

בסיסי נתונים טבלאיים

ושפת SQL

עקרונות ועיצוב

מוקדש באהבה

לאשתי ארנונה

לילדיי אייל ואיילת

❖ לנוחותך תמצא בצד הפנימי של העטיפה מאחור את תרשימים בסיס הנתונים לדוגמה, כפי שמופיע בעמודים 244-246.

❖ קרא בנספח על התקליטור המצורף ועל התוכנה FirstSQL.

עורך ראשי: **יצחק עמיהוד**

עריכה לשונית ועיצוב: **שרה עמיהוד, ענבל אילני**

הגחה: **יואל ארוץ**

עיצוב עטיפה: **שרון רז**

תוכנת התרגול **FirstSQL** נכתבה על ידי **בועז אביאני**

שמות מסחריים

שמות המוצרים והשירותים המוזכרים בספר הינם שמות מסחריים רשומים של החברות שלהם. הוצאת הוד-עמי עשתה כמיטב יכולתה למסור מידע אודות השמות המסחריים המוזכרים בספר זה ולציין את שמות החברות, המוצרים והשירותים. שמות מסחריים רשומים (registered trademarks) המוזכרים בספר צוינו בהתאמה.

הודעה

ספר זה מיועד לתת מידע אודות מוצרים שונים. נעשו מאמצים רבים לגרום לכך שהספר יהיה שלם ואמין ככל שניתן, אך אין משתמעת מכך כל אחריות שהיא. המידע ניתן "כמות שהוא" ("as is"). הוצאת הוד-עמי אינה אחראית כלפי יחיד או ארגון עבור כל אובדן או נזק אשר ייגרם, אם ייגרם, מהמידע שבספר זה, או מהתקליטור שמצורף לו.

לשם שטף הקריאה כתוב ספר זה בלשון זכר בלבד. ספר זה מיועד לגברים ונשים כאחד ואין בכוונתנו להפלות או לפגוע בציבור המשתמשים/ות.

☐ טלפון: 09-9564716

☐ פקס: 09-9571582

☐ דואר אלקטרוני: info@hod-ami.co.il

☐ אתר באינטרנט: www.hod-ami.co.il

בסיסי נתונים טבלאיים

ושפת SQL

עקרונות ועיצוב

רז הייפרמן



Relational Data Bases and SQL

Principles and Design

By **Raz Heiferman**

Editor: **I. Amihud**

(C)

כל הזכויות שמורות

הוצאת הוד-עמי

לספרי מחשבים בע"מ

ת.ד. 6108 הרצליה 46160

טלפון: 09-9564716 פקס: 09-9571582

info@hod-ami.co.il

אין להעתיק או לשדר בכל אמצעי שהוא ספר זה או קטעים ממנו בשום צורה ובשום אמצעי אלקטרוני או מכני, לרבות צילום והקלטה, אמצעי אחסון והפצת מידע, ללא אישור בכתב מאת ההוצאה, אלא לשם ציטוט קטעים קצרים בציון שם המקור.

הודפס בישראל תש"ס, 2000

All Rights Reserved

HOD-AMI Ltd.

P.O.B. 6108, Herzliya

ISRAEL, 2000

מסת"ב ISBN 965-361-219-0

הקדמה

בשנים שחלפו מאז פרסמתי את הספר "בסיסי נתונים טבלאיים ושפת SQL" בשנת 1993, חלו מספר שינויים והתפתחויות שהשפיעו רבות על התפתחות טכנולוגיית בסיסי הנתונים בכלל, ועל טכנולוגיית בסיסי הנתונים הטבלאיים בפרט. השינויים הבולטים הם:

❖ **התפוצה הרחבה של המודל הטבלאי:** מאז הופעת התיאוריה המגדירה את המודל הטבלאי בתחילת שנות ה-70, נדרשו יותר מעשר שנים למחקר ולפיתוח החומרה והתוכנה שיכולה הייתה להוציא את התיאוריה מן הכוח אל הפועל. שנות ה-80 הבליטו את חשיבות המודל הטבלאי על חשבון המודלים האחרים, וביניהם המודל ההיררכי והמודל הרשתי. בשנות ה-90 אנו עדים לכך שרוב מערכות המידע החדשות מפותחות ופועלות סביב בסיס נתונים טבלאי – RDBMS (Relational DBMS). מערכות אלו הפכו לטכנולוגיית ניהול הנתונים המועדפת עבור רוב מערכות המידע המודרניות, עבור מערכות תומכות החלטה ומחסני נתונים (Data Warehouses) ועבור שרתי אינטרנט (Web Servers). מערכות ניהול בסיסי הנתונים הוותיקות יותר, כדוגמת IMS, IDMS, Adabas ואחרות נדחקו הצידה והשימוש בהן הולך ופוחת.

❖ **שפת SQL הפכה לשפת ניהול הנתונים התקנית הנפוצה ביותר:** שפת SQL הפכה לשפת הגישה וניהול בסיסי הנתונים הנפוצה ביותר. השפה התפתחה והשתכללה. בשנת 1993 רוב המערכות תמכו בעיקר בתקן SQL1, אך כיום רוב המערכות תומכות ברוב מרכיביו של תקן SQL2 שהתפרסם בשנת 1992. בנוסף, גובשה טיוטת תקן הקרויה SQL3, שיכיל מספר הרחבות משמעותיות בכל הקשור ליכולת המודל הטבלאי לתמוך באובייקטים ובטיפוסי נתונים מופשטים (Abstract Data Types). תקן זה עוד לא אושר, אולם רוב יצרני המערכות המסחריות החלו לאמץ חלק מהרעיונות המופיעים בטיטה.

❖ **מעבר מסביבת מחשוב הומוגנית ומרכזית לסביבת מחשוב הטרוגנית מבוזרת:** סביבת המחשוב הארגונית מבוססת כיום על סביבות מחשוב מבוזרות והטרוגניות הפועלות במודל שרת/לקוח (Client/Server). מערכות אלו מבוססות על שילוב של מחשבים אישיים חזקים עם ממשק משתמש מבוסס Windows, על רשתות תקשורת מקומיות (LAN) מהירות ועל שרתים מרובי מעבדים עתירי עוצמה וזולים יחסית, המופעלים על ידי מערכות הפעלה Unix ו-Windows NT. מספר הארגונים המבססים את מודל המחשוב שלהם על מחשבים מרכזיים ומחשבי מיני המבוססים על מערכות הפעלה וותיקות יותר כגון MVS ו-VMS הולך ופוחת. חלה התפתחות עצומה בכל הקשור לתקנים פורמליים ותקנים בפועל, המאפשרים לארגון לנהל את הנתונים בצורה מבוזרת ולשתף נתונים המנוהלים בבסיסי נתונים שונים (Interoperability).

❖ **התרחבות יישומי מולטימדיה:** יישומים מודרניים מורכבים מבוססים על ממשקים גרפיים ומשלבים מולטימדיה (גרפיקה, טקסט, נתונים, קול, וידאו וכד'). יישומים אלה מפותחים בסביבות פיתוח מוכוונות אובייקטים (Object Oriented) ושפות תכנות כגון ++C, Java או שפות דור רביעי (4GL) כגון Visual Basic, PowerBuilder,

Magic ו- Developer2000. שיטות פיתוח אלו הצריכו שיפור במערכות לניהול בסיסי נתונים המבוססות על המודל הטבלאי. חלק מהשיפורים מופיע כבר בטיוטת התקן SQL3.

❖ **התרחבות מהירה של האינטרנט (Internet) והאינטראנט (Intranet):** השימוש הנרחב באינטרנט ובאינטראנט להפצת מידע, למסחר אלקטרוני ולפיתוח יישומים ארגוניים הפך לאחת התופעות המדהימות של העשור האחרון. יותר ויותר יישומים ארגוניים מפותחים כיום באוסף הטכנולוגיות שנוצרו לטובת האינטרנט. יישומים אלה פועלים על בסיסי הנתונים הארגוניים והביאו לדרישה גוברת לשיפור הביצועים, להגדלת הזמינות (24 x 7 x 365) והתמיכה של מערכות לניהול בסיסי הנתונים ביישומים חדשים.

❖ **הופעת תפיסת מחסני נתונים (Data Warehouses):** בשנים האחרונות חלה התפתחות עצומה בתפיסת מחסן הנתונים, שמטרתה לבנות סביבת מחשוב ייעודית עבור אספקת מידע תומך החלטות. סביבת מחשוב זו היא סביבה נפרדת מהמערכות התפעוליות וברוב המקרים משתמשת בבסיס נתונים טבלאי ובאוסף הולך וגדל של כלי תחקור, כלי ניתוח נתונים וכלי כריית נתונים (Data Mining) המבוססים על שיטת ניהול נתונים זו.

❖ **שיפור ושכלול תהליכי עיצוב בסיס הנתונים:** במקביל להתפתחויות אלו נצבר ניסיון וידע רב בכל הקשור לשיטות עיצוב בסיס הנתונים. נוצרה אבחנה ברורה בין העיצוב התפיסתי של בסיס הנתונים לבין המבנה הפיסי שלו. בעיצוב המודל אנו פוגשים מושגים הלקוחים ממודל האובייקטים: היררכיות סמנטיות, הורשה ועוד.

שינויים אלה בסביבת המחשוב המודרנית והתפישות המתקדמות באחסון ובניהול נתונים חייבו עדכון משמעותי של הספר כדי להבטיח את התאמתו לעולם המשתנה והצגת תמונה עדכנית של טכנולוגיית בסיסי הנתונים הטבלאיים. למעשה זהו ספר חדש לחלוטין, אשר מספר חלקים שבו מקבילים לספר הקודם.

מטרת הספר להציג בפני הקורא את עקרונות טכנולוגיית בסיסי הנתונים בכלל וטכנולוגיית בסיסי הנתונים הטבלאיים בפרט, ואת הצורה שבה עקרונות אלה יושמו במציאות באמצעות מערכות RDBMS מסחריות. הספר נועד כספר לימוד בתחום מערכות מידע או מדעי המחשב, לכל מי שעוסק בניתוח ופיתוח מערכות מידע ולכל מי שמשתמש במערכות מידע ומעוניין להכיר ולהבין את העקרונות של טכנולוגיית בסיסי הנתונים הטבלאיים. הספר מנסה לספק את הידע ולענות על האתגרים איתם מתמודד כיום מנתח המערכות ומהנדס התוכנה בסביבת המחשוב המודרנית.

הספר מניח שלקורא יש רקע מוקדם בנושא ארגון קבצים וניתוח מערכות מידע והוא בעל ניסיון בסיסי בשפת תכנות כלשהי. לשם רענון הידע, הקורא מופנה לספר "ארגון נתונים וקבצים", גם הוא מפרי עטו של המחבר, שפורסם בשנת 1995.

לא אוכל לסיים הקדמה זו ללא תודה מיוחדת לאשתי ושני ילדי, אשר גילו סבלנות אין קץ ועודדו אותי לאורך כל תקופת הכנת ספר זה.

תוכן עניינים מקוצר

חלק א': מושגי יסוד בטכנולוגיית בסיסי הנתונים 23

פרק 1 : רקע ומושגי יסוד 25

פרק 2 : עקרונות מערכות לניהול בסיסי נתונים 40

חלק ב': עיצוב מודל הנתונים הטבלאי 87

פרק 3 : ניתוח ועיצוב מודל הנתונים התפישתי 89

פרק 4 : פיתוח ועיצוב מודל הנתונים הטבלאי 134

פרק 5 : נירמול נתונים (Data Normalization) 175

פרק 6 : מתודולוגיה לעיצוב בסיס הנתונים

(Database Design Methodology) 194

חלק ג': שפת SQL 225

פרק 7 : מבוא ומושגי יסוד בשפת SQL 228

פרק 8 : פקודות לטיפול בנתונים (Data Manipulation) 248

פרק 9 : הגדרת בסיס הנתונים (Data Definition) 314

פרק 10 : טבלאות מדומות ושימושיהן (Views) 349

פרק 11 : אבטחת נתונים בסביבת SQL (Data Security) 370

פרק 12 : תכנות בסביבת SQL (Programming with SQL) 382

פרק 13 : מזניקים ופרוצדורות בסיס נתונים

(Stored Procedures and Triggers) 433

פרק 14 : עיבוד תנועות בסביבת SQL (Transaction Processing) 447

פרק 15 : קטלוג המערכת (System Catalog) 489

497 חלק ד': נושאים מתקדמים

499..... פרק 16 : בסיסי נתונים בסביבה מבוזרת

543..... פרק 17 : בסיסי נתונים מבוזרים (Distributed Databases)

פרק 18 : בסיסי נתונים מוכווני אובייקטים

570..... (Object Oriented Databases)

615 נספח: מה בתקליטור

625 ביבליוגרפיה

629 אינדקס

תוכן העניינים

חלק א': מושגי יסוד בטכנולוגיית בסיסי הנתונים 23

25	פרק 1: רקע ומושגי יסוד
26	מבוא
28	רקע
30	מערכת מידע
31	רכיבי מערכת המידע
31	רכיב קליטת תנועות (Transaction Processing)
32	רכיב עיבוד הנתונים (Data Processing)
33	רכיב הצגת הנתונים (Data Presentation)
33	רכיב ניהול הנתונים (Data Management)
33	יישום (Application)
34	תוכניות יישום (Application Programs)
36	מערכות תפעוליות ומערכות מחסן נתונים
38	סיכום
39	שאלות חזרה ותרגילים
40	פרק 2: עקרונות מערכות לניהול בסיסי נתונים
41	מבוא
42	ציוני דרך עיקריים בהתפתחות מערכות לניהול נתונים
42	מערכות בסיסיות לניהול נתונים
43	מערכות לניהול קבצים – FMS
44	מערכות לניהול בסיסי נתונים - דור ראשון
45	מערכות לניהול בסיסי נתונים טבלאיים
46	מערכות לניהול בסיסי נתונים מוכווני אובייקטים
46	מערכות ניהול קבצים
50	מערכות לניהול בסיסי נתונים
53	מודל העבודה של מערכת RDBMS
54	סכימה גלובלית (Global Schema)
56	תת-סכימה (View)
58	סכימה פנימית (Physical Schema)
60	בסיס הנתונים (Database)
60	קטלוג המערכת (System Catalog)
61	תוכניות יישום (Application Programs)
62	תפקידים שונים בסביבת בסיס נתונים

62	מנהל בסיס הנתונים
64	מעצבי בסיסי נתונים (Database Designers)
64	מהנדסי יישום (Application Engineers)
64	משתמשי קצה (End Users)
64	עיקרון הפעולה של מערכות RDBMS
65	הגדרת בסיס הנתונים (Database Definition)
66	גישה לבסיס הנתונים
66	גישה אינטראקטיבית (Interactive Access)
69	גישה מתוכנית יישום הכתובה בשפת תכנות מדור שלישי
71	גישה מתוך תוכנית הכתובה בשפת תכנות מדור רביעי
71	מחוללי שאילתות ודוחות (Query and Report Generators)
71	גישה משרת Web
72	מודל העבודה של מערכת RDBMS
75	שירותים במערכת לניהול בסיסי נתונים
76	אחסון, עדכון ושליפה
76	מבנה לוגי ופיסי של נתונים
77	אי-תלות לוגית ופיסית
78	ניהול קטלוג המערכת
80	תמיכה בעיבוד תנועות ועדכון מרובה משתמשים
80	אבטחת נתונים
81	יתרונות וחסרונות של טכנולוגיית בסיסי הנתונים
81	יתרונות
82	חסרונות
83	סיכום
84	שאלות חזרה ותרגילים

87 חלק ב': עיצוב מודל הנתונים הטבלאי

89	פרק 3: ניתוח ועיצוב מודל הנתונים התפישתי
90	מבוא
91	מודל הנתונים (Data Model)
93	תהליך עיצוב מודל הנתונים
94	המודל התפישתי (Conceptual Model)
95	המודל הלוגי (Logical Model)
96	המודל הפיסי (Physical Model)
97	מודל ישויות-קשרים (Entity Relationship Data Model)
97	ישויות
98	תכונה (Attribute)
101	ערך של תכונה (Attribute Value)
102	טיפוס נתונים (Data Type)

102.....	מרחב ערכים (Attribute Domain)
105.....	קבוצת ישות (Entity Type)
107.....	מפתחות ישות (Entity Keys)
109.....	היררכיות סמנטיות (Semantic Hierarchies)
110.....	הפשטה (Abstraction)
110.....	סיווג (Classification)
112.....	צירוף (Aggregation)
113.....	הכללה (Generalization)
117.....	טבלת תיאור של קבוצת ישות
117.....	קשרים (Relationships)
119.....	דרגת הקשר (Relationship Degree)
120.....	פונקציונליות הקשר (Relationship Functionality)
122.....	קרדינליות הקשר (Relationship Cardinality)
123.....	תלות קיומית (Existence Dependence)
124.....	תלות בזמן
124.....	קשר נושא מידע
125.....	ייצוג קבוצות ישות וקשרים על ידי טבלאות
127.....	תרשים ישויות-קשרים (Entity-Relationship Diagram)
129.....	סיכום
130.....	שאלות חזרה ותרגילים
134	פרק 4: פיתוח ועיצוב מודל הנתונים הטבלאי
135.....	מבוא
137.....	רקע היסטורי
138.....	סקירת שלושת המודלים הקלאסיים
138.....	המודל הרשתי (Network Data Model)
139.....	המודל ההיררכי (Hierarchical Data Model)
140.....	מודל הנתונים הטבלאי (Relational Data Model)
141.....	מושגי יסוד בתורת הקבוצות
141.....	קבוצה (Set)
144.....	פעולות בקבוצות
147.....	פונקציות (Functions)
148.....	המודל הטבלאי
148.....	יחס מתמטי (Mathematical Relation)
151.....	סכימה של טבלה (Relation Schema)
153.....	סכימה טבלאית (Relational Schema)
154.....	ייצוג קשרים במודל הטבלאי
155.....	אמינות במודל הטבלאי (Relational Integrity)
155.....	אמינות הישות (Entity Integrity)
155.....	אמינות הקשר (Referential Integrity)
156.....	אלגברה טבלאית (Relational Algebra)

157	האופרטורים של האלגברה הטבלאית
159	בחירת שורות (Select)
160	בחירת עמודות - היטל (Project)
161	צירוף טבלאות (Join)
163	סוגי צירוף נוספים
163	צירוף כללי (Theta Join)
163	צירוף למחצה (Semi Join)
164	צירוף חיצוני (Outer Join)
166	צירוף עצמי (Reflexive Join)
166	איחוד טבלאות (Union)
167	חיסור טבלאות (Minus)
168	חיתוך טבלאות (Intersection)
169	מכפלה קרטזית (Product)
170	חילוק טבלאות (Division)
171	סיכום
172	שאלות חזרה ותרגילים
175	פרק 5: נירמול נתונים (Data Normalization)
176	מבוא
176	מהי מטרת נירמול נתונים
179	תלות פונקציונלית (Functional Dependency)
181	חוקי ההיסק של ארמסטרונג
183	מבנה ברמת נירמול ראשונה (First Normal Form)
185	מבנה BCNF (Boyce Codd Normal Form)
186	פירוק טבלאות (Decomposition)
188	תלות רב-ערכית ומצב NF4
190	שאלות חזרה ותרגילים
	פרק 6: מתודולוגיה לעיצוב בסיס הנתונים
194	(Database Design Methodology)
195	מבוא
196	תיאור כללי של המתודולוגיה
197	תיאור מפורט של המתודולוגיה
197	שלב א': עיצוב מודל-על ראשוני
198	שלב ב': ניתוח נקודות מבט מקומיות
198	שלב ג': המרת המודל התפישתי למודל טבלאי
199	המרת מודל תפישתי למודל טבלאי
199	המרת קבוצת ישות רגילה
199	המרת קבוצת ישות עם תכונה מרובת מופעים
200	המרת קבוצת ישות חלשה
201	המרת קשר חד-חד-ערכי

201	המרת קשר חד-רב-ערכי
202	קשר רב-רב-ערכי
202	המרת קשר רב-רב-ערכי רפלקסיבי
203	המרת קשר רב-רב-ערכי בדרגה גבוהה
203	המרת היררכיה סמנטית
204	דוגמה להמרת מודל תפישתי למודל טבלאי
205	דוגמה לתהליך עיצוב בסיסי נתונים
206	רקע כללי ותיאור האירוע
207	דרישות מידע
211	תהליך עיצוב בסיס הנתונים
211	שלב א': מודל-על ראשוני
212	שלב ב': שילוב מודלים מקומיים
220	שלב ג': המרת המודל הגלובלי למודל טבלאי
221	סיכום
222	שאלות חזרה ותרגילים
222	אירוע בעיצוב בסיס נתונים

225 חלק ג': שפת SQL

228 פרק 7: מבוא ומושגי יסוד בשפת SQL

229	מבוא - הרקע להתפתחות השפה
231	שפת SQL כשפה תקנית
234	אי-תלות בנתונים בשפת SQL
235	כיצד מפעילים פקודות SQL
236	סוגי פקודות SQL
236	פקודות להגדרת בסיס הנתונים (Data Definition)
237	פקודות לטיפול בנתונים (Data Manipulation)
237	פקודות בקרת גישה (Data Access Control)
238	פקודות בקרת תנועות (Transaction Control)
238	פקודות מיוחדות לשילוב שפת SQL בשפה מארחת (Programmatic SQL)
239	אבני הבניין של פקודת SQL
241	טיפוסי נתונים (Data Types)
242	שיטה לתיאור מבנה פקודות SQL
244	בסיס נתונים לדוגמה
247	שאלות חזרה ותרגילים

248	פרק 8: פקודות לטיפול בנתונים (Data Manipulation)
249	מבוא
250	הפקודה SELECT
250	מבנה כללי של הפקודה SELECT
252	תרשים תחביר של הפקודה SELECT
252	שאליות לטבלה אחת (Single Table Queries)
252	שליפת כל העמודות וכל השורות
253	שליפת שורות ועמודות מסוימות
254	שינוי שם עמודה
255	שליפת שורות ללא הצגת שורות כפולות
256	בחירת שורות (Row Selection)
257	בדיקת השוואה (Comparison Test)
259	בדיקה השוואה עם תנאי בוליאני (Boolean Condition)
260	בדיקת טווח ערכים רציף (Range Test)
260	בדיקת קיום ערך בתוך קבוצת ערכים (Set Membership Test)
261	בדיקת מחרוזות (Pattern Matching)
264	עמודות מחושבות (Calculated Columns)
266	הוספת כיתוב קבוע בשורות המוצגות
266	פונקציות מובנות (Built-in Functions)
269	אריתמטיקה של תאריכים (Date Arithmetics)
270	מיון התוצאה (ORDER BY)
272	שאליות מקובצות (Grouped Queries)
275	שאליות עם מספר טבלאות (Multi-table Queries)
282	צירוף טבלאות על ידי Outer Join
283	צירוף טבלה אל עצמה (Self Join)
284	מכפלה קרטזית בין טבלאות (Cartesian Product)
284	תת-שאליות (Sub Queries)
286	בדיקת תנאי השוואה (Subquery Comparison Test)
287	בדיקת קבוצת ערכים (Set Membership Test)
289	השוואת ערך בודד מול ערך כלשהו (Any)
290	השוואת ערך בודד מול כל הערכים (All)
291	תת-שאליות מתואמות (Correlated Sub Queries)
293	בדיקת קיום (Existence Test)
294	תת-שאליות במשפט HAVING
295	איחוד תוצאות של שאליות (Union)
296	חיתוך תוצאות של שאליות (Intersect)
297	פקודות לעדכון בסיס הנתונים
297	הוספת שורה בודדת (Single Row Insert)
299	הוספת מספר שורות (Multi-row Insert)
299	עדכון שורות (Update)

301	.....	ביטול שורות (Delete)
302	.....	טיפול בערכים חסרים (Null Values)
303	.....	לוגיקה תלת-ערכית (Three Valued Logic)
305	.....	טיפול בערכים חסרים על ידי פקודות SQL
305	.....	הוספת שורות עם ערכים חסרים
306	.....	בדיקת ערכים חסרים (Null Value Test)
307	.....	בדיקת ביטוי לוגי
307	.....	בדיקת טווח (Between Test)
308	.....	צירוף טבלאות (Join)
308	.....	פונקציות מובנות (Built In Functions)
309	.....	שאליות עם הקבצות (Grouped Queries)
310	.....	סיכום
311	.....	שאלות חזרה ותרגילים
314	.....	פרק 9: הגדרת בסיס הנתונים (Data Definition)
315	.....	מבוא
316	.....	אמינות ושלמות בסיס הנתונים (Data Integrity)
316	.....	כללי אמינות ושלמות
317	.....	קטגוריות של כללי אמינות ושלמות בסביבת SQL
317	.....	נתוני חובה (Required Data)
318	.....	אילוצי מרחב ערכים (Domain Integrity)
318	.....	שלמות הטבלה (Table Integrity)
319	.....	שלמות הקשרים בין טבלאות (Referential Integrity)
321	.....	כללים וחוקים עסקיים (Business Rules)
321	.....	שמות וכינויים (SQL Identifiers)
322	.....	טיפוסי נתונים (Data Types)
323	.....	הגדרת בסיס נתונים חדש
323	.....	הגדרת מרחב ערכים (Domain Definition)
325	.....	הגדרת טבלה (Create Table)
325	.....	הגדרת טבלה חדשה
326	.....	נתוני חובה (Required Data)
327	.....	אילוץ מרחב ערכים (Domain Constraint)
328	.....	שימוש במרחב ערכים במקום טיפוס נתונים
328	.....	הגדרת מפתח עיקרי (Primary Key)
329	.....	אילוץ חד-ערכיות (Unique Constraint)
330	.....	שלמות קשרים בין טבלאות (Referential Integrity)
337	.....	אילוצים ברמת הטבלה (Check)
338	.....	ביטול טבלה מבסיס הנתונים (Drop Table)
339	.....	שינוי טבלה (Alter Table)
339	.....	הוספת עמודה
340	.....	ביטול עמודה קיימת

340	הוספת אילוף
341	שינוי ברירת מחדל לעמודה
341	הוספה או ביטול של מפתח עיקרי
342	הוספת או ביטול מפתח זר
342	שינויים מורכבים בהגדרת טבלאות
344	אילוצים ברמת בסיס הנתונים - הכרזות (Assertions)
345	אינדקסים (Indexes)
347	סיכום
347	שאלות חזרה ותרגילים
349	פרק 10: טבלאות מדומות ושימושיהן (Views)
350	מבוא
350	מהי טבלה מדומה וכיצד היא נבנית
352	שלבים בבניית טבלה מדומה
353	הגדרת טבלה מדומה (Create View)
355	טבלאות מדומות אופקיות (Horizontal Views)
356	טבלאות מדומות אנכיות (Vertical Views)
357	טבלאות מדומות משולבות - שורות ועמודות
358	טבלאות מדומות עם צירוף (Joined Views)
360	טבלאות מדומות עם פונקציות מובנות והקבצות (Grouped View)
360	תהליך שילוב השאילתות (View Resolution)
362	עדכון טבלאות מדומות (View Updatability)
362	מגבלות בעדכון טבלה מדומה
365	כללים לעדכון טבלה מדומה
366	ביטול טבלה מדומה (Drop View)
366	השוואה בין טבלה מדומה לבין תת-סכימה
367	סיכום
369	שאלות חזרה ותרגילים
370	פרק 11: אבטחת נתונים בסביבת SQL (Data Security)
371	מבוא
371	תפישת ההרשאות בסביבת SQL
372	זיהוי משתמשים (User Authentication)
373	אובייקטים מוגנים
373	זכויות (Privileges)
374	הענקת זכויות גישה (Grant)
377	ביטול זכויות גישה (Revoke)
379	טבלאות מדומות ואבטחת נתונים
379	הגנה על שורות בתוך טבלה
380	הגנה על שילוב כלשהו של עמודות ושורות
380	סיכום
381	שאלות חזרה ותרגילים

פרק 12: תכנות בסביבת SQL (Programming with SQL) 382

383	מבוא
384	אפשרויות הגישה לבסיסי נתונים טבלאיים מתוך תוכנית יישום
385	הפעלת קדם-מהדר בשיטה הסטטית
385	עקרונות העבודה עם קדם-מהדר
386	תהליך קדם-הידור (Pre-compilation Process)
387	שלב א': כתיבת תוכנית יישום
388	שלב ב': הידור התוכנית
389	שלב ג': הרצת התוכנית
391	שטח התקשורת - SQLCA (SQL Communication Area)
393	טיפול במצבי שגיאה (Error Handling)
396	עבודה עם משתני השפה המארכת (Host Language Variables)
397	טיפול בערכים חסרים בתוך שפה מארכת
400	שאלות מרובות שורות (Multi-row Queries)
400	עבודה עם הסמן - Cursor
402	הפקודה DECLARE להגדרת Cursor
403	הפקודה OPEN לפתיחת Cursor
404	הפקודה FETCH לשליפת שורות מתוך Cursor
405	הפקודה CLOSE לסגירת Cursor
405	דוגמה להפעלת שאילתה מרובת שורות
407	שימוש ב-Cursor לעדכון בסיס הנתונים
411	פקודות SQL דינמיות (Dynamic SQL)
413	בנייה דינמית של פקודות SQL
414	ביצוע מיידי של פקודת SQL
416	ביצוע דו-שלבי של פקודת SQL
421	פקודות SELECT המחזירות מספר בלתי ידוע של שורות
424	עבודה עם SQLDA על פי תקן SQL2
424	ממשק תכנות יישומים - API (Application Program Interface)
425	עקרון העבודה עם ממשק תכנות
427	ממשק התכנות של מערכת SQL Server
430	הבדלים עיקריים בין ממשק תכנות לבין פקודות משובצות
431	סיכום
432	שאלות חזרה ותרגילים

פרק 13: מזניקים ופרוצדורות בסיס נתונים

433 (Stored Procedures and Triggers)

434	מבוא
435	מנגנון המזניק (Trigger)
441	פרוצדורות בסיס נתונים (Stored Procedures)
441	גישה לבסיס נתונים על ידי זיכרון משותף
443	פרוצדורות בסיס נתונים

444	דוגמה לבניית פרוצדורה
446	סיכום
446	שאלות חזרה ותרגילים
447	פרק 14: עיבוד תנועות בסביבת SQL (Transaction Processing)
448	מבוא
448	מהי תנועה (Transaction)
449	דוגמה לביצוע תנועה
451	הגדרה ותכונות של תנועה
453	הפקודה COMMIT
454	ביצוע Commit בעבודה עם Cursor
455	הפקודה ROLLBACK
456	מודל התנועות (Transaction Model)
457	בדיקה מושהית של אילוצים
457	יומן אירועים (Log File)
460	נקודת מבדק (Checkpoint)
462	עדכון בו-זמני (Concurrent Updates)
464	בעיית העדכון האבוד (Lost Update)
467	עדכון רשומה שנמצאת בתהליך עדכון (Uncommitted Update)
469	ניתוח נתונים לא-עקבי (Inconsistent Analysis)
469	מנגנון נעילות (Locking)
470	רמת הנעילה (Locking Granularity)
472	סוג הנעילה (Lock Type)
474	נעילה דו-שלבית (Two Phase Locking)
475	נעילה ללא מוצא (Deadlock)
476	ביצוע הנעילה על ידי תוכנית היישום
477	פעולת נעילה בין שתי תוכניות
481	נעילה מפורשת של טבלה (Explicit Table Locking)
482	רמת הבידוד של תנועה (Isolation Level)
484	קביעת פרמטרים לנעילה (Locking Parameters)
484	גיבוי והתאוששות (Backup and Recovery)
485	גיבוי (Backup Utility)
486	שחזור לפנים (Forward Recovery)
486	שחזור לאחור (Backward Recovery)
486	סיכום
487	שאלות חזרה ותרגילים

489	פרק 15: קטלוג המערכת (System Catalog)
490	מבוא
490	קטלוג המערכת כחלק ממערכת RDBMS
491	תכולת קטלוג המערכת
493	שאליות על הקטלוג
494	קטלוג המערכת ותקן SQL
495	סיכום
496	שאלות חזרה ותרגילים

497 חלק ד': נושאים מתקדמים

499	פרק 16: בסיסי נתונים בסביבה מבוזרת
500	מבוא
501	מגמות במחשוב ארגוני
503	תקשורת בין משימות - הבסיס לביזור
503	העברת מסרים בין משימות
505	סוגי סינכרון של משימות
505	סוגי קישור בין משימות
506	איתור מיקום משימת השרת
508	העברת מסרים בין משימות
511	ארכיטקטורות מבוזרות
514	מרכיבי תוכנית יישום
515	מודל מסגרת לביזור מרכיבי תוכנית יישום
516	תצוגה מבוזרת (Distributed Presentation)
516	תצוגה מרוחקת (Remote Presentation)
517	שרת בסיס נתונים (Database Server)
518	שרת בסיס נתונים עם פרוצדורות בסיס נתונים
519	לוגיקה מבוזרת (Distributed Logic)
521	מודל האינטרנט
522	בסיס נתונים מבוזר
523	רמות התמיכה בתנועות הפועלות בסביבה מבוזרת
523	בקשה מרוחקת (Remote Request)
524	תנועה מרוחקת (Remote Transaction)
524	תנועה מבוזרת (Distributed Transaction)
526	בקשה מבוזרת (Distributed Request)
526	פרוטוקול Two Phase Commit לניהול תנועות מבוזרות
530	ארכיטקטורות לקישוריות בסביבה הטרוגנית
531	ארכיטקטורת הממשק האחיד (Common Interface)
534	ארכיטקטורת שער יציאה (Common Gateway)
535	ארכיטקטורת הפרוטוקול האחיד (Common Protocol)

536	ניהול העתקים (Copy Management)
537	העתקה פשוטה ליעד אחד
538	העתקה פשוטה למספר יעדים
539	העתקת מקטעים של טבלאות (Table Partitioning)
539	הפצת עדכונים בלבד (Incremental Updates)
540	מנגנונים לשכפול טבלאות (Replication Servers)
542	סיכום
542	שאלות חזרה ותרגילים
543	פרק 17: בסיסי נתונים מבוזרים (Distributed Databases)
544	מבוא
545	מהו בסיס נתונים מבוזר (Distributed Database)
548	יתרונות וחסרונות בסיס הנתונים המבוזר
549	מערכות מבוזרות הומוגניות והטרוגניות
550	ארכיטקטורה של מערכת מבוזרת
553	רמת השקיפות בבסיס נתונים מבוזר
553	פיצול טבלאות (Table Fragmentation)
554	כללים לבניית מקטעים
555	פיצול אופקי (Horizontal Fragmentation)
557	פיצול אנכי (Vertical Fragmentation)
558	פיצול מעורב (Mixed Fragmentation)
558	הקצאת מקטעים בבסיס נתונים מבוזר
559	תהליך הבנייה של בסיס נתונים מבוזר
560	שימוש בבסיס נתונים מבוזר
561	שקיפות למקטעים (Fragmentation Transparency)
562	שקיפות למיקום (Location Transparency)
562	ללא שקיפות
563	עדכון בסיס נתונים מבוזר עם שכפול
564	קטלוג המערכת בסביבה מבוזרת
565	אמינות בסיס נתונים מבוזר (Distributed Data Integrity)
565	כללי Date להגדרת בסיס נתונים מבוזר
568	סיכום
568	שאלות חזרה ותרגילים

פרק 18: בסיסי נתונים מוכווני אובייקטים

570	(Object Oriented Databases)
571	מבוא
573	סקירת החסרונות העיקריים של המודל הטבלאי
576	הרקע להתפתחות סביבות מוכוונות אובייקטים
577	מושגי יסוד במודל האובייקטים
577	אובייקט (Object)
578	זיהוי אובייקט (Object Identification)
578	תכונות של אובייקט (Object Attributes)
580	שירותים (Methods)
581	כמיסה - אריזת המצב וההתנהגות (Encapsulation)
582	מחלקת אובייקטים (Object Class)
585	אובייקטים זמניים ואובייקטים קבועים
586	היררכיה של אובייקטים
587	דריסה (Overriding)
588	ריבוי צורות (Polymorphism)
589	שפה לטיפול באובייקטים
590	מערכות ODBMS
591	סקירת ההבדלים בין מערכות RDBMS לבין מערכות ODBMS
592	מערכות Relational DBMS-Object
593	טיפוס הנתונים BLOB (Binary Large Object)
594	טיפוסי נתונים מופשטים (Abstract Data Types)
595	הרחבת טיפוסי הנתונים הבסיסיים
597	טיפוס נתונים מורכב (Composite Data Type)
600	טיפוסי נתונים שונים
604	קשרים בין טבלאות על ידי טיפוס נתונים "מצביע" (Reference)
608	פונקציות SQL
608	טיפוס נתונים מסוג "אוסף מצביעים" (SETOF)
610	טיפוס נתונים מסוג "מערך" (Array)
610	הורשה (Inheritance)
612	סיכום
613	שאלות חזרה ותרגילים
615	נספח: מה בתקליטור
624	התוכנה First SQL וקבצי התרגול
625	ביבליוגרפיה
629	אינדקס