنائية Binary Relationship

ويقصد بها العلاقات التي تربط كيانين مع بعضهما البعض.

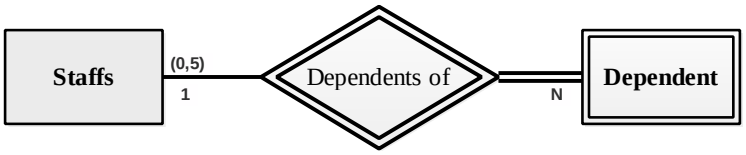
أولا العلاقات الضعيفة Weak Relationships

ويقصد بها العلاقة التي تربط بين الكيانات النظامية Regular Entities، والكيانات الضعيفة Weak Entities.

تجد في التحليل السابق ان هناك علاقة واحدة تربط بين الكيان النظامي (أعضاء هيئة التدريس Staffs)، مع الكيان الضعيف (التابعيين Dependent).

جدول (٧) العلاقات الثنائية الضعيفة

درجة العلاقة	علاقة ثنائية Binary Relationship	
الكيانات	Staffs	Dependent
نوع العلاقة	رأس One.	أطراف Many.
نوع المشاركة	جزئية Partial.	كلية Total.
Min, Max	(0,5)	



شكل (٤١) العلاقات الضعيفة

ثانيا- العلاقات المنتظمة Regular Relationships

ويقصد بها العلاقة التي تربط بين الكيانات النظامية Regular Entities، وبعضها البعض.

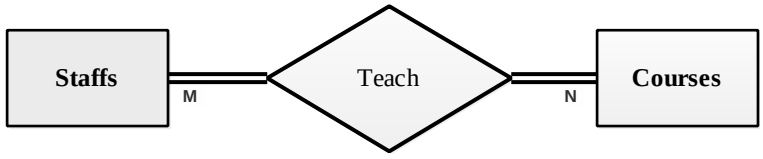
تجد في التحليل السابق ان هناك ثماني علاقات كالتالي:

١. العلاقة بين الكيانين (Staffs, Courses).
٢. العلاقة بين الكيانين (Department, Courses).
٣. العلاقة بين الكيانين (Students, Courses).
٤. وعلاقة أخرى بين الكيانين (Students, Courses).
٥. العلاقة بين الكيانين (Students, Department).
٦. العلاقة بين الكيانين (Staffs, Students).
٧. العلاقة بين الكيانين (Staffs, Department).
٨. وعلاقة أخرى بين الكيانين (Staffs, Department).

١- العلاقة بين الكيانين (Staffs, Courses).

جدول (٨) العلاقة بين الكيانين (Staffs, Courses)

درجة العلاقة	علاقة ثنائية Binary Relationship	
الكيانات	Courses	Staffs
نوع العلاقة	أطراف Many.	أطراف Many.
نوع المشاركة	كلية Total.	كلية Total.
Min, Max	-	-

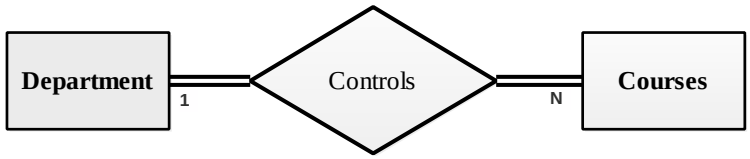


شكل (٤٢) العلاقة بين الكيانين (Staffs, Courses)

٢- العلاقة بين الكيانين (Department, Courses).

جدول (٩) العلاقة بين الكيانين (Department, Courses)

درجة العلاقة	علاقة ثنائية Binary Relationship	
الكيانات	Courses	Department
نوع العلاقة	أطراف Many.	رأس One.
نوع المشاركة	كلية Total.	كلية Total.
Min, Max	-	-

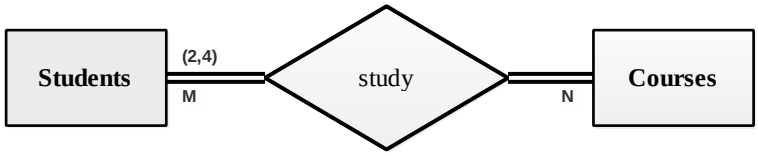


شكل (٤٣) العلاقة بين الكيانين (Department, Courses)

٣- العلاقة الأولى بين الكيانين (Students, Courses).

جدول (١٠) العلاقة الأولى بين الكيانين (Students, Courses)

درجة العلاقة	علاقة ثنائية Binary Relationship	
الكيانات	Courses	Students
نوع العلاقة	أطراف Many.	أطراف Many.
نوع المشاركة	كلية Total.	كلية Total.
Min, Max	-	(2,4)

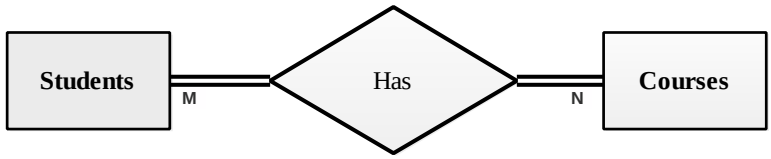


شكل (٤٤) العلاقة الأولى بين الكيانين (Students, Courses)

٤- العلاقة الثانية بين الكيانين (Students, Courses).

جدول (١١) العلاقة الثانية بين الكيانين (Students, Courses)

درجة العلاقة	علاقة ثنائية Binary Relationship	
الكيانات	Courses	Students
نوع العلاقة	أطراف Many.	أطراف Many.
نوع المشاركة	كلية Total.	كلية Total.
Min, Max	-	-

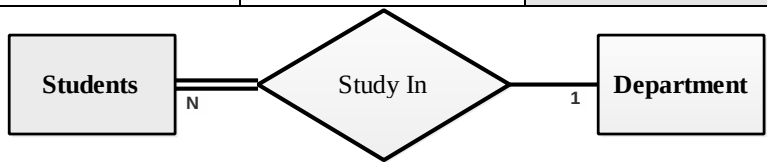


شكل (٤٥) العلاقة الثانية بين الكيانين (Students, Courses)

٥- العلاقة بين الكيانين (Students, Department).

جدول (١٢) العلاقة بين الكيانين (Students, Department)

درجة العلاقة	علاقة ثنائية Binary Relationship	
الكيانات	Department	Students
نوع العلاقة	رأس One.	أطراف Many.
نوع المشاركة	جزئية Partial.	كلية Total.
Min, Max	-	-

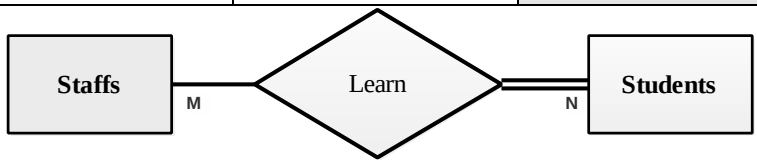


شكل (٤٦) العلاقة بين الكيانين (Students, Department)

٦- العلاقة بين الكيانين (Staffs, Students).

جدول (١٣) العلاقة بين الكيانين (Staffs, Students)

درجة العلاقة	علاقة ثنائية Binary Relationship	
الكيانات	Students	Staffs
نوع العلاقة	أطراف Many.	أطراف Many.
نوع المشاركة	كلية Total.	جزئية Partial.
Min, Max	-	-

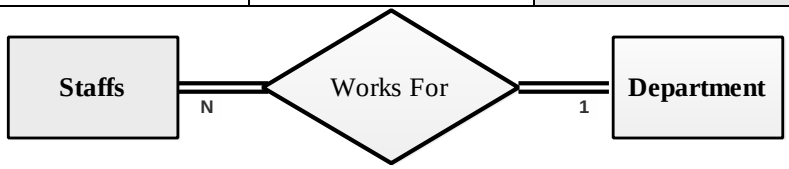


شكل (٤٧) العلاقة بين الكيانين (Staffs, Students)

٧- العلاقة الأولى بين الكيانين (Staffs, Department).

جدول (١٤) العلاقة الأولى بين الكيانين (Staffs, Department)

درجة العلاقة	علاقة ثنائية Binary Relationship	
الكيانات	Department	Staffs
نوع العلاقة	رأس One.	أطراف Many.
نوع المشاركة	كلية Total.	كلية Total.
Min, Max	-	-

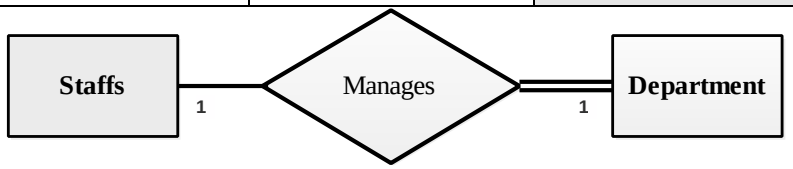


شكل (٤٨) العلاقة الأولى بين الكيانين (Staffs, Department)

٨- العلاقة الثانية بين الكيانين (Staffs, Department).

جدول (١٥) العلاقة الثانية بين الكيانين (Staffs, Department)

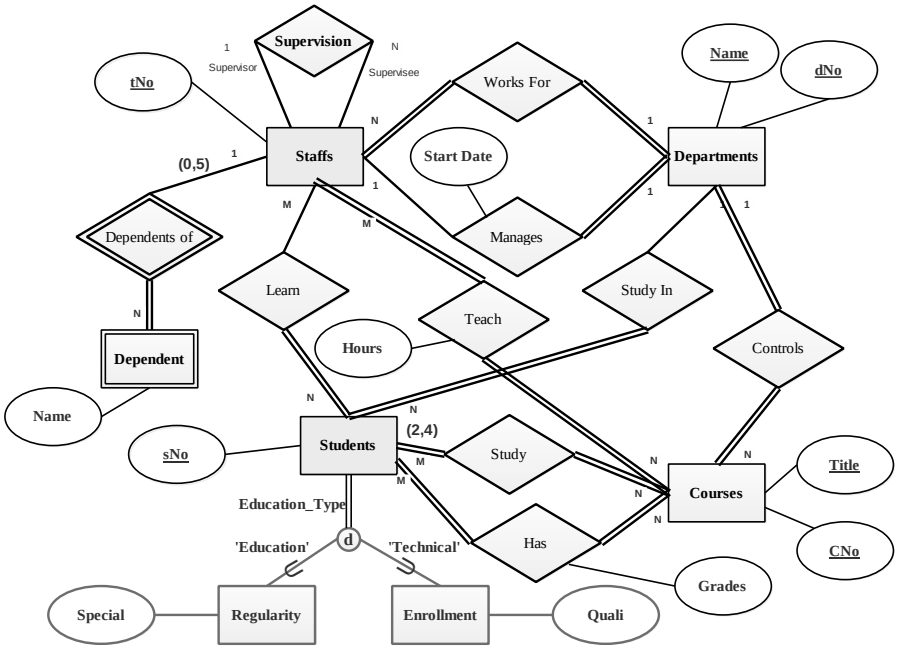
درجة العلاقة	علاقة ثنائية Binary Relationship	
الكيانات	Department	Staffs
نوع العلاقة	رأس One.	رأس One.
نوع المشاركة	كلية Total.	جزئية Partial.
Min, Max	-	-



شكل (٤٩) العلاقة الثانية بين الكيانين (Staffs, Department)

٤- نموذج (الكيان- العلاقة) المطور EERD لنظام الكلية النهائي

عند تجميع المخططات السابقة في نموذج واحد سيكون الشكل النهائي لنموذج (الكيان- العلاقة) المطور للكلية كما يلي:



شكل (٥٠) نموذج (الكيان- العلاقة) المطور EERD لنظام الكلية النهائي

المراجع

Bernhard Thalheim. (2013). Entity-Relationship Modeling Foundations of Database Technology. Springer Berlin Heidelberg.

Chen, P. P. S. (1976). The entity-relationship model—toward a unified view of data. *ACM transactions on database systems (TODS)*, *1*(1), 9-36.

Sikha Saha Bagui ،Richard Walsh Earp. (2022). Database Design Using Entity-Relationship Diagrams. CRC Press.

Teorey, T. J., Yang, D., & Fry, J. P. (1986). A logical design methodology for relational databases using the extended entity-relationship model. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, *18*(2), 197-222.

Thalheim, B. (2013). *Entity-relationship modeling: foundations of database technology*. Springer Science & Business Media.