

במסמך זה אציג מספר מערכות לניהול מסדי נתונים (DBMS – Database management system), המשותף לכל מערכות אלו הוא שהן תומכות בSQL ומנהלות מסדי נתונים בצורת מסדי נתונים רלציוניים (RDBMS – Relational DBMS), כלומר טבלאות ויחסים ביניהן. אתחיל מהסבר על המערכת הנוכחית הרצה – MS Access, על יתרונות וחסרונות, ולאחר מכן אדבר על חלופות אפשריות, לבסוף תהיה השוואה בין כלל המערכות והסקת מסקנות.

| | |
|---------|------------------------------|
| 1..... | מבוא: |
| 3..... | מערכת לניהול מסדי נתונים |
| 4..... | מסדי נתונים רלציונים: |
| 5..... | MS Access: |
| 5..... | סוגי אובייקטים: |
| 5..... | Specification: |
| 5..... | General: |
| 5..... | Table: |
| 6..... | Query: |
| 6..... | Form and Report: |
| 6..... | Macros: |
| 6..... | עלויות: |
| 7..... | SQL Server: |
| 7..... | Specification: |
| 7..... | עלויות: |
| 8..... | MySQL(Community edition): |
| 8..... | Specification: |
| 8..... | עלויות: |
| 9..... | SQLite: |
| 9..... | Specification: |
| 9..... | עלויות: |
| 10..... | PostgreSQL: |
| 10..... | Specification: |
| 10..... | עלויות: |
| 11..... | השוואה בין כלל מסדי הנתונים: |
| 11..... | מסקנות: |
| 13..... | מקורות: |

מערכת לניהול מסדי נתונים

מסד נתונים:

מסד נתונים הוא אמצעי המשמש לאחסון מסודר של נתונים במחשב באמצעי אחסון נתונים.

מערכת לניהול מסדי נתונים:

התוכנה באמצעותה מנהלים את מסד הנתונים.

מערכת לניהול מסדי נתונים מכילה את החלקים הבאים:

- (1) מסדי נתונים:
מכיל את כלל הטבלאות אשר קשורות לנושא מסוים.
- (2) אבטחה:
כניסה למסד נתונים ספציפי מוענק ע"י מודול האבטחה של מסד הנתונים.
- (3) Data dictionary:
מחזיק את המטה דטה של כל מסד נתונים (ושל כל האובייקטים הנמצאים בו)
- (4) מנוע אחסון (Storage engine):
מנוע האחסון אחראי על אופן שמירת המידע במסדר הנתונים, ואחראי על כל האספקטים של ניהולו, בפרט הוא אחראי על תמיכה במקביליות, קונסיסטנטיות, בבידוד ועמידות מסד הנתונים.
- (5) מעבד השאילתות (Query processor):
מעבד השאילתות אחראי על הוצאת שאילתות לפועל בצורה האופטימלית ביותר, לאחר שוודא שהשאילתה תקינה.

מסדי נתונים רלציונים:

מסדי נתונים רלציונים הם מסדי נתונים המבוססים על טבלאות, עד המצאת ה NoSQL מסדי נתונים רלציונים היוו כלל המערכות בשוק. במודל ה"ל", כל טבלה מכילה מידע על אובייקט כלשהו (למשל טבלה של לקוחות, טבלה של מוצרים, וטבלה של עסקאות שנעשו), בין כל טבלה לטבלה אחרת יכולים להיות אחד מהקשרים מהסוגים המצוינים מטה, או שיכול לא להופיע קשר כלל.

מכילים את החלקים הבאים:

טבלאות (Tables):

שומרות את המידע, עליהן מופעלות כל שאר הפעולות.

קשרים (Relationships):

הקישורים בין טבלאות שונות, עוזר לקשר בין טבלאות שונות, לדוגמה: בין רלציה של לקוחות לרלציה של הזמנה, רלציה של הזמנה תכיל מספר מזהה של לקוח (כמפתח זר) והמספר המזהה של הלקוח יהיה מפתח ראשי ברלציה של הלקוח.

- One to many : מוגדר כמו בדוגמה (לקוח יכול לעשות כמה הזמנות שונות, אבל כל הזמנה שייכת ללקוח אחד בדיוק)
- Many to many : לדוגמה מוצר יכול להופיע בכמה הזמנות, ובנוסף בהזמנה יכולים להופיע כמה מוצרים, ע"מ לממש קשר זה יש להוסיף טבלה נוספת (junction table) אשר תממש 2 קשרי One to many (עם מפתחות זרים של 2 הטבלאות)
- One to one : קשר שאינו נפוץ במיוחד, בעצם מהווה חלוקה של טבלה בודדת (לעיתי נעשה ע"מ להקטין את כמות העמודות).

שאלות (Queries):

בקשות מידע מהשרת לפי הגבלות מסוימות (לדוגמה כל האנשים שגילם עולה על 30)

:MS Access

תוכנה לניהול מסדי נתונים רלציונים של מייקרוסופט, חלק מחבילת Microsoft office.

סוגי אובייקטים:

טבלאות (Tables)

קשרים (Relationships)

שאלות (Queries)

:Forms

נועד לבניית UI למשתמשים. ניתן לתכנת את הטפסים בעזרת שאלות, תכונות, מקרואים ואפילו בעזרת Visual basic. ניתן להגביל פעולות אפשריות בטופס, ונתונים מסויימים שיוצגו

:Reports

שיטה לצפות במידע ממסד הנתונים, נועד ע"מ ליצור דוח מסודר של מידע (להדפסה לדוגמה)

:Macros

שיטה לאוטומציה והוספת פונקציונליות לטפסים ודוחות, כמו תכנית שמתבצעת כאשר מתבצעת פעולה כלשהי

:Modules

אוסף של פונקציות ומשתנים גלובליים, הנכתבים ב-VBA ע"י המשתמש, אשר מיועדים לשימוש במקום כלשהו ב-MS Access.

:Specification

:General

- (1) גודל מקסימלי למסד נתונים: 2gb
- (2) מספר אובייקטים מקסימלי במסד נתונים: 32,768
- (3) מספר מודולים מקסימלי (כולל טפסים ודוחות אשר דגל HasModule = True עבורם): 1000
- (4) מספר תווים מקסימלי בשם אובייקט: 64
- (5) מספר תווים מקסימלי בסיסמה: 14
- (6) מספר תווים מקסימלי בשם משתמש או שם קבוצה: 20
- (7) מספר משתמשים מקסימליים במקביל: 255

:Table

- (1) מספר תווים מקסימלי בשם של טבלה: 64
- (2) מספר תווים מקסימלי בשם של שדה: 64
- (3) מספר שדות מקסימלי: 255
- (4) מספר מקסימלי של טבלאות פתוחות: 2048
- (5) גודל טבלה מקסימלי: 2gb פחות הגודל הדרוש למערכת
- (6) מספר תווים מקסימלי בשדה text: 255
- (7) מספר תווים מקסימלי בשדה long text: 65,535
- (8) גודל מקסימלי של OLE Object (אובייקט שיכול לשמור כל סוג של מידע בינארי): 1gb
- (9) מספר indexes מקסימלי(שיטה ליעיל חיפוש בטבלה, ע"י שמירת הטבלה לפי מספר שדות שהמשתמש בוחר): 32
- (10) מספר indexes ומפתחות ראשיים מקסימלי: 10

:Query

הגבלות לא ריאליות, אין בעיה מבחינת שאילתות (קישור למפרט המלא מצורף למטה)

:Form and Report

- (1 מספר תווים מקסימלי בתווית : 2,048
- (2 מספר תווים מקסימלי בתיבת טקסט: 65,535
- (3 עומק קינון מקסימלי: 7
- (4 מספר שדות וביטויים מקסימלי שניתן לבצע לפיהם הקבצה (grouping) או מיון: 10

:Macros

- (1 מספר פעולות מקסימלי במקרו: 999
- (2 מספר תווים מקסימלי בתנאי: 255
- (3 מספר תווים מקסימלי בהערה: 255
- (4 מספר תווים מקסימלי בפרמטר לפעולה: 255

לרשימה מלאה:

<https://support.office.com/en-us/article/Access-2016-specifications-0cf3c66f-9cf2-4e32-9568-98c1025bb47c>

עלויות:

המוצר כלול בחבילות office מסוימות.

:SQL Server

מערכת לניהול מסד נתונים של מיקרוסופט, מבוססת Transact SQL (הרחבה של התקן של SQL, נתון מעניין הוא ש-TSQL היא Turing Complete לעומת SQL!), נועדה למערכות מידע בסדר גדול.

:Specification

- (1) בתים לשורה: 8,060
- (2) מס' בתים מקסימלי לטיפוסים [varchar(max), varbinary(max), xml, text, image] : $2^{31} - 1$
- (3) מס' תווים לטיפוסים ntext, nvarchar(max) : $2^{30} - 1$
- (4) מספר מקסימלי של עמודות של מפתח זר: 32
- (5) מספר מקסימלי של עמודות של מפתח ראשי: 32
- (6) מספר מקסימלי של עמודות בטבלה רגילה: 1,024
- (7) מספר מקסימלי של עמודות בטבלה רחבה: 30,000
- (8) מספר מקסימלי של עמודות בשאילתות insert, select: 4,096
- (9) גודל מקסימלי של מסד נתונים: 524,272 tb
- (10) מספר מקסימלי של מסדי נתונים בישות SQL Server בודדת: 32,767
- (11) מספר קבצים מקסימלי למסד נתונים: 32,767
- (12) גודל קובץ מידע מקסימלי: 16tb
- (13) גודל קובץ log מקסימלי: 2tb

לרשימה מלאה:

<https://docs.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/maximum-capacity-specifications-for-sql-server>

הערה: הטיפוסים text, image, ntext ימחקו מהגרסאות העתידיות של Transact SQL ולכן אין להשתמש בהן במסדי נתונים חדשים

עלויות:

| SQL Server 2017 editions | Ideal for ... | Licensing model | Channel availability | Open no level price (US\$) |
|--------------------------|---|------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Enterprise | Comprehensive, mission-critical performance for demanding database and business intelligence requirements. Provides the highest service and performance levels for Tier-1 workloads.* | Per core** | Volume licensing, hosting | \$14,256*** |
| Standard | Core data management and business intelligence capabilities for non-critical workloads with minimal IT resources. | Per core** | Volume licensing, hosting | \$3,717*** |
| | | Server + CAL**** | Volume licensing, hosting, retail FPP | \$931*** |
| Developer | Full-featured version of SQL Server software that allows developers to cost-effectively build, test, and demonstrate applications based on SQL Server software. | Per user | Free download | Free |
| Web | Secure, cost effective and highly scalable data platform for public web sites. Available to third party software service providers only. | - | Hosting only | See your hosting partner for pricing |
| Express | Free entry-level database that's ideal for learning, as well as building desktop and small server data-driven applications of up to 10 GB. | - | Free download | Free |

:MySQL(Community edition)

תוכנת Open Source לניהול מסדי נתונים, ניתנת עם רישיון GPL.

:Specification

- (1) גודל מקסימלי של מסד נתונים: אין הגבלה
- (2) כמות מסדי נתונים מקסימלי: אין הגבלה (יתכן שיש הגבלה של מערכת הקבצים עצמה - כל מסד נתונים נמצא בתיקייה)
- (3) כמות טבלאות מקסימלית: אין הגבלה (יתכן שיש הגבלה של מערכת הקבצים או של מנוע האחסון- עבור InnoDB מדובר ב-4 מיליארד טבלאות)
- (4) הגבלות על גודל הטבלה: MySQL לא מגביל את גודל הטבלה המקסימלי, עם זאת, InnoDB (מנוע האחסון הדיפולטי של MySQL) מגביל את נתוני הטבלה (יפורט בהמשך)
- (5) מספר עמודות מקסימלי בטבלה: ההגבלה של MySQL היא 4096 עמודות לטבלה
- (6) גודל קובץ .frm מקסימלי (הקובץ בו נשמרת טבלה): כל הגדרת טבלה נשמרת בקובץ עם סיומת .frm . הגודל המקסימלי של קובץ .frm הוא 64kb ולכן אם הקובץ מגיע לגודל זה לא ניתן להוסיף עוד הגדרות לטבלה (לדוגמה עוד עמודות).

לרשימה המלאה:

<https://dev.mysql.com/doc/mysql-reslimits-excerpt/5.6/en/limits.html>

עלויות:

חינם.

:SQLite

SQLite היא ספריית תוכנה המממשת מנוע SQL שאינו דורש התקנה, קונפיגורציה סרבר, זו בעצם ספרייה המאפשרת קריאה וכתובה לקבצים באמצעות תחביר SQL, עם זאת, ישנן מספר הגבלות על שפת ה SQL הנתמכת:

- (1) אין RIGHT OUTER JOIN – יש רק LEFT OUTER JOIN
- (2) אין FULL OUTER JOIN – יש רק LEFT OUTER JOIN
- (3) אין DROP COLUMN, ALTER COLUMN, ADD CONSTRAINT – עם זאת יש תמיכה ב-RENAME TABLE, ADD COLUMN
- (4) Triggers נתמכים חלקית
- (5) Views נתמכים חלקית – מבטים הם Read Only
- (6) GRANT, REVOKE – ההרשאות נאכפות ע"י מ"ה וההגבלות שהיא נותנת.

:Specification

- (1) אורך מחרוזת או BLOB מקסימלי – מוגדר ע"י מאקרו שניתן לשנות בזמן קומפילציה (המקסימום האפשרי הוא $2^{31} - 1$)
- (2) מספר עמודות מקסימלי – מוגדר ע"י מאקרו שניתן לשנות בזמן קומפילציה (המקסימום האפשרי הוא 32767)
- (3) אורך מקסימלי של שאילתת SQL - מוגדר ע"י מאקרו שניתן לשנות בזמן קומפילציה (המקסימום האפשרי הוא 1073741824)
- (4) מספר שורות מקסימלי – חסם של 2^{64} שורות
- (5) גודל מסד נתונים מקסימלי – 140tb

לרשימה המלאה:

<https://sqlite.org/limits.html>

עלויות:

חינם, (Public domain license)

:PostgreSQL

תוכנת Open Source לניהול מסדי נתונים, תומכת ברוב הפלטפורמות של לינוקס, וב windows server, משתמש ב־SQL תקן ANSI 2008

:Specification

- (1) גודל מסד נתונים מקסימלי – לא מוגבל
- (2) גודל טבלה מקסימלי – 32tb
- (3) גודל שורה מקסימלי – 1.6tb
- (4) גודל שדה מקסימלי – 1gb
- (5) מספר שורות לטבלה – לא מוגבל
- (6) מספר עמודות לטבלה – נע בין 250 ל־1600
- (7) מספר אינדקסים לטבלה – לא מוגבל

מקור: [/https://www.postgresql.org/about](https://www.postgresql.org/about)

עלויות:

חינם, ניתנת תחת רישיון PostgreSQL License (אשר דומה לרישיון MIT).

השוואה בין כלל מסדי הנתונים:

| | | | | | |
|---|--|---|---|--|-------------------------------|
| PostgreSQL | MS Access | SQL Server | MySQL(community) | SQLite | |
| לינוקס windows server | windows | Windows, Linux(Red Hat, SUSE, Ubuntu, Docker Engine | Windows, Linux, Mac, Ibm | Linux, android, mac, windows, .net | תמיכה בפלטפורמות |
| אין הגבלה | 2gb | 524,272 tb | אין הגבלה | 140tb | גודל מסד נתונים מקסימלי |
| C, C++, Java, Python, PHP, .Net, Perl | C# , C, C++, Java, VBA, Visual Basic .net | קיים GUI בשם SQL Server Management studio בנוסף יש תמיכה ב C++, Java, JavaScript, PHP, Python, Visual Basic, Ruby, Go | PHP, Perl, Python, Ruby, Java, C#, C, C++, JavaScript, Objective-C | C, C#, C++, Go, Java, Matlab, Python, JavaScript | תמיכה בשפות |
| לפי SQL- standard ¹ | לא | לפי SQL-standard ¹ | בקרת גישה למשתמשים, ללא אפשרות לקבוצות או לתפקידים | לא | בקרת גישה |
| חינם | חלק officen | גרסת Express לעד 10gb בחינם גרסת Standard במחיר \$931 | חינם | חינם | מחיר |

מסקנות:

בגלל הערכים המקסימליים הנמוכים של MS Access, נראה שכדאי לעבור לטכנולוגיה אחרת, שתתאים לאורך זמן, בנוסף, SQL server עולה הרבה כסף (יחסית לכל שאר מסדי הנתונים) ולכן יכול להיות שעדיף להתמקד ב-3 הטכנולוגיות הנותרות.

נבצע השוואה נוספת לגביהן:

שלושת המערכות תומכות ב- ACID (atomicity, concurrency, isolation, durability)

1. SQLite –

- יתרונות: קל להעברה ממקום למקום (כל מסד הנתונים מוחזק בקובץ יחיד), יחסית צמוד לסטנדרט (הורידו מספר פעולות אבל גם הוסיפו).
- חסרונות: אין משתמשים (ולכן אין הגבלות גישה של משתמשים), אין סיכוי לשיפורים עתידיים – בגלל פשטות המערכת. לא נועד למספר משתמשים, בגלל שכל פעם מותר רק למשתמש אחד לכתוב למסד הנתונים.

2. MySQL –

- יתרונות: קל להתקנה ושימוש, קיים GUI, נחשב למאובטח, מהירה יותר משאר DBMS (ב-MySQL ויתרו על חלקים בסטנדרט ע"מ להאיץ את התוכנית)
- חסרונות: פיתוח איטי יחסית (עדכון של MySQL), יש שמועות לכך ש-MySQL לא אמין מעל עומס מסוים, עם זאת, יכול להיות שמדובר על גרסאות ישנות יותר של MySQL, משתמשות בו חברות מובילות בעולם.

¹ SQL-standard: ישנם משתמשים ותפקידים

3. PostgreSQL –

- יתרונות: תמיכה רחבה, גמישה וניתנת להרחבה, מבוסס אובייקטים, ויש תמיכה בענן.
- חסרונות: מסובך ללמידה, ביצועים נמוכים יחסית, חוסר פופולריות – כתוצאה מהקושי בה קשה למצוא מידע באינטרנט יחסית למערכות אחרות.

מההשוואה השנייה ניתן לראות שככל הנראה גם SQLite לא מתאים למערכת, זאת מפני שהיא נועדה למערכות מוטמעות בעיקר, החיסרון של המקביליות הוא הגדול ביותר ועלול ליצור צוואר בקבוק בכתובת נתונים.

בנוסף נראה כי PostgreSQL הינו בעל ביצועים נמוכים יותר מ-MYSQL ומכיל פיצ'רים שככל הנראה לא נדרשים בפרויקט על זה (על חשבון מהירות התוכנית).

לכן המלצתי היא על MySQL כתוכנת ה-DBMS לפרויקט.

מקורות:

- 1) <https://www.sqlite.org/>
- 2) <https://www.mysql.com/>
- 3) <https://www.microsoft.com/en-us/sql-server>
- 4) <https://db-engines.com/en/system/Microsoft+Access%3BMicrosoft+SQL+Server%3BMySQL%3BPostgreSQL%3BSQLite>
- 5) <http://www.simply-access.com/What-Is-Microsoft-Access.html>
- 6) <https://support.office.com/en-us/access>
- 7) <https://www.postgresql.org&?/>
- 8) <https://poweruphosting.com/blog/postgresql-vs-mysql-vs-sqlite/>