مقدمة في قواعد البيانات

تصميم قواعد البيانات بطريقة علمية

مخطط الكيان العلائقي ERD

صيغ التطبيع Normalization

حسن علي حسن إبراهيم

2021

مقدمة في قواعد البيانات

النسخة الأولى

حسن علي حسن إبراهيم

محاضر – قسم هندسة البرمجيات

كلية تقنية المعلومات – جامعة طرابلس – ليبيا

2021

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَمَا أُوتِيتُمْ مِنَ الْعِلْمِ إِلَّا قَلِيلًا ﴾

سورة الإسراء، الآية 85

الإهداء

أهدي هذا الكتاب إلى والدي ووالدتي

وإلى زوجتي وأبنائي

وإلى أخي وأخواتي

وإلى كل طالب علم

محتويات مختصرة

الفصل	الصفحة
المقدمة Preface	**1**
الفصل 1 مقدمة في قواعد البيانات Introduction to Databases	**10**
الفصل 2 بيئة قاعدة البيانات Database Environment	**41**
الفصل 3 النموذج العلائقي The Relational Model	**70**
الفصل 4 مخطط علاقة الكيان Entity–Relationship Diagram	**99**
الفصل 5 مخطط نمذجة البيانات Data Modelling Schema	**152**
الفصل 6 التطبيع Normalization	**193**
الفصل 7 الجبر العلائقي Relational Algebra	**258**
الملحق أ Appendix A	**303**
الملحق ب Appendix B	**309**
الملحق ج Appendix C	**342**
المراجع References	**350**

المحتويات

المقدمة Preface 1

الفصل الأول مقدمة في قواعد البيانات Introduction to Databases ... 10

1.1 المقدمة Introduction 12

2.1 النظام القائم على الملف File-Based System 12

1.2.1 عيوب النظام القائم على الملف Disadvantages of File-Based System ... 21

3.1 قاعدة البيانات Database 24

4.1 نظام إدارة قواعد البيانات DBMS 25

1.4.1 لغة تعريف البيانات Data Definition Language DDL 28

2.4.1 لغة معالجة البيانات Data Manipulation Language DML 29

3.4.1 لغة التحكم في البيانات Data Control Language DCL 29

4.4.1 مزايا نظام إدارة قواعد البيانات Advantages of DBMS 31

5.1 بيئة نظام إدارة قواعد البيانات DBMS Environment 34

1.5.1 البرمجيات Software 35

2.5.1 المعدات Hardware 36

3.5.1 البيانات Data 36

4.5.1 الإجراءات Procedures 36

5.5.1 الإنسان People 37

6.1 ملخص الفصل Chapter Summary 38

7.1 أسئلة مراجعة Review Questions 40

الفصل الثاني بيئة قاعدة البيانات Database Environment..... 41

1.2 المقدمة Introduction 43

2.2 بنية المستويات الثلاثة Three-Level Architecture..... 43

1.2.2 المستوى الخارجي External Level..... 46

2.2.2 المستوى المفاهيمي Conceptual Level 46

3.2.2 المستوى الداخلي Internal Level 47

4.2.2 ربط البيانات بين المستويات الثلاثة Mapping Data Between Three Levels 48

3.2 مخطط قاعدة البيانات Database Schema 52

4.2 حالة قاعدة البيانات Database Instance..... 53

5.2 استقلال البيانات Data Independence..... 53

1.5.2 الاستقلال المنطقي للبيانات Logical Data Independence..... 54

2.5.2 الاستقلال المادي للبيانات Physical Data Independence..... 54

6.2 نماذج البيانات Data Models..... 55

1.6.2 نموذج البيانات الهرمية Hierarchical Data Model 56

2.6.2 نموذج البيانات الشبكية Network Data Model..... 61

3.6.2 نموذج البيانات العلائقية Relational Data Model 64

7.2 ملخص الفصل Chapter Summary 67

8.2 أسئلة مراجعة Review Questions 69

الفصل الثالث النموذج العلائقي The Relational Model..... 70

1.3 المقدمة Introduction..... 72

2.3 بنية البيانات العلائقية Relational Data Structure 73

1.2.3 العلاقة Relation..... 73

2.2.3 الخاصية Attribute..... 73

3.2.3 المجال Domain 75

4.2.3 الصف Tuple 76

5.2.3 درجة العلاقة Relation Degree 76

6.2.3 أصل العلاقة Relation Cardinality..... 77

3.3 قاعدة البيانات العلائقية Relational Database..... 77

4.3 خصائص العلاقة Properties of Relation..... 78

5.3 المفاتيح العلائقية Relational Keys 79

1.5.3 المفتاح الشامل Super Key 80

2.5.3 المفتاح الرئيسي Primary Key PK..... 81

3.5.3 المفتاح المرشح Candidate Key..... 82

4.5.3 المفتاح الأجنبي Foreign Key FK..... 82

5.5.3 المفتاح الثانوي Secondary Key.....84

6.3 مخطط قاعدة البيانات العلائقية Relational Database Schema..85

7.3 قيود التكامل Integrity Constraints.....89

1.7.3 قيد القيمة غير المعرفة Null Constraint 90

2.7.3 قيد تكامل الكيان Entity Integrity Constraint 91

3.7.3 قيد التكامل المرجعي Referential Integrity Constraints 93

4.7.3 قيد المدى Domain Constraint.....94

5.7.3 قيد المفتاح Key Constraint.....94

8.3 ملخص الفصل Chapter Summary 95

9.3 اسئلة مراجعة Review Questions 97

الفصل الرابع مخطط علاقة الكيان Entity–Relationship Diagram....99

1.4 المقدمة Introduction.....101

2.4 الكيان Entity.....102

1.2.4 الكيان القوي Strong Entity 103

2.2.4 الكيان الضعيف Weak Entity..... 103

3.4 الخاصية Attribute.....104

1.3.4 الصفة البسيطة Simple Attribute 105

2.3.4 الصفة المركبة Composite Attribute 106

3.3.4 الصفة ذات القيمة الأحادية Single-Valued Attribute 107

4.3.4 الصفة ذات القيمة المتعددة Multi-Valued Attribute..... 107

5.3.4 الصفة المشتقة Derived Attribute 108

4.4 العلاقة Relationship 109

5.4 تفسير مخططات علاقة الكيان Interpreting ER Diagrams 110

6.4 التعددية Multiplicity 112

7.4 المشاركة والأصل Cardinality and Participation..... 112

1.7.4 قيود المشاركة Participation Constraints..... 113

2.7.4 قيود الأصل Cardinality Constraints 113

8.4 أنواع العلاقات Types of Relationships..... 115

1.8.4 علاقة واحد إلى واحد One-to-One Relationship 116

2.8.4 علاقة واحد إلى العديد One-to-Many Relationship..... 119

3.8.4 علاقة العديد إلى العديد Many-to-Many Relationship 122

4.8.4 العلاقة الدائرية Recursive Relationship 124

1.4.8.4 العلاقة الدائرية نوع واحد إلى واحد 1: 1 One-to-One 125

2.4.8.4 العلاقة الدائرية نوع واحد إلى العديد 1: N One-to-Many 128

3.4.8.4 العلاقة الدائرية العديد إلى العديد M: N Many-to-Many 131

9.4 تعدد العلاقات لكيان واحدMultiple Relationships to a Entity.133

10.4 درجة العلاقة Relationship Degree 135

1.10.4 درجة العلاقة الأحادية Unary Relationship 135

2.10.4 درجة العلاقة الثنائية Binary Relationship 136

3.10.4 درجة العلاقة الثلاثية Ternary Relationship 137

11.4 ملخص الفصل Chapter Summary 148

12.4 أسئلة مراجعة Review Questions..... 149

الفصل الخامس مخطط نمذجة البيانات Data Modelling Schema ...152

1.5 المقدمة Introduction..... 154

2.5 مخطط نمذجة البيانات Data modelling schema 154

1.2.5 مخطط علاقة الكيان Entity Relationship Diagram ERD..... 155

3.5 تحويل مخطط علاقة الكيان إلى مخطط قاعدة البيانات العلائقية..... 155

1.3.5 القاعدة 1: تحويل الكيان القوي Strong Entity 156

2.3.5 القاعدة 2: تحويل الخاصية ذات القيمة الأحادية Single-Valued 156

3.3.5 القاعدة 3: تحويل الخاصية المركبة Composite 157

4.3.5 القاعدة 4: تحويل الخاصية متعددة القيم Multi-Valued..... 158

5.3.5 القاعدة 5: تحويل الكيان الضعيف Weak Entity..... 161

6.3.5 القاعدة 6: تحويل العلاقة نوع عديد إلى عديد M:N..... 164

7.3.5 القاعدة 7: تحويل العلاقة من نوع واحد إلى واحد 1:1 167

8.3.5 القاعدة 8: تحويل العلاقة من نوع واحد إلى عديدN:1..... 172

9.3.5 القاعدة 9: تحويل العلاقة الدائرية Recursive Relationship 174
1.9.3.5 العلاقة الدائرية Recursive Relationship من نوع واحد إلى واحد 175
2.9.3.5 العلاقة الدائرية Recursive Relationship من نوع واحد إلى عديد 176
3.9.3.5 العلاقة الدائرية Recursive Relationship من نوع عديد إلى عديد 178
10.3.5 القاعدة 10: تحويل العلاقة الثلاثية 3-ary 179
4.5 ملخص الفصل Chapter Summary 190
5.5 أسئلة مراجعة Review Questions 191
الفصل السادس التطبيع Normalization 193
1.6 المقدمة Introduction.....195
2.6 صيغ التطبيع Normalization 196
3.6 قواعد التطبيع Roles Of Normalization 197
4.6 تكرار البيانات وأخطاء التحديث Update Anomalies 199
1.4.6 أخطاء الإدخال Insertion Anomalies 201
2.4.6 أخطاء التعديل Modification Anomalies 202
3.4.6 أخطاء الحذف Deletion Anomalies..... 203
5.6 الإعتمادية الوظيفية Functional Dependency.....204
1.5.6 الإعتمادية الوظيفية الكلية Full Functional Dependency..... 206
2.5.6 الإعتمادية الوظيفية الجزئية Partial Functional Dependency 207
3.5.6 الإعتمادية الوظيفية المتعدية Transitive Functional Dependency 208

4.5.6 استخدام الإعتمادية الوظيفية Using Functional Dependencies 209

6.6 تحديد المفتاح الرئيسي PK للجدول باستخدام الإعتمادية الوظيفية 214

7.6 التطبيع Normalization 215

1.7.6 الصيغة غير المطبعة Unnormalized Form UNF..... 218

2.7.6 صيغة التطبيع الأولى First Normal Form 1NF 221

3.7.6 صيغة التطبيع الثانية Second Normal Form 2NF..... 223

4.7.6 صيغة التطبيع الثالثة Third Normal Form 3NF 226

8.6 ملخص الفصل Chapter Summary 253

9.6 أسئلة مراجعة Review Questions 254

الفصل السابع الجبر العلائقي Relational Algebra 258

1.7 المقدمة Introduction.....259

2.7 العمليات العلائقية الأحادية Unary Relational Operations 266

1.2.7 عملية الإختيار SELECT 266

2.2.7 عملية الإسقاط PROJECT..... 271

3.2.7 تسلسل عمليات الإختيار SELECT والإسقاط PROJECT..... 273

3.7 العمليات العلائقية الثنائية Binary Relational Operations.....274

1.3.7 الاتحاد UNION 275

2.3.7 التقاطع INTERSECTION 277

3.3.7 الفرق DIFFERENCE 278

4.3.7 الضرب الكارتيزي CARTESIAN PRODUCT 280

5.3.7 عملية الربط JOIN 283

6.3.7 الروابط الخارجية OUTER JOINs 285

1.6.3.7 الربط الخارجي من اليسار ⟕ LEFT OUTER JOIN 286

2.6.3.7 الربط الخارجي من اليمين ⟖ RIGHT OUTER JOIN 288

3.6.3.7 الربط الخارجي الكامل ⟗ FULL OUTER JOIN 291

4.7 ملخص الفصل Chapter Summary 298

5.7 أسئلة مراجعة Review Questions 299

الملحق أ Appendix A 303

الملحق ب Appendix B 309

الملحق ج Appendix C 342

المراجع References 350

المقدمة Preface

بسم الله والحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله.

شهدت العقود الماضية تطورا كبيرا في مجال تقنية المعلومات وخصوصاً بعد ظهور وانتشار شبكة الانترنت بشكل واسع، فأصبحت المصارف والشركات والمؤسسات وغيرها وخصوصا الكبيرة منها مثل الشركات الكبرى متعددة الجنسيات (لديها فروع في عدة دول) تعتمد اعتماداً كلياً على استخدام نظم الحاسوب، هذه الأنظمة الحاسوبية تحتاج إلى مخازن كبيرة للبيانات والتي بجب أن تتميز بسهولة الاستخدام من حيت عمليات تخزين واسترجاع ومعالجة البيانات، وأيضا القدرة على المحافظة على المعلومات المخزنة من التلف والاستخدام غير الآمن. على سبيل المثال، عند القيام بالبحث عبر الانترنت في مواقع البحث مثل Google أو Yahoo تظهر لك آلاف الروابط التي تنقل إلى مواقع آخرى، هذه البيانات التي يتم الوصول إليها عبر هذه الروابط تخزن داخل مخازن كبيرة للبيانات تسمى قاعدة البيانات Database.

تعتبر قاعدة البيانات Database من الركائز الاساسية في علم الحاسوب، لأنها هي الإطار الحاوي للبيانات، حيث غيرت قواعد البيانات الطريقة التي كانت تعمل بها العديد من الشركات والمؤسسات، مما ترتب عليه ظهور الكثير من التقنيات التي تعمل بكفاءة عالية وآمنة وأكثر سهولة في الاستخدام عند التعامل مع كم كبير من البيانات، وأدى هذا التطور الكبير في التقنيات إلى ظهور العديد من الأنظمة التي تتعامل بقواعد البيانات تسمى أنظمة إدارة قواعد البيانات DBMSs **D**ata**b**ase **M**anagement **S**ystems.

في نهاية الستينات تم استخدام نظام إدارة قواعد البيانات DBMS داخل المصارف لحفظ حسابات الزبائن، وفي مكاتب الخطوط لحجز تذاكر المسافرين. يتميز نظام إدارة قواعد البيانات بسهولة الاستخدام مما ساعد الطلاب والتقنيين والمستخدمين والهواة على إنشاء قواعد بيانات غير متناسقة بسب عدم معرفتهم بالطريقة العلمية الصحيحة لإنشائها بطريقة تشتغل عليها التطبيقات بأداء عالي. تتمثل كفاءة قواعد البيانات في قوة نظام إدارة قواعد البيانات الذي يقوم بإدارتها مع إبقائها متاحة للمستخدمين على فترات طويلة من الزمن وبعيدة عن المخاطر Risks.

مرت مراحل بناء وتطور أنظمة إدارة قواعد البيانات DBMSs في البداية على أساس نماذج Models البيانات، تُستخدم هذه النماذج لوصف بنية البيانات داخل قاعدة البيانات، حيث استخدم النموذج الهرمي، يليه النموذج الشبكي، ثم النموذج العلائقي.

النموذج العلائقي كان أساس ظهور نظام إدارة قواعد البيانات العلائقية Relational Database Management System RDBMS سنة 1970، والذي تم فيه تمثيل البيانات داخل قاعدة البيانات على شكل جداول تحتوي صفوف وأعمدة، هذا النموذج العلائقي سيكون المحور الرئيسي في هذا الكتاب.

جاءت فكرة هذا الكتاب على توفير مادة دراسية كمقدمة في قواعد البيانات العلائقية Relational Database والتي تعتبر أساس النظام السائد لتطبيقات

الأعمال في الوقت الحاضر في البيئات الأكاديمية والتجارية على حد سواء، حيث يقدم هذا الكتاب فكرة عامة حول قواعد البيانات ويوفر منهجية واضحة لمُساعدة الطلاب والتقنيين والمستخدمين والهواة في استخدام مخطط الكيان العلائقي ERD وصيغ التطبيع Normalization لتصميم قواعد البيانات بشكل صحيح وفعال.

تنظيم الكتاب Organization of The Book

ينقسم هذا الكتاب إلى سبعة فصول وثلاثة ملاحق:

الفصل الأول يقدم نبده بشكل مختصر على الأنظمة القائمة على الملفات File-Based Systems سواء أكانت الملفات ورقية أو الكترونية Electronic Files ويبين عيوبها والمشاكل التي تحدث جراء استخدامها، مثل فصل وعزل البيانات عن بعض والذي يسبب ازدواجية البيانات، ويبين الحل لهذه العيوب والمتمثل في انشاء قاعدة بيانات Database مركزية يرتبط بها الجميع ويديرها نظام إدارة قواعد البيانات DBMS، هذا النظام يعتبر حلقة وصل بين المستخدم وقاعدة البيانات، ويوضح المزايا Advantages التي يقدمها نظام إدارة قواعد البيانات من التحكم في تكرار البيانات ومشاركة البيانات وأمن البيانات. ثم يتكلم بشكل مختصر على بيئة نظام إدارة قواعد البيانات Database Management System Environment ويبين مكوناتها الخمس.

الفصل الثاني يفحص بنية قاعدة البيانات المكونة من ثلاث مستويات Three-Level Database Architecture، المستوى الخارجي والمفاهيمي والداخلي External, Conceptual, and Internal Level، ويبين ما يتم في كل مستوى من المستويات الثلاثة، ويناقش كيف يتم ربط البيانات بين المستويات الثلاثة في معمارية نظم ادارة قواعد البيانات ANSI-SPARC، التي يتم فيها تداول البيانات من المستوى الخارجي إلى المستوى الداخلي مروراً بالمستوى المفاهيمي عن طريق ما يسمى بالربط Mapping مع إعطاء مثال توضيحي، ينتقل بعد ذلك لتعريف مخطط قاعدة البيانات Database Schema وحالة قاعدة البيانات Database Instance، ثم الانتقال للحديث على الاستقلال المنطقي والمادي للبيانات Logical and Physical Data Independence والذي يحمى كل مستوى من المستويات الثلاثة من التغييرات التي تحدث في المستوى الآخر، وأخيراً في هذا الفصل يشرح نماذج البيانات Data Models المتمثلة في النموذج الهرمي Hierarchical والنموذج الشبكي Network والنموذج العلائقي Relational Model.

الفصل الثالث يشرح بنية البيانات العلائقية Relational Data Structure ويعرف بعض المصطلحات مثل العلاقة Relation والخاصية Attribute والنطاق Domain والصف Tuple، ويتكلم بإيجاز على قاعدة البيانات العلائقية Relational Database، كما يوضح بعض الشروط التي يجب توفرها في خصائص العلاقة Properties of Relation، ويبين المفاتيح العلائقية Relational Keys مثل المفتاح الرئيسيPrimary Key والمفتاح

الأجنبي Foreign Key، ويحدد مخطط قاعدة البيانات العلائقية Relational Database Schema المتمثل في وضع الجداول في صيغة مبسطة، كما يشير إلى قيود التكامل Integrity Constraints التي تطبق على الخصائص لضمان تكامل (سلامة) ودقة البيانات المدخلة في جداول قاعدة البيانات.

الفصل الرابع يبين المفاهيم الأساسية لتقنية مخطط الكيان العلائقي ERD **E**ntity–**R**elationship **D**iagram المتمثلة في الكيان Entity والخاصية Attribute والعلاقة Relationship لتصميم قاعدة البيانات ويبين أنواعها، ثم يشرح الرموز المستخدمة في تصميم قاعدة البيانات في نموذج ER باستخدام رموز تشين Chen. ويوضح كيف يتم تفسير Interpreting مخططات الكيان العلائقي ER بين كيانين، ويبين أنواع العلاقات Relationships، ويوضح مصطلح التعددية Multiplicity، ويبين قيود المشاركة Participation والمتمثلة في المشاركة الاختيارية والالزامية والأصل Cardinality، كما يشرح كيف يتم التعامل مع الكيانات عند تعدد العلاقات لكيان واحد Multiple Relationships، وأخيرا يتكلم على درجة العلاقة Relationship Degree، الاحادية Unary والثنائية Binary والثلاثية Ternary التي تشير إلى عدد الكيانات المرتبطة بالعلاقة.

الفصل الخامس يشرح بالتفصيل مع ذكر مثال للقواعد العشر التي تستخدم لتحويل مخطط علاقة الكيان Entity Relationship Diagram ERD إلى مخطط قاعدة البيانات العلائقية Relational Database Schema للوصول إلى تصميم قاعدة بيانات صحيحة خالية من التكرار.

الفصل السادس يتناول تقنية أخرى للوصول إلى تصميم قاعدة بيانات صحيحة وذلك باستخدام صيغ التطبيع Normalization، حيث يركز هذا الفصل في البداية على توضيح مشاكل التي تحدث داخل الجداول من تكرار البيانات وأخطاء التحديث Data Redundancy and Update Anomalies قبل تطبيق صيغ التطبيع، ويبين الأنواع الثلاثة للاعتمادية الوظيفية Functional Dependency وكيفية استخدامها والاستفادة منها في تحديد المفتاح الرئيسي للجدول Primary Key وتقسيم الجدول إلى عدة جداول، ثم ينتقل إلى شرح مفصل لمراحل صيغ التطبيع Normalization Forms الأربعة المتمثلة في الصيغة غير المطبعة Unnormalized Form (UNF) وكيف يكون شكل البيانات بداخلها، وصيغة التطبيع الأولى First Normal Form (1NF) وكيفية تحديد المفتاح الرئيسي بداخلها، وصيغة التطبيع الثانية Second Normal Form (2NF) والتي يتم إزالة الاعتمادية الوظيفية الجزئية منها، وصيغة التطبيع الثالثة Third Normal Form (3NF) والتي فيها يتم إزالة الاعتمادية المتعدية مع اعطاء مثال واضح لهم.

الفصل السابع يتحدث على الجبر العلائقي Relational Algebra وهو لغة غير مطبقة (نظرية) لمعالجة البيانات، حيث يقسم العمليات الجبرية العلائقية إلى قسمين، القسم الأول العمليات العلائقية الأحادية Unary Relational Operations مثل الإختيار SELECT والإسقاط PROJECT، والتي يتم تنفيذها على جدول واحد فقط، والقسم الثاني العمليات العلائقية الثنائية Binary Relational Operations التي يتم تنفيذها على جدولين أو أكثر مثل الاتحاد Union والتقاطع Intersection والاختلاف Difference وعملية

الربط JOIN ويبين أنواع الربط، مع اعطاء بعض الأمثلة التوضيحية على هذه العمليات.

الملاحق Appendices

الملحق أ يبين مخططات قاعدة البيانات العلائقية Relational Database Schemas المستخدمة في الكتاب بالإضافة إلى التي تم استخرجها وتكوينها من النص.

الملحق ب يشرح كيفية تمثيل مخططات علاقة الكيان ERD الموجودة في الفصل الرابع باستخدام رموز Crow's Foot و UML لتصميم قاعدة البيانات.

الملحق ج يقدم قاموس Dictionary إنجليزي–عربي للمصطلحات المستخدمة داخل فصول الكتاب.

المراجع References

تحتوي المراجع على الكتب التي تم استخدامها في تأليف هذا الكتاب.

أسئلة المراجعة Review Questions

يحتوي الكتاب على أسئلة مراجعة في نهاية كل فصل، هذه الأسئلة من نوعين مقالية وتحليلية، تم وضع حل للأسئلة التحليلية **بالملحق د** في الموقع على الرابط https://hassanebrahem.com.ly/books/.

كيف تتواصل معي Contact Me

آمل إرسال التعليقات والأسئلة المتعلقة بهذا الكتاب عبر صفحة **تواصل معي** بالموقع على الرابط https://hassanebrahem.com.ly/contact-me/.

كما يمكن الحصول على بعض تفاصيل الكتاب عبر الصفحة الخاصة **بالكتاب** بالموقع على الرابط https://hassanebrahem.com.ly/books/.

أعضاء هيئة التدريس والمهتمين الذين يرغبون في استخدام هذا الكتاب في تدريس قواعد البيانات ويريدون الحصول على شرائح العرض Slides الخاصة بالكتاب في ملف نوع PowerPoint، يتم المراسلة عبر صفحة **تواصل معي** بالموقع على الرابط https://hassanebrahem.com.ly/contact-me/.

الشكر والتقدير Acknowledgments

أولاً أشكر **الله عز وجل** على توفيقه في إخراج هذه النسخة لحيز الوجود، **وثانياً** عن أبي هريرة رضي الله عنه أن النبي صلى الله عليه وسلم قال: «لا يَشْكُرُ اللَّهَ مَنْ لا يَشْكُرُ النَّاسَ»، أود أن أتقدم بجزيل الشكر **للمراجعين**، الذين أخذت من وقتهم الثمين لمراجعة هذا الكتاب وعلى مناقشاتهم المفيدة وهم:

د. كمال المبروك مفتاح، رئيس قسم الحاسب الآلي، كلية العلوم، **جامعة غريان**.

د. عبدالسلام الفيتوري النويصري، وكيل الشؤون العلمية، كلية تقنية المعلومات، **جامعة طرابلس**.

د. رضوان علي بلقاسم، رئيس قسم هندسة البرمجيات سابقاً، كلية تقنية المعلومات، **جامعة طرابلس**.

المراجعة اللغوية

أ. **فهمي بدر الدين عبدالسلام**، محاضر بقسم اللغات، كلية اللغات، **جامعة غريان**