



סקירת חותם לחודש 10/2025 - הצצה למהפכת המחשוב הקוונטי

מהפכת הקוונטום

בעולם הטכנולוגיה, לעיתים קרובות אנו עדים לרגעים מכוננים המסמנים שינוי פרדיגמה. כזה הוא המחשוב הקוונטי, טכנולוגיה שמבטיחה לא רק לשנות את האופן שבו אנו מעבדים מידע, אלא גם להוביל מהפכה בתחומים רבים - מפיתוח תרופות ועד לאבטחת סייבר מתקדמת. כבר כיום אנו נמצאים על סף **עידן המחשוב הקוונטי**. אין זו הבטחה עמומה לעתיד הרחוק, אלא מציאות מתהווה המאלצת כבר כעת ממשלות וחברות ענק להשקיע עשרות מיליארדים במחקר ופיתוח.

הכוח שמאחורי המהפכה: "הסופרפוזיציה"

כדי להבין את המהפכה הקוואנטית, נכיר את הרעיון המרכזי: היכולת להיות בשני מקומות בו-זמנית. בעוד שחישוב קלאסי בודק אפשרות אחת אחרי השנייה, החישוב הקוונטי בודק **את כל האפשרויות בו זמנית**. כך, בעיות של אופטימיזציה נפתרות בבת אחת. זו ליבת היתרון שמאיים לשבש תעשיות שלמות, מבנקים ועד יצרניות תרופות. ובהרחבה, קיוביטים הם הלב של המחשב הקוונטי. בניגוד לביטים רגילים, שיכולים להיות רק 0 או 1, קיוביטים יכולים להיות בשני המצבים בו-זמנית, תופעה קוונטית הנקראת "סופרפוזיציה". זה מעניק למחשב הקוונטי יכולת חישוב עצומה, שיכולה לפתור בעיות מסובכות במיוחד, כמו סימולציות של מולקולות, אופטימיזציה של רשתות תחבורה, ואפילו תגליות הבנת חומרים רפואיים.

עידן הקוונטים הנוכחי

נכון להיום, אנו נמצאים בשלב פיתוח מוקדם שנקרא "**עידן הקוונטים הבינוני והרועש**". המחשבים הקוונטיים הקיימים הם עוצמתיים אך **רגישים לטעויות וקשים לתפעול**. עם זאת, כל יום מביא עמו פריצות דרך, ומעבדות ברחבי העולם מתחרות על בניית המחשב הראשון שישג "**יתרון קוונטי**" מובהק דהיינו הנקודה שבה מחשב קוונטי יצליח לפתור בעיה שימושית ומשמעותית מהר יותר מכל מחשב קלאסי. מדובר בהימור טכנולוגי שמימושו עשוי להיות מהיר יותר משצופים כיום.

השלכות המחשוב הקוונטי בתחומי מפתח

בעוד שהשוק הפיננסי הוא אחד המרוויחים הגדולים מפוטנציאל האופטימיזציה של המחשוב הקוונטי, ההשפעה של טכנולוגיה זו אינה מוגבלת רק אליו. למעשה, ישנן שלוש זירות מרכזיות בהן הכוח הקוונטי עשוי להביא למהפכה של ממש, שתשפיע על החברות הגדולות בעולם, על הפעילות שלהן, ועל ערכן:

1. רפואה, רוקחות ופיתוח תרופות חדשות -

מחשבים קלאסיים מתקשים לדמות את ההתנהגות של מולקולות מורכבות, מה שמקשה על פיתוח תרופות חדשות. הפיתוח הקוונטי מספק פתרון עוצמתי לכך:

- **האצת פיתוח תרופות** : מחשבים קוונטיים יוכלו לבצע **סימולציה מולקולרית** מדויקת של אינטראקציות בין תרכובות שונות וחלבוני הגוף, ובכך לזרז משמעותית את גילויין של תרופות חדשות.
- **הנדסת חומרים** : הטכנולוגיה תאפשר גילוי ופיתוח של חומרים חדשים, כגון **סוללות יעילות יותר** לכלי רכב חשמליים, או **קטליזטורים** מתקדמים לתעשייה הכימית.



2. בינה מלאכותית ולמידת מכונה -

הזינוק האדיר של הבינה המלאכותית מבוסס על צורך בכוח חישוב עצום. המחשוב הקוונטי צפוי להקפיץ את התחום לשלב הבא:

- **למידת מכונה קוונטית:** ניתן יהיה להאיץ את תהליכי **אימון מודלי בינה מלאכותית** על מערכי נתונים עצומים. הדבר יאפשר למודלים אלו לזהות דפוסים מורכבים במיוחד במידע, באופן שישפר כל תחום – החל מתחזיות מזג אוויר ועד זיהוי הונאות פיננסיות.

3. לוגיסטיקה ואופטימיזציה תעשייתית -

- **שרשראות אספקה וניהול מלאי :** חברות ענק בתחום הקמעונאות והתעשייה יוכלו לחשב בזמן אמת את **המסלולים הלוגיסטיים היעילים ביותר** או ליעל את **ניהול המלאי** בצורה שתחסוך מיליארדי דולרים בשנה.

המסקנה - המחשוב הקוונטי מבטיח לא רק יעילות פיננסית, אלא עליונות תחרותית בתעשיות הליבה של הכלכלה המודרנית.

הקצאת השקעות למהפכה: מי מוביל את המרוץ ואיך משקיעים בתחום?

מעבר להשקעות הפרטיות בתחום, ובהתחשב במשאבים הכספיים האדירים הנדרשים והסיכון הביטחוני בתחום הקוונטום, מעצמות העולם רואות בו נכס אסטרטגי. זוהי תחרות בין מדינות על עליונות כלכלית וביטחונית ומהווה נדבך משמעותי במאבק הגאופוליטי הגלובלי.

- **ארצות הברית, סין והאיחוד האירופי :** משקיעות עשרות מיליארדי דולרים במסגרת יוזמות פדרליות ותוכניות דגל כדי להבטיח את מעמדן כמובילות חדשנות.

- **הזירה המקומית – ישראל :** הממשלה הקצתה **מאות מיליוני שקלים** לתוכנית לאומית להשקעה במחשוב קוונטי. תמיכה זו מזינה את המערכת האקדמית ומסייעת לחברות טכנולוגיה מקומיות, ההופכות לחלק משוק ההשקעות הקוונטי העולמי. ההשקעות בתחום הביאו את ישראל לקדמת בימת המהפכה הקוואנטית. אחת החברות הישראליות הבולטות בתחום היא חברת **קוואנטום ארט** הישראלית (Quantum Art) שצמחה מתוך מחקר מדעי במכון וייצמן. החברה הינה בעלת הישג טכנולוגי יוצא דופן בעולם המחשוב הקוונטי, המתבטא ביצירת שרשרת ישרה ויציבה של 200 יונים לכודים, חלקיקים זעירים המשמשים כקיוביטים, יחידות המידע הבסיסיות של מחשבים קוונטיים. מדובר במספר הגבוה ביותר שהושג עד כה בשיטה זו, והוא עשוי להוות אבן דרך קריטית בבניית מחשבים קוונטיים גדולים ואמינים. אחד האתגרים המרכזיים בבניית מחשב כזה הוא לשמור על יציבותם של הקיוביטים לאורך זמן, כך שלא "יתבלבלו" או יאבדו מידע. כאשר הקיוביטים הם יונים, כלומר אטומים טעונים חשמלית, צריך ללכוד אותם במעין "מלכודת" של שדות חשמליים ולשמור אותם מרחפים באוויר בתנאים מבוקרים מאוד. כל יון כזה מתנהג כמו קיוביט, אך רק אם מצליחים לשלוט בדיוק במצבו הקוונטי ולבודד אותו מהסביבה. **עד כמה הישג משמעותי ?** עד היום, מרבית החברות בתחום הצליחו לייצב לכל היותר 50-30 יונים כאלה בשורה אחת. מעבר לכך, המערכת הופכת ללא יציבה: השרשרת מתקמרת, האותות נחלשים, והקיוביטים מפריעים זה לזה, כמו מגדל קוביות שמתמוטט ברגע שעולים מעל גובה מסוים. ההישג של חברת קוואנטום ארט, ייצוב של 200 יונים בשורה אחת ישרה, יציבה ומתפקדת, שוברת את תקרת הזכוכית הזו ומאפשרת התקדמות אל מחשבים קוונטיים גדולים בהרבה ממה שהיה ניתן בעבר.



השחקנים המרכזיים בתחום : חברות החומרה והשירותים

- המרוץ נשלט כיום על ידי חברות המאמצות מודל עסקי של "מחשוב קוונטי כשירות:(QaaS)"
- **יבמ (IBM)** מובילת שוק ותיקה, מחזיקה בפלטפורמה הפעילה ביותר בענן ומפתחת ללא הרף את מספר הקיוביטים.
- **אלפבית/גוגל (Alphabet/Google)** מתמקדת בגישה שונה של מחשוב קוונטי **מבוסס מוליכי-על**.
- **יון-קיו (IonQ)** נחשבת לאחת החברות הציבוריות המעניימות ביותר בתחום, ופיתחה את טכנולוגיות "**היונים הכלואים**".

רשימת 15 החברות המובילות בתחום המחשוב הקוואנטי

1. Accenture	9. Microsoft
2. Cambridge Quantum Computing	10. Rigetti Computing
3. AWS	11. Riverlane.
4. Baxter	12. B. Braun SE
5. Google	13. Zapata Computing
6. Huawei	14. Honeywell
7. 1QBIT	15. QC Ware
8. IBM	

***חשיפה פאסיבית: השקעה באמצעות קרנות סל (ETF)**

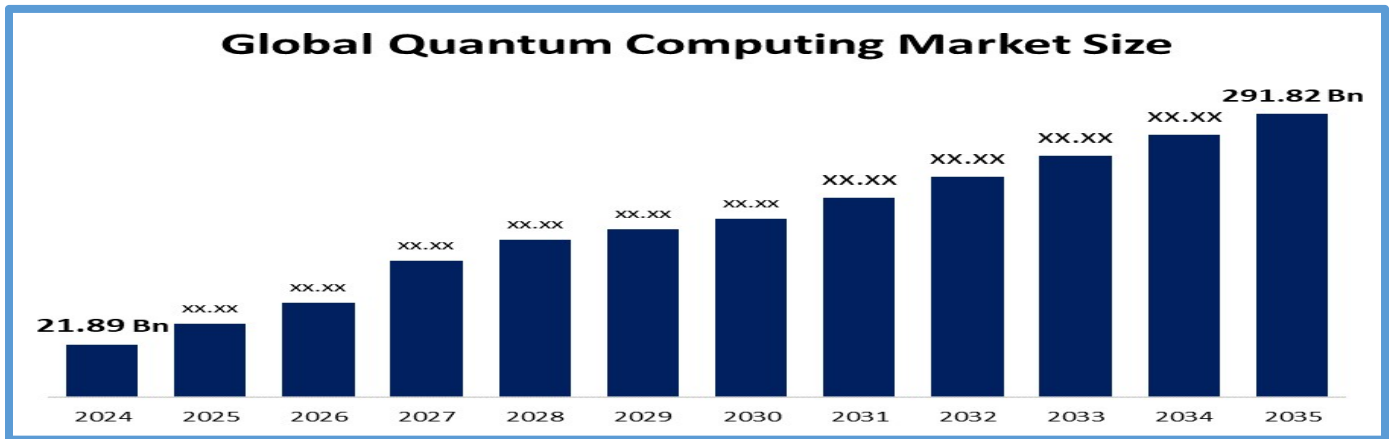
עבור משקיעים המבקשים להיחשף לפיזור רחב ולצמצם את הסיכון הטמון בהשקעה בחברה בודדת, קרנות הסל (ETF) הן פתרון אידיאלי:

- **קרן 1: The Defiance Quantum ETF (QQQC)** : ממוקדת במפורש בחברות העוסקות במחשוב קוונטי, למידת מכונה והצפנה. חשיפה נקייה וברורה לפוטנציאל הצמיחה.
- **קרן 2: The Innovator Disruptive Technology ETF (QTUM)** : נוקטת בגישה רחבה יותר ומשקיעה בחברות טכנולוגיה "משבשות", המשלבת קוואנטום יחד עם בינה מלאכותית, רובוטיקה וטכנולוגיות דומות.

***נדגיש שאין במידע הניתן המלצה כלשהיא של חותם להשקעה בתחום או במניות של חברות המופיעות בסקירה .**

גודל וסטטיסטיקות שוק המחשוב הקוונטי

גודל השוק למחשוב קוונטי הוערך ב-21.89 מיליארד דולר בשנת 2024. גודל השוק צפוי להתרחב בקצב צמיחה שנתי ממוצע של 27% בין 2025 ל-2035. גודל שוק המחשוב הקוונטי העולמי צפוי להגיע ל-229 מיליארד דולר עד 2035. צפוי שצפון אמריקה תייצר ביקוש משמעותי בתקופת התחזית בשוק המחשוב הקוונטי. אזור אסיה פסיפיק צפוי לצמוח בעוצמה הגבוהה ביותר בתקופת התחזית. הגרף ממחיש את הקונצנזוס: אנו עומדים לפני זינוק אקספוננציאלי בערך הכספי של שוק הקוונטום. צמיחה זו מונעת בעיקרה מהמעבר לרכישת שירותי ייצור קוונטיים.



סיכונים, אימים ומסקנות אסטרטגיות

האיום הבלתי נמנע: פיצוח הקריפטוגרפיה

האיום המרכזי והחמור ביותר שמציבים מחשבי הקוונטום קשור לאבטחת מידע. רוב הנתונים המאובטחים בעולם מוצפנים כיום בשיטות שהן פגיעות ולא תוכלנה לעמוד בפני עוצמות מחשבי הקוונטום:

- **"אלגוריתם שור":** אלגוריתם קוונטי ידוע שיכול, ברגע שמחשב קוונטי בשל יגיע, לפצח שיטות הצפנה נפוצות בתוך דקות או שניות, בעוד שלמחשב קלאסי זה ייקח אלפי שנים. **זוהי סכנה קיומית לכל חברה שמחזיקה במידע מוצפן רגיש.**
- מדינת ישראל עלולה לעמוד בפני איום פריצה קוונטית כבר בשנים הקרובות, שתאפשר לחדור לכל מידע מוצפן שנשמר במחשבי הממשלה והצבא. מערך הדיגיטל הלאומי הנחה את כל גופי הממשלה להתחיל בהיערכות לקראת הסכנה.

המענה: קריפטוגרפיה פוסט-קוונטית (PQC)

המענה לאיום הוא המעבר לקריפטוגרפיה עמידה בפני קוואנטום. גופים רגולטוריים בינלאומיים עובדים על קביעת תקנים חדשים לאלגוריתמי הצפנה שיהיו בטוחים גם מפני המחשבים הקוונטיים העתידיים.

בשורה התחתונה -

ההערכות בתעשייה מצביעות על טווח של 5-15 שנים עד להבשלת הטכנולוגיה לשימוש מסחרי נרחב. עם זאת, ההתפתחויות האחרונות מראות כי הקצב מואץ, וייתכן שנראה יישומים משמעותיים אף מוקדם יותר.

אם כך, ניתן לומר בביטחון רב שהעתיד הקוונטי כבר כאן, והשאלה אינה האם הוא ישנה את העולם, אלא מתי וכיצד נהיה מוכנים לשינוי הזה. התקדמות הטכנולוגיה הקוונטית מסמנת לא רק את תחילתו של עידן טכנולוגי חדש, **אלא גם את הצורך בהיערכות מחודשת של כל תעשיית הטכנולוגיה לאתגרים והזדמנויות שבדרך.**

שאלות/תגובות - בשמחה!



תשואות מדדי מובילים בחו"ל ובישראל - מעודכן לתאריך 31/10/2025

שם נייר	אוקטובר	2025	2024	תשואה 3 שנים	תשואה 5 שנים
תל גוב-צמודות 0-2	-0.09	3.87	4.32	13.07	18.26
תל גוב-צמודות 2-5	0.31	4.13	3.48	10.67	13.87
תל גוב-צמודות 5-10	0.75	5.08	2.86	7.1	6.76
תל גוב-צמודות +10	2.19	5.8	0.78	-1.49	-4.95
תל גוב-שקלי 0-2	0.42	3.74	3.74	12.29	10.53
תל גוב-שקלי 2-5	0.91	5.15	2.45	11.21	3.59
תל גוב-שקלי 5-10	1.72	7.49	1.63	10.42	-3.07
מדד תל בונד 20 צמודות	0.95	6.49	5.49	16.48	18.76
מדד תל בונד 40 צמודות	0.47	5.7	6.08	17.02	20.55
מדד תל בונד 60 צמודות	0.68	6.04	5.85	16.8	19.73
מדד תל בונד שקלי	1.23	5.52	6.12	17.36	14.68
מדד ת"א 125	2.73	37.57	28.61	69.22	143.01
מדד ת"א 35	2.3	36.68	28.39	67.74	146.09
מדד ת"א 90	4.13	37.28	30.86	70.69	144.05
מדד ת"א בנקים-5	-0.4	49.33	40.56	108.45	330.74
מדד ת"א נדל"ן	7.54	23.89	25.66	48.93	140.07
S&P 500	2.27	16.3	23.31	74.88	108.64
נאסד"ק 100	4.77	23.06	24.88	122.89	132.83
דאו ג'ונס	2.51	11.8	12.88	44.61	79.32
DAX 40	0.32	20.34	18.85	82.12	108.7
FTSE 100	3.92	18.89	5.69	38.49	75
ניקיי 225	16.64	31.37	19.22	89.36	123.38
CAC 40	2.85	10.03	-2.15	30.04	77.55
שנחאי (בעיכוב)	1.85	17.99	12.67	36.73	23.64
STOXX EUROPE 600	2.46	12.66	5.97	39.94	67.9
דולר ארה"ב	-1.48	-10.69	0.55	-8.1	-4.82
אירו	-2.99	-0.84	-5.36	6.77	-5.74
זהב	5.33	54.94	26.14	145.59	114.93

גילוי נאות מטעם חותם אסטרטגיה כלכלית ובקרה בע"מ. מסמך זה הוכן על ידי חותם אסטרטגיה כלכלית ובקרה בע"מ. הסקירה מתבססת על מידע אשר פורסם לציבור, אשר חותם אסטרטגיה כלכלית ובקרה בע"מ מניחה, כי הוא מהימן וזאת מבלי שביצעה בדיקות עצמאיות לבירור מהימנות, דיוק ושלמות המידע. סקירה זו נועד לשם מסירת מידע בלבד, ובשום אופן אין לראות בה חוות דעת, הצעה, המלצה או יעוץ/שיווק לרכישה ו/או החזקה ו/או מכירה של ניירות ערך ו/או הנכסים הפיננסיים המתוארים בה. החברה אינה אחראית לכל נזק, אובדן, הפסד או הוצאה מכל סוג שהוא, לרבות ישיר ו/או עקיף, שייגרמו למי שמסתמך על האמור. כל הזכויות, לרבות קניין רוחני, במסמך זה ובתוכנו, שייכות לחברת חותם אסטרטגיה, ואין לעשות בו כל שימוש שהוא, לרבות הפצתו ו/או העתקתו, כולו או חלקו ללא קבלת אישורה מראש ובכתב.