

بررسی راهکار ذخیره‌سازی مبتنی بر Tape و LTO

هرچند که امروزه محبوبیت نوار یا Tape به عنوان رسانه ذخیره سازی برای بکاپگیری روزانه با وجود دیسک و کلود کم شده اما همچنان برای [آرشیو و بکاپگیری طولانی](#) مدت، محبوب و رایج است که دلیل آن هم فقط ظرفیت، هزینه و قابلیت اطمینانی است که دارد. حجم داده‌ها مدام در حال افزایش است و Tape گزینه مناسبی برای ذخیره حجم‌های زیاد اطلاعات است. شرکت‌هایی که بیشتر در زمینه رسانه، سرگرمی و علم فعالیت دارند، روزانه حجم‌های متفاوتی داده تولید می‌کنند و اغلب هم از نوار به عنوان استوریج کم هزینه استفاده می‌کنند.

چرا از Tape استفاده کنیم؟

اگر دیتاسنتر اصلی شرکت (Primary Datacenter) دچار ایراد و خرابی شود و یا مورد حمله بدافزار قرار گیرد، می‌توان داده‌ها را از بکاپ موجود روی Tape، ری‌استور کنیم. هر چند که سرعت ریکاوری از بکاپ‌هایی که روی دیسک قرار دارند بیشتر است اما مزیتی که نوار فراهم می‌کند، آفلاین بودن است که باعث می‌شود از ویروس‌ها در امان باشد. در نتیجه نوارهای آفلاین LTO در زمینه DR یا Disaster Recovery، کاربرد دارند.

استوریج Tape نقش مهمی در دیتاسنترهای مدرن امروزی که با چالش رشد روزافزون داده سروکار دارند و در عین حال با کمبود بودجه مواجهند، بازی می‌کند. این نقش، فرای تامین بکاپگیری و Disaster Recovery برای اپلیکیشن‌هاست و آرشیو داده، Data Preservation (شامل نگهداری از داده به صورتی که هم امنیت و هم یکپارچگی حفظ شود)، [Scale-out NAS](#)، بیگ دیتا، کلود استوریج و غیره را شامل می‌شود.

مزایای Tape

- ظرفیت بالا و چند تراابیتی
- سرعت بالا در نرخ انتقال
- پشتیبانی از LTFS یا Linear Tape File System برای سادگی بیشتر در استفاده و در دسترس بودن
- قابلیت اطمینان بالا و با کمترین نرخ خطا (Error Rates)
- قابلیت آرشیو طولانی مدت داده به مدت 30 سال
- ارتقاپذیری و قابل حمل بودن
- کمترین میزان [هزینه کل مالکیت یا TCO](#)
- داشتن نقشه راه با پشتیبانی از Barium Ferrite

تاریخچه تکنولوژی LTO

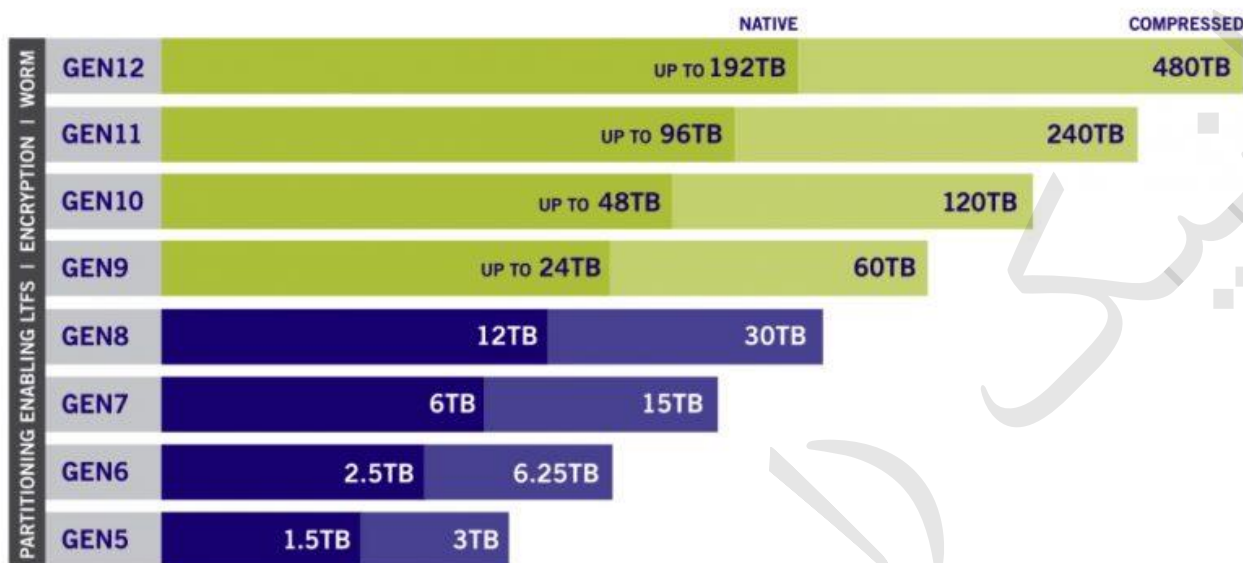
LTO مخفف Linear Tape Open است. سال 2000 بود که تکنولوژی LTO برای اولین بار توسط اچ پی، IBM و Seagate وارد بازار شد. Seagate در سال 2000 تجارت خود در زمینه Tape را به صورت راهکارهای Seagate Removable Storage Solutions ادامه داد و در سال 2003 نام Certance را برای آن برگزید که در سال 2005 توسط Quantum خریداری شد. با این اتفاق، Seagate در زمینه تکنولوژی Tape از اچ پی و IBM جدا شد. هم اکنون سه شرکت HPE، IBM و Quantum عضو کنسرسیوم LTO هستند و LTO را بهبود می‌دهند.

پیشرفت‌ها در تکنولوژی LTO شامل موارد زیر است:

- موادی که در تولید نوارهای مغناطیسی استفاده می‌شود
- روش‌های فشرده‌سازی و کدگذاری
- سرعت فیزیکی که شامل حرکت نوار در درایو است
- طول نوار در هر کارتریج LTO
- چگالی فیزیکی بیت‌های داده بر روی نوار

تا به امروز، 8 نسل از این Tape Drive ها به بازار عرضه شده است. هر نسل جدید، ظرفیت و نرخ انتقال داده بیشتری دارد و ویژگی‌های جدیدی نیز در زمینه حفاظت از داده را فراهم می‌کند ضمن اینکه تکنولوژی WORM یا Write Once Read Many، رمزنگاری داده و Partitioning برای تامین LTFS نیز قابلیت‌های بیشتری است که در هر نسل، ارایه شده است.

هر دو یا سه سال یکبار، نسخه جدید LTO Tape به بازار می‌آید و طبق نموداری که در اینجا می‌بینید، ظرفیت در هر نسل نسبت به نسل قبل، دو برابر شده و تا به امروز و در نسل 8، به 30 ترابایت (البته در حالت فشرده شده) رسیده است. در نسل 8 که در جولای 2018 به بازار آمده، نرخ انتقال داده برابر با 750 مگابایت در ثانیه است که در یک ساعت، هر درایو، 2.7 ترابایت ذخیره سازی می‌کند.



*Assuming a 2.5:1 compression achieved with larger compression history buffer available beginning with LTO generation 6 drives.

LTO-1: حداکثر حجم ذخیره سازی در نسل اول بدون در نظر گرفتن فشرده سازی (حالت Native)، 100 گیگابایت و با وجود فشرده سازی، 200 گیگابایت بود البته اگر نرخ فشرده سازی 1:2 در نظر گیریم. حداکثر نرخ انتقال داده در حالت Native، برابر با 20 مگابایت در ثانیه و در حالت فشرده، 40 مگابایت در ثانیه بود.

LTO-2: ظرفیت ذخیره سازی و حداکثر نرخ انتقال داده در نسل 2 نسبت به نسل 1، دو برابر شد. حداکثر حجم ذخیره سازی حالت Native، 200 گیگابایت و با وجود فشرده سازی، 400 گیگابایت بود. حداکثر نرخ انتقال داده در حالت Native، برابر با 40 مگابایت در ثانیه و در حالت فشرده، 80 مگابایت در ثانیه بود. LTO-2 در سال 2003 وارد بازار شد و قابلیت پشتیبانی از خواندن از / نوشتن بر LTO-1 را دارد.

LTO-3: در سال 2004 وارد بازار شد و ظرفیت ذخیره سازی و حداکثر نرخ انتقال داده در نسل 3 نسبت به نسل 2، دو برابر شد. حداکثر حجم ذخیره سازی حالت Native، 400 گیگابایت و با وجود فشرده سازی، 800 گیگابایت بود. حداکثر نرخ انتقال داده در حالت Native، برابر با 80 مگابایت در ثانیه و در حالت فشرده، 160 مگابایت در ثانیه بود. در LTO-3 قابلیت WORM افزوده شد تا از اینکه داده Overwrite نمی‌شود مطمئن باشیم. LTO-3 قابلیت پشتیبانی از خواندن از / نوشتن بر LTO-2 و قابلیت پشتیبانی از خواندن از LTO-1 را دارد.

LTO-4: سال 2007 بود که نسل چهارم وارد بازار شد. حداکثر حجم ذخیره سازی حالت Native، 800 گیگابایت و با وجود فشرده سازی، 1.6 ترابایت بود. حداکثر نرخ انتقال داده در حالت Native، برابر با 120 مگابایت در ثانیه و در حالت فشرده، 240 مگابایت در ثانیه بود. در LTO-4 بود که تکنولوژی رمزگذاری داده با استفاده از استاندارد رمزگذاری پیشرفته 256 بیتی (256-bit Advanced Encryption Standard) اضافه شد. این استاندارد از الگوریتم Galois/Counter Mode استفاده می‌کند که در سطح درایوهای LTO پیاده‌سازی شده و فشرده سازی را قبل از رمزگذاری ممکن می‌کند.

LTO-5: در سال 2010 نسل پنجم وارد بازار شد که حداکثر حجم ذخیره سازی حالت Native، 1.5 ترابایت و با وجود فشرده سازی، 3 ترابایت بود. حداکثر نرخ انتقال داده در حالت Native، برابر با 140 مگابایت در ثانیه و در حالت فشرده، 280 مگابایت در ثانیه بود. در LTO-5 بود که تکنولوژی Partitioning یا پارتیشن بندی اضافه شد تا کنترل فایل و مدیریت فضا از طریق LTFS بهبود یابد. یک پارتیشن، فایل را نگه می‌دارد و پارتیشن دیگر برای ایندکس کردن رزرو می‌شود تا به درایو LTO جایی که فایل روی نوار، ذخیره شده را بگوید.

LTO-6: در سال 2012 نسل ششم وارد بازار شد و حداکثر حجم ذخیره سازی حالت Native، 2.5 ترابایت و با وجود فشرده سازی، 6.25 ترابایت است. حداکثر نرخ انتقال داده در حالت Native، برابر با 160 مگابایت در ثانیه و در حالت فشرده، 400 مگابایت در ثانیه بود. نسل 6 اولین نسل از LTO است که نرخ فشرده سازی در آن 2.5:1 است در حالی که تا قبل از آن و از نسل اول تا پنجم، نرخ فشرده سازی برابر با 2:1 بود. دلیل آن هم وجود بافر فشرده سازی بیشتر است. LTO-6 ویژگی‌های اضافه شده به نسل‌های قبیل مانند WORM، رمزگذاری مبتنی بر سخت‌افزار و پارتیشن‌بندی که LTFS را فراهم می‌کند، را داراست و همانند نسل‌های قبلی، قابلیت پشتیبانی از خواندن از / نوشتن بر LTO-5 و خواندن از LTO-4 را دارد.

LTO-7: در سال 2015 نسل ششم وارد بازار شد و حداکثر حجم ذخیره سازی حالت Native، 6 ترابایت و با وجود فشرده سازی، 15 ترابایت است. حداکثر نرخ انتقال داده در حالت Native، برابر با 300 مگابایت در ثانیه و در حالت فشرده، 700 مگابایت در ثانیه بود. LTO-7 دارای ویژگی WORM، رمزگذاری و پارتیشن بندی است.



Falnic
ایران

LTO-8: در سال 2017 نسل هفتم وارد بازار شد و حداکثر حجم ذخیره سازی حالت Native، 12 ترابایت و با وجود فشرده سازی، 30 ترابایت است. حداکثر نرخ انتقال داده در حالت Native، برابر با 360 مگابایت در ثانیه و در حالت فشرده، 750 مگابایت در ثانیه بود. LTO-7 دارای ویژگی WORM، رمزگذاری و پارتیشن بندی است.



تفاوت LTO-8 با نسل‌های قبلی

LTO در زمینه خواندن / نوشتن با نسل قبلی سازگار است. LTO درایو‌ها در زمینه خواندن با دو نسل قبل و در زمینه نوشتن با نسل قبلشان سازگاری دارد پس در صورت ارتقای سیستم‌هایتان، خیالتان راحت است که نوارها تا مدت طولانی، قابل استفاده هستند.

LTO-8 Tape Drive ها قابلیت سازگاری با یک نسل را دارند بنابراین می‌توانند بر روی نوارهای LTO-7 نویسند یا از آنها بخوانند. این ویژگی، مهم‌ترین تفاوت نسل هشتم نسبت به نسل‌های قبلی است که قابلیت خواندن از دو نسل قبلی را داشتند. در LTO-8، تکنولوژی TMR یا Tunnel Magnetoresistance و Barium Ferrite (که در مغناطیسی کردن نوار استفاده می‌شود و می‌تواند طول عمر نوار را تا 30 سال برساند) قابلیت خواندن را محدود می‌کند. TMR چگالی هد نوار را افزایش می‌دهد و Barium Ferrite ظرفیت و طول عمر را افزایش می‌دهد.

یکی از دلایل افزایش نرخ انتقال، چگالی یا Density بیشتر بر روی خود نوار است. هد درایو همان سرعت قبلی را در خواندن و نوشتن دارد اما چگالی نوار به شدت افزایش یافته بنابراین همان مقدار از نوار، Sequential Data های بسیار بیشتری را آرایه می‌دهند.

Highly scalable

New LTO-8 tape cartridge holds up to 30TB compressed data^[1]

Economic

Lowest cost storage at \$0.007 per GB for life^[2]

Efficient

Tape energy consumption <2% of equivalent storage using HDDs^[4]

Secure

Offline and on-premises protection against ransomware



ویژگی جدیدی که ارایه شده این است که در LTO-7 امکان استفاده از کارتریج LTO-8 Type M وجود دارد که ظرفیت فشرده و غیرفشرده در LTO-7 جدید، به ترتیب برابر با 9 و 22.5 ترابایت است که مقداری بیشتر از میزان معمول یعنی به ترتیب، 6 و 15 ترابایت را فراهم می‌کند اما فقط یک درایو نسل 8 می‌تواند آن کارتریج نوار را بخواند.

طبق گزارشی که اچ پی، IBM و Quantum داده است، تا سال 2017 ظرفیت فشرده نوارهایی که به فروش رفته برابر با 108 هزار پتابایت بوده که در مقایسه با سال 2016 که حدود 25 میلیارد DVD که حاوی داده‌های ارزشمند است، 12.9 درصد افزایش داشته است.

ویژگی‌های مهم در LTO ها

فشرده سازی نسبت به حالت Native، امکان ذخیره داده‌های بیشتری را فراهم می‌کند، نرخ فشرده سازی در نسل‌های یک تا پنج برابر با 1:2 است و از نسل 6 به بعد، برابر با 1:2.5 شده است.

با ویژگی WORM که در نسل 3 اضافه شد، امکان باز نوشتن داده (Overwrite) وجود ندارد تا امنیت داده‌های ذخیره شده فراهم شود. WORM ریسک از دست دادن داده بر اساس خطای انسانی را هم کاهش می‌دهد.

رمزگذاری از نسل 4 اضافه شده و امنیت و Privacy را بهبود داده است. تکنولوژی رمزگذاری داده با استفاده از استاندارد رمزگذاری پیشرفته 256 بیتی (256-bit Advanced Encryption Standard) که از الگوریتم Galois/Counter Mode که در سطح درایوهای LTO پیاده‌سازی شده استفاده می‌کند در نتیجه ظرفیت نوار را به حداکثر می‌رساند و فشرده سازی را قبل از رمزگذاری ممکن می‌کند. از آنجایی که Tape ها اغلب حمل می‌شوند، رمزگذاری در تامین امنیت داده نقش مهمی ایفا می‌کند.

LTFS Partitioning در LTO-5 اضافه شد که کنترل فایل و مدیریت فضا را بهبود می‌دهد. پارتیشن بندی از طریق ایندکس کردن، مکانی که فایل بر روی نوار ذخیره شده را به درایو می‌گوید. درایو، اطلاعات ایندکس شده را می‌خواند. این اطلاعات به فرمتی که کاربر بتواند فایل‌ها را درگ اند دراپ کند ارایه می‌شود در واقع چیزی شبیه به استفاده از Thumb Drive در LTO Program.

ذخیره 30 ترابایت داده فشرده بر روی نوار LTO-8 اصولاً ارزان‌تر از استفاده از فلش یا هارد دیسک برای همان نوع ذخیره سازی است. LTO Tape، برای ذخیره سازی نیاز به برق زیادی ندارد و عمر آن تا 30 سال است. علاوه بر این، BER یا Bit Rate Error در نوارهای LTO-7 و LTO-8، به میزان 1×10^{-19} است و طبق LTO Program، 4 برابر بهتر از دیسک است.

ظرفیت غیرفشرده 12 ترابایتی در LTO-8 می‌تواند تعداد 7140000 عکس، 2880000 آهنگ، یا 8000 فیلم را ذخیره کند. در کسب‌وکارهایی که دائماً در حال ذخیره چندین ترابایت یا پتابایت داده هستند، ظرفیت، بخش مهمی از ذخیره سازی محسوب می‌شود.

معدفی چند روش برای آرشیو و بکاپ‌گیری

Tape دارای دسترسی Linear است. داده را به صورت سریال ذخیره می‌کند، کاربر برای دسترسی به داده‌ای که در انتهای نوار قرار گرفته، باید کل طول نوار را طی کند. وقتی سازمانی از برخی داده‌ها استفاده کمتری می‌کنند، آنها را به Tape انتقال می‌دهند مثلاً داده‌های آرشیو شده معمولاً ممکن است حالا حالاها مورد استفاده قرار نگیرند پس نوار می‌تواند جای خوبی برای آنها باشد.

هارد دیسک‌ها علاوه بر داشتن سرعت بیشتر در ری‌استور کردن، دسترسی Random دارند. در نتیجه دیسک برای استفاده در بکاپ‌گیری بهتر از نوار مغناطیسی خواهد بود.

امروز کلود محبوبیت خود را در زمینه بکاپ‌گیری پیدا کرده چرا که به سادگی قابل ارتقا است و دارای دسترسی Random است. Cloud Storage حتی از Tape هم می‌تواند ارزان‌تر تمام شود مخصوصاً برای کسب‌وکارهای کوچک و متوسط که برخلاف انترپرایزها حجم داده زیادی تولید نمی‌کنند. با این حال سرعت ری‌استور کردن داده از کلود پایین است مخصوصاً اگر حجم داده زیاد باشد و پهنای باند، ضعیف.

از طرفی حتی اگر شما به فکر استفاده از راهکار کلود برای ذخیره داده‌هایتان به مدت طولانی مثلا 3 یا 4 سال هستید، ممکن است داده‌های شما همچنان بر روی نوار نگهداری شود و فقط مدیریت آن به دست شما نیست.

نوع دیگری از نوار مغناطیسی برای استفاده در ذخیره سازی و آرشیو داده، Digital Linear Tape یا DLT است. این تکنولوژی در سال‌های 1980 توسعه یافت و نوارهای DLT همچنان تولید می‌شوند. Quantum در سال 1994 این تکنولوژی را خرید.

تولیدکنندگان اصلی LTO

لیست تولیدکنندگانی که کارت‌ریج‌ها و Tape Drive های LTO Ultrium را می‌فروشند، در وبسایت LTO Program قرار دارد که تا تاریخ ژوئن 2018 به قرار زیر است:

- Fujifilm
- HPE
- IBM
- Imation (now Glassbridge Enterprises)
- Maxell
- NXP Semiconductors
- Quantum
- Sony
- Spectra Logic
- Teijin DuPont Films

نقشه راه LTO

بر اساس نقشه راهی که تا ژوئن 2018 ارائه شده، نسل 12 از LTO در برنامه قرار دارد. انتظار می‌رود تمامی نسل‌های آینده LTO که در این نقشه راه دیده می‌شوند، از رمزگذاری، WORM و LTFS پشتیبانی کنند. همچنین می‌دانیم که در هر نسخه جدید، افزایش ظرفیت زیادی اتفاق می‌افتد.

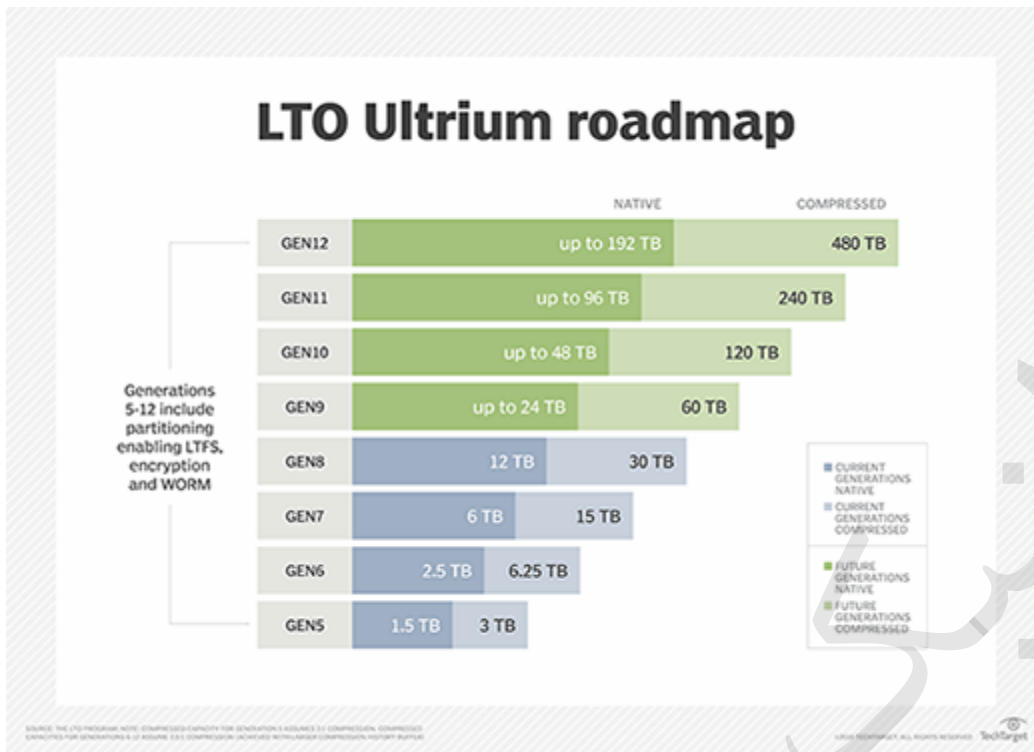
LTO-9: انتظار می‌رود ظرفیت غیرفشرده 24 ترابایت و ظرفیت فشرده 60 ترابایت فراهم کند. کنسرسیوم LTO هنوز تاریخ مشخصی برای ارائه این نسل اعلام نکرده و تخمینی از نرخ انتقال داده هم ارائه نشده است.

LTO-10: انتظار می‌رود ظرفیت غیرفشرده 48 ترابایت و ظرفیت فشرده 120 ترابایت را فراهم کند.

LTO-11: انتظار می‌رود ظرفیت غیرفشرده 96 ترابایت و ظرفیت فشرده 240 ترابایت را فراهم کند.

LTO-12: انتظار می‌رود ظرفیت غیرفشرده 192 ترابایت و ظرفیت فشرده 480 ترابایت را فراهم کند.

انتظار می‌رود نرخ انتقال نسبت به نسل‌های قبلی افزایش بیشتری داشته باشد و LTO-9 و LTO-10 به ترتیب دارای نرخ انتقال 708 Mbps و 1100 Mbps باشند.



اما همچنان افزایش ظرفیت کارتریج‌های LTO امکان رشد بیشتری دارند. در آگوست 2017، IBM و سونی اعلام کردند که با توسعه تکنولوژی توانسته‌اند حدود 330 ترابایت استوریج فشرده به ازای هر کارتریج Tape را پشتیبانی کنند.