

# Homework 1

Amir Arsalan Yavari

---

**Advanced Storage Systems**  
403-404 Semester - prof. Asadi

## به نام خدا

درس سامانه‌های پیشرفته‌ی ذخیره‌سازی  
نیم‌سال اول ۱۴۰۳  
استاد: دکتر اسدی



دانشکده مهندسی کامپیوتر

### تمرین سری اول

#### تمرینات تئوری

۱. به منظور بهبود عملکرد و افزایش مقیاس‌پذیری سیستم‌های ذخیره‌سازی در محیط‌های HPC و مرکز داده مدرن، پروتکل‌های NVMe و SATA را از لحاظ معیارهای معماری کنترل‌کننده، پهنای باند انتقال، تاخیر ورودی/خروجی، توان عملیاتی، هزینه براساس نوع دیسک حالت جامد و دیسک سخت، کاربردهای بارهای کاری خواندنی و یا نوشتندی و مقیاس‌پذیری مقایسه و تحلیل کنید.

در ابتدا یک مقایسه‌ای بر اساس معیارهای عنوان شده برای سه پروتکل گفته شده به صورت زیر داریم:

NVMe	SATA	SAS	پارامتر
معماری مبتنی بر PCIe	SATA (Serial ATA)	SAS (Serial Attached SCSI)	معماری کنترل کننده
تا ۲۵۶ گیگابیت بر ثانیه	۱.۵ تا ۶ گیگابیت بر ثانیه	۲ تا ۴۵ گیگابیت بر ثانیه	پهنای باند انتقال
کمتر از ۱ میلی ثانیه	حدود ۴ تا ۱۰ میلی ثانیه	حدود ۲ تا ۴ میلی ثانیه	تاخیر ورودی/خروجی
2.5 GT/s to 64 GT/s	150 MB/s to 600 MB/s	300 MB/s to 3000 MB/s	توان عملیاتی
بالا - حدود ۰.۳۰ دلار به ازای هر گیگابایت	پایین - حدود ۰.۱۰ تا ۰.۱۵ دلار به ازای هر گیگابایت	متوسط - حدود ۰.۲۰ دلار به ازای هر گیگابایت	هزینه براساس نوع دیسک حالت جامد
-	حدود ۰.۰۲ دلار به ازای هر گیگابایت	حدود ۰.۰۳ تا ۰.۰۵ دلار به ازای هر گیگابایت	هزینه براساس نوع دیسک سخت
بیش از یک میلیون الیتنه بستگی به نوع بار کاری دارد	در حدود ۱۰۰ کیلو الیتنه بستگی به نوع بار کاری دارد	بیش از ۱۰۰ کیلو الیتنه بستگی به نوع بار کاری دارد	کاربردهای بار کاری خواندن
مناسب برای حجم داده بزرگ و محیط‌های بزرگ	محدود به حجم پایین و محیط‌های کوچک	مناسب برای حجم داده متوسط و محیط‌های بزرگ	کاربردهای بار کاری نوشتن

همچنین به طور کیفی نیز جدول زیر را خواهیم داشت:

✓✓✓ = Best	Enterprise NVMe	DC NVMe	Enterprise SAS	Value SAS	SATA
Performance	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓
Latency	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓
Price	✓	✓✓	✓	✓✓	✓✓✓
Performance Per Price	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓
Scalability	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓
Ongoing Development	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓

توجه: مقادیر بدست آمده از لینک‌های زیر نوشته شده‌اند.

<https://docs.broadcom.com/doc/12353459#:~:text=SAS%20provides%20a%20scalable%2C%20enterprise,top%20out%20at%2016Gb%2Fs>

<https://infohub.delltechnologies.com/en-us/p/nvme-sas-and-sata/>

<https://www.techtarget.com/searchstorage/feature/Work-around-NVMe-storage-controller-drive-limitations>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Serial\\_Attached\\_SCSI](https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Attached_SCSI)

<https://tripplite.eaton.com/products/sata-cables-and-speeds-compared>

<https://www.techtarget.com/searchstorage/feature/Work-around-NVMe-storage-controller-drive-limitations>

<https://community.hpe.com/t5/disk/average-iops-for-sata-scsi-sas-fc-fata-drives/td-p/3990715>

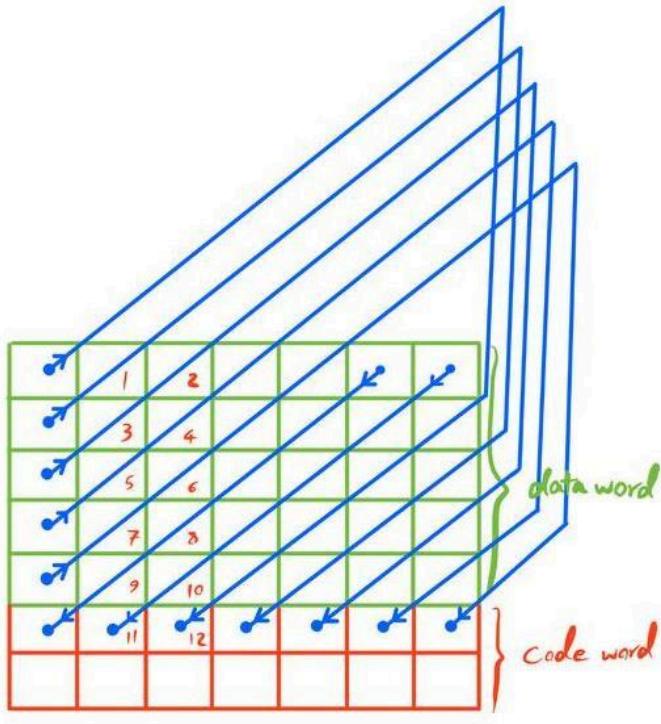
[https://www.kingston.com/en/ssd/what-is-nvme-ssd-technology#:~:text=The%20AHCI%20has%20IOPS%20\(Input,to%20benchmark%20computer%20storage%20devices.](https://www.kingston.com/en/ssd/what-is-nvme-ssd-technology#:~:text=The%20AHCI%20has%20IOPS%20(Input,to%20benchmark%20computer%20storage%20devices.)

## تحلیل شخصی:

با توجه به جدول دوم، NVMe ها از بعد Performance، Latency، Performance و Scalability per Price برتقی دارد. همچنین با دقت به جدول اول NVMe ها پهنای باند بیشتری سایپورت می‌کنند (بیشتر PCIe 3.0/4.0 استفاده می‌شود) که بین ۱۶ تا ۶۴ گیگابیت بر ثانیه پهنای باند دارند و تاخیر کمتر و توان عملیاتی بیشتری برخوردارند و برای مراکز HPC با بار کاری خواندنی نوشتمنی بالا کارآمد هستند. از سویی دیگر اگر بخواهیم هزینه‌ی کمتری داشته باشیم و HPC ما آنچنان زیاد هم درگیر بارکاری خواندنی نوشتمنی بسیار زیاد نباشد و بخواهیم کمتر هزینه کنیم. در مقام دوم SAS می‌تواند گزینه‌ی مناسبی باشد. در پایان می‌توان SATA را انتخاب کرد که با توجه به اینکه مبلغ کمی را شامل می‌شود اما برای محیط‌های کوچک مناسب است و بیشتر در لوکال استفاده می‌شود و زیاد برای HPC توصیه نمی‌شود اما در کاربرد خاص می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. ولی به طور کل:

NVMe » SAS » SATA

۲. به منظور ارزیابی روش‌های ذخیره‌سازی توزیع شده، ساختار و نحوه عملکرد کدینگ Code-X را بررسی کرده و مزایا و محدودیت‌های آن را از نظر پیچیدگی محاسباتی، تحمل خطا، و میزان افزونگی ارائه شده تجزیه و تحلیل کنید. سپس، این روش را با الگوریتم EVENODD از نظر مقایسه‌پذیری، کارایی در شرایط خرابی و میزان مصرف منابع در پیاده‌سازی عملی مقایسه نمایید. همچنین، به بررسی تطابق این روش‌ها با سیستم‌های ذخیره‌سازی با مقایس بزرگ بپردازید.

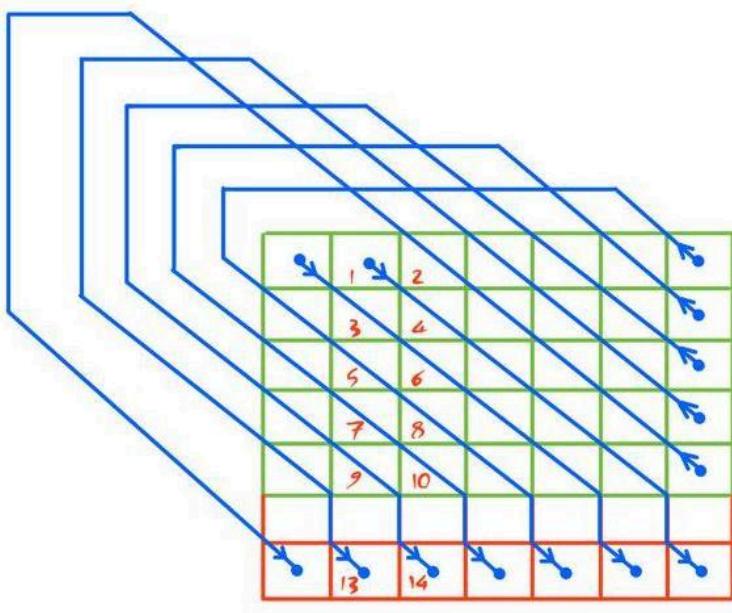


**X-Code** توضیح: X-Code یکی از کدینگ‌های مبتنی بر است. مطابق با مثال روبرو نحوه کارکرد آن را توضیح می‌دهم. در این مثال ۵ سطر data word ما را تشکیل و ۲ سطر هم code word های ما را تشکیل می‌دهند.

مطابق تصویر روبرو XOR تمامی خانه‌های یک مسیر را اندازه‌گیری و در آخرین خانه‌ی هر مسیر جایگذاری می‌کنیم. مسیرها هم به دو صورت شکل‌های روبرو برای هر جدول اندازه‌گیری می‌شود (در واقع ما دو سطر parity داریم پس دوبار هم parity داریم حساب می‌کنیم یعنی از دو مسیر). هر parity بددست آمده مربوط به ۵ خانه‌ی data است که در واقع ما ۵ سطر داده هم داریم.

از آنجایی که redundancy این کدینگ ۲ می‌باشد پس تا ۲ disk failure را تحمل می‌کند. برای مثال من یک مدل از failure را مثال می‌زنم اما هر نوع دیگری از disk failure ها با انتخاب ۲ از ۷ (۷ از جمع دیسک‌های داده + دیسک‌های parity بددست آمده) به همین شیوه تصحیح خواهد شد.

فرض کنید دیسک‌های دوم و سوم (از چپ) خراب شده‌اند در این صورت مطابق با جدول اول (بالا) در ابتدا می‌توان ۱ و ۱۲ را xor حساب کرد (چون بقیه خانه‌های مسیر xor شده را داریم می‌توانیم با یک بار XOR کردن خانه‌ها مقدار ۱۲ را حساب کنیم همچنین برای ۱ هم کافیست مقدار مقدار خانه‌هایی که داریم (۴ خانه‌ی داده + ۱ خانه‌ی parity) را XOR کنیم تا مقدار خانه‌ی یک بددست آید).



در ادامه از جدول دوم (پایین) استفاده می‌کنیم و مقادیر ۲ و ۱۳ را هم بدست می‌آوریم (مانند قبل). اکنون ۱۲، ۲ و ۱۳ را داریم. اکنون به طور یک در میان از جدول‌های بالا و پایین استفاده می‌کنیم و به

ترتیب در هر دور ۳ و ۴ (۲ را از جدول اول و ۴ را از جدول دوم) سپس ۵ و ۶، سپس ۷ و ۸، سپس ۹ و ۱۰ و در پایان ۱۱ و ۱۴ را بدست می‌آوریم.  
اکنون هر ترکیب دیگری از خرابی را در نظر بگیرید به همین شیوه می‌توان داده‌ها را بازیابی کرد.

پیچیدگی الگوریتم کدینگ X-Code از  $O(n^2)$  می‌باشد. برای آپدیت به طور بهینه به میزان ۳ آپدیت نیاز دارد. دیکدینگ آن هم از  $O(1)$  تا  $O(n)$  متغیر است اما زمان آن را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:  
 $S(n-1) / B^*XOR$

که  $S$  نمایانگر سایز دیسک‌ها (در مثال ما ۷ بلوک برای هر دیسک) و  $B$  هم بیانگر پهنای باند XOR هاست.

میزان افزودگی این الگوریتم هم ۲ دیسک است که همین منجر به تحمل خطای ۲ دیسک می‌شود.

### مقایسه با : EVENODD

هر دو الگوریتم پیچیدگی برابر و از  $n^2$  order می‌باشند. X-Code در آپدیت بهتر عمل می‌کند در واقع EVENODD در یک سری از case ها ضعیفتر است اما از طرفی EVENODD انعطاف‌پذیری بیشتری دارد و برای  $n$  های متفاوتی کار می‌کند؛ برای فردها کار می‌کند.

در دیکدینگ هم EVENODD عملکرد بهتری نسبت به X-Code دارد. از سویی دیگر EVENODD بخاطر کاربرد وسیع سازگارتر با دیگر سیستم‌های است و باز هم برتری نسبت به X-Code دارد.

از بعد مقیاس‌پذیری X-Code برای سیستم‌های با تعداد نود بالا طراحی شده اما EVENODD برای تعداد نود کم (مثل 6 RAID) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کل X-Code می‌تواند مقیاس‌پذیرتر باشد اما استفاده از یک سیستم با تعداد نود بسیار زیاد می‌تواند در دسرهای زیادی داشته باشد برای در نمونه‌های واقعی کمتر به این سمت می‌روند.

تحمل خطای هر دو هم تقریباً به یک اندازه است اما EVENODD بخاطر نگه داشتن  $S$  می‌تواند کمی تحمل خطای بهتری هم داشته باشد (البته یکم).

کلا می‌توان گفت X-Code مزیت کمترین میزان update را دارد که همین امر در کاربرد خاص می‌تواند منجر به مصرف منابع کمتر باشد و بهتر است.

منبع:

<https://www.paradise.caltech.edu/papers/etr020.pdf>

۳. برای یک برنامه کاربردی با ۳۰۰۰ کاربر فعال (با بیشینه‌ی ۳ عملیات IOPS برای هر کاربر) و ۱۵۰۰ کاربر با استفاده معمولی (با ۱ عملیات IOPS برای هر کاربر)، و با توجه به ۵۰ درصد سربار ناشی از سایر بارهای کاری و نسبت ۵ به ۱ برای نرخ خواندن به نوشتن، موارد زیر را تحلیل کنید:

۱. مقادیر IOPS مؤثر نیاز را برای پیکربندی‌های RAID5 - RAID6 - RAID10 محاسبه کنید. محاسبات شما باید تاثیر نرخ نوشتن و تعداد بلاک‌های داده و پاریتی مورد نیاز برای هر نوشتن را نیز در نظر بگیرد.

۲. اگر دیسک‌های مورد استفاده هر کدام ۱۳۰ IOPS پشتیبانی کنند، تعداد دیسک‌های مورد نیاز را برای هر پیکربندی محاسبه کنید.

۳. اگر امکان استفاده از دیسک‌هایی با IOPS بالاتر وجود داشته باشد، برای رسیدن به حداقل تعداد دیسک‌ها در هر پیکربندی و بهینه‌سازی منابع، IOPS دیسک را چه مقدار باید افزایش داد؟

A) باسخ سوال ۳

$$\begin{aligned} & \underline{3000} \text{ active user with } 3 \text{ IOPS/user} \\ & \Rightarrow 3 \times 3000 = \underline{9000} \text{ IOPS} \\ & \underline{1500} \text{ user with } 1 \text{ IOPS} \\ & \Rightarrow 1 \times 1500 = \underline{1500} \text{ IOPS} \quad \left. \begin{array}{l} 9000 + 1500 \\ = \underline{10500} \end{array} \right\} \end{aligned}$$

total system IOPS : the 50% overhead

$$10500 \times 2 = \underline{21000} \text{ total IOPS}$$

$$\text{total IOPS} = \text{IOPS\_read} + (\text{IOPS\_write} \times \text{penalty})$$

RAID5 penalty:  $2 \text{ read} + 2 \text{ write} = \underline{4}$

" 6 " :  $3 \text{ read} + 3 \text{ write} = \underline{6}$

" 10 " :  $2 \text{ write} = \underline{2}$

ratio of read to write 5/1

$$\Rightarrow \text{IOPS\_read} = 21000 / 6 \times 5 = \underline{17500}$$

$$\Rightarrow \text{IOPS\_write} = 21000 / 6 = \underline{3500}$$

$$\Rightarrow \text{RAID5 total IOPS} = 17500 + 3500 \times 4 \\ = \underline{31500}$$

$$\Rightarrow \text{RAID6 total IOPS} = 17500 + 3500 \times 6 \\ = \underline{38500}$$

$$\Rightarrow \text{RAID10 total IOPS} = 17500 + 3500 \times 2 \\ = \underline{24500}$$

B)

Disk IOPS = 130

$$\text{Minimum Required Disk} = \frac{\text{total IOPS}}{\text{disk IOPS}}$$

$$\Rightarrow \text{For RAID5 : } \frac{31500}{130} = 242.3$$

we need 243 disk ↘

$$\Rightarrow \text{For RAID6 : } \frac{38500}{130} = 296.15$$

we need 297 disk ↘

$$\Rightarrow \text{For RAID10 : } \frac{24500}{130} = 188.44$$

we need 189 disk ↘

C)

$$\text{RAID5 : } \frac{31500}{n_1} = 3$$

$$\Rightarrow n_1 = \boxed{10500}$$

$$\text{RAID6 : } \frac{38500}{n_2} = 4$$

$$\Rightarrow n_2 = \boxed{9265}$$

$$\text{RAID10 : } \frac{24500}{n_3} = 2$$

$$\Rightarrow n_3 = \boxed{12250}$$

$$\text{needed IOPS} = \text{Max } n_i = \boxed{12250}$$

answer

#### ۴. ساخت و پیکربندی RAID با ابزار mdadm

ابزار fio به عنوان ابزاری برای آزمون کارایی دیسک در سناریوهای بار کاری مختلف و با تنظیمات خاص طراحی شده است. از سوی دیگر، ابزار mdadm در لینوکس قابلیت پیکربندی های RAID نرمافزاری مختلف را فراهم می‌کند. در این تمرین، می‌خواهیم RAID ایجاد کرده، عملکرد آنها را آزمایش کنیم و در شرایط شبیه‌سازی شده‌ای مانند خرابی دیسک، کارایی RAID را بررسی نماییم.

**پیش نیاز:** یک ماشین مجازی با توزیع Ubuntu ایجاد کرده و مراحل زیر را دنبال نمایید.

۱. مطالعه مستندات ابزار fio و توضیح پارامترهای اصلی برای اجرای تست‌های I/O پارامترهای ضروری مانند نوع عملیات (خواندن یا نوشتن)، عمق I/O (iodepth)، نوع دسترسی به دیسک تصادفی یا متوالی و اندازه‌ی بلاک را توضیح دهید.

#### :random\_distribution

مقدار رندوم در این پارامتر به معنی دسترسی تصادفی به داده‌هاست. یعنی IO تصادفی بر روی دیسک نوشته یا خوانده می‌شود و ترتیب sequential ندارد.

#### :blocksize

این پارامتر اندازه‌ی بلاک‌های داده را برای IO مشخص می‌کنے که مثلا 32KB باشد یا 8KB یا هر مقدار دیگه‌ای. این پارامتر برای شبیه‌سازی بلاک سایزهای مختلف به منظور شبیه‌سازی سناریوی واقعی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

#### :iodepth

تعداد عملیاتی که در صفحه پردازشی در هر زمان قرار می‌گیرد را می‌توانیم با این پارامتر مشخص کنیم.

**iodedepth = 1** یعنی یک عملیات به صورت همزمان در جریان است.  
**iodedepth = 4** یعنی چهار عملیات به صورت همزمان در جریان است. این برای آزمایش سیستم‌های چند پردازنده مناسب است.

#### :numjobs

تعداد کار همزمان که قرار است انجام بشود برای مثال **numjobs = 1** یعنی یک کار در حال اجرا است و **numjobs = 4** یعنی چهار کار همزمان در حال اجرا هستند.

#### :rwmixwrite و Rwmixread

برای مشخص کردن نسبت خواندن و نوشتن استفاده می‌شود. برای مثال:  
**rwmixread = 50** و **rwmixwrite = 50** یعنی 50% عملیات خواندن و 50% عملیات نوشتن است.

**rwmixwrite = 70** و **rwmixread = 30** یعنی 30% عملیات خواندن و 70% عملیات نوشتن است.

## :readwrite

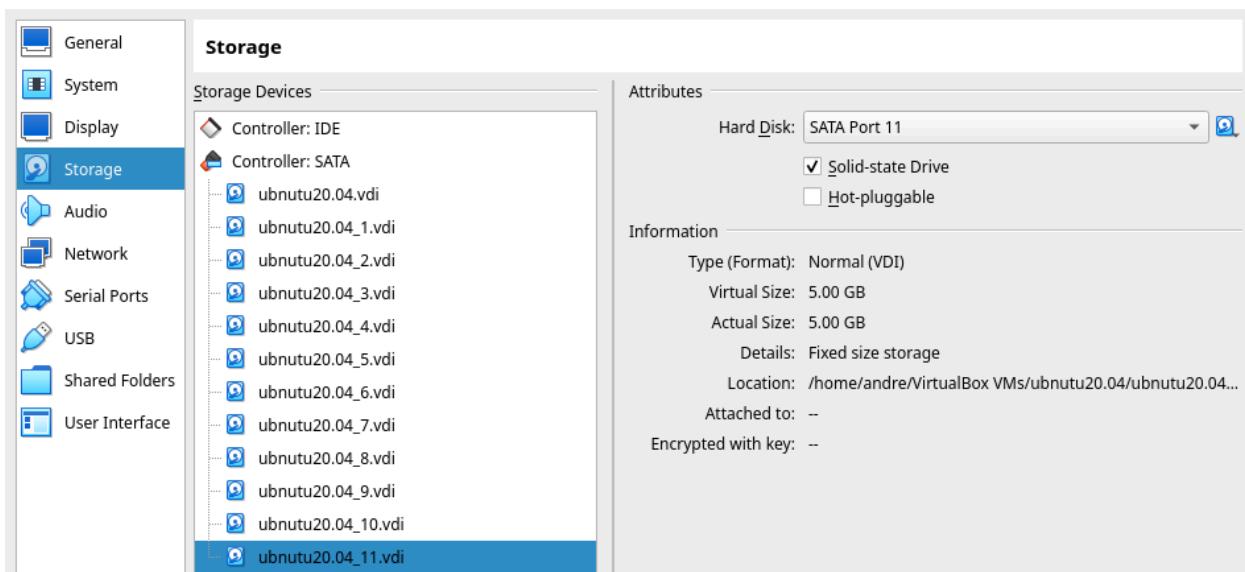
نوع عملیات I/O را مشخص می‌کند.

- :read: فقط عملیات خواندن انجام می‌شود.
- :write: فقط عملیات نوشتمن انجام می‌شود.
- :randread: خواندن تصادفی انجام می‌شود.
- :randwrite: نوشتمن تصادفی انجام می‌شود.
- :randrw: عملیات خواندن و نوشتمن تصادفی به طور ترکیبی انجام می‌شود.

## :ioengine

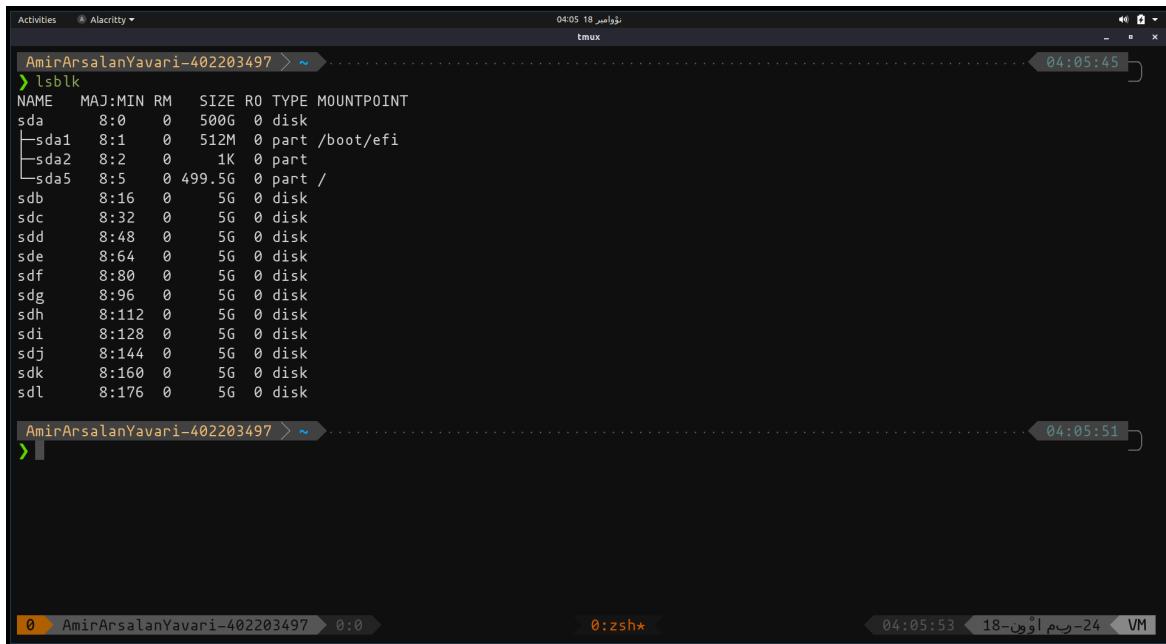
از این پارامتر برای مشخص کردن مکانیزم دسترسی به دیسک استفاده می‌کنیم برای مثال "libaio" که در جدول هست برای دسترسی Asynchronous IO به همان Linux AIO است.

۲. اختصاص دیسک‌های هماندازه به ماشین مجازی خود تا بتوانید از آن‌ها برای پیکربندی‌های مختلف RAID استفاده کنید.



مطابق تصویر بالا من ۱۱ دیسک ۵ گیگابایتی به VM اضافه کردم تا در ادامه بتوانم با آنها RAID های مختلف را ایجاد کنم. دیسک‌ها را pre allocated کردم که سربار مجازی‌سازی را متتحمل نشن و نوعشون رو هم SSD کردم چون دیسک‌های سیستم SSD بودن و بازم نمیخواستم مجازی‌سازی اورهدهی ایجاد کنه.

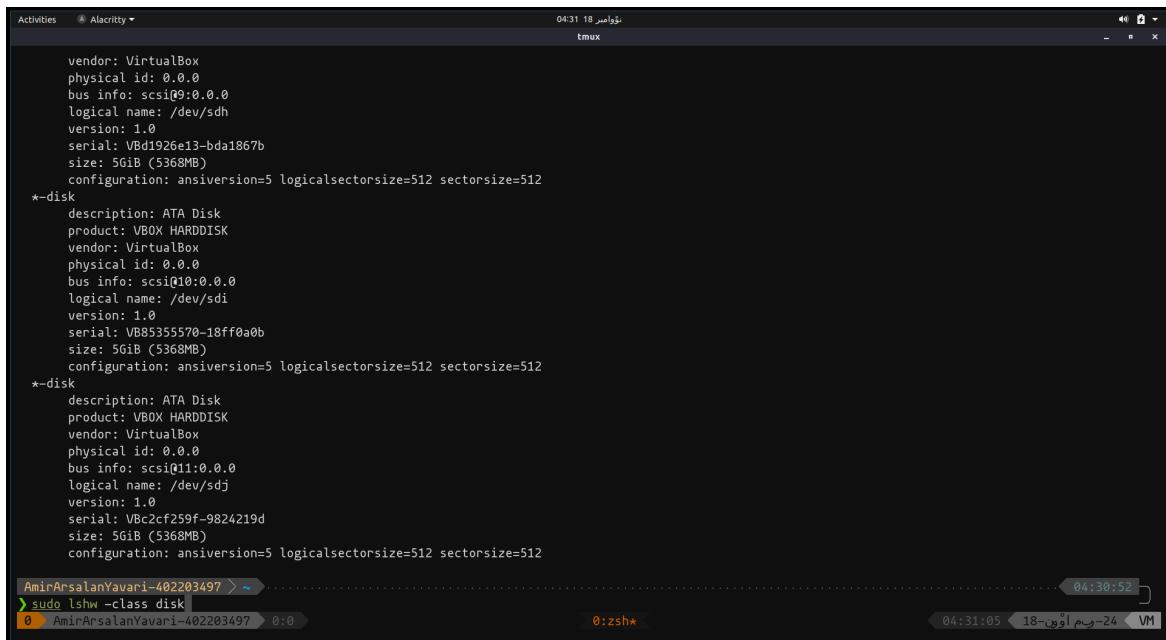
### ۳. مشاهده دیسک‌های موجود در سیستم عامل و چاپ لیست آن‌ها با استفاده از دستور lsblk



```
lsblk
NAME  MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINT
sda    8:0     0   500G  0 disk
└─sda1 8:1     0   512M  0 part /boot/efi
└─sda2 8:2     0    1K  0 part
└─sda5 8:5     0 499.5G  0 part /
sdb    8:16    0    5G  0 disk
sdc    8:32    0    5G  0 disk
sdd    8:48    0    5G  0 disk
sde    8:64    0    5G  0 disk
sdf    8:80    0    5G  0 disk
sdg    8:96    0    5G  0 disk
sdh    8:112   0    5G  0 disk
sdi    8:128   0    5G  0 disk
sdj    8:144   0    5G  0 disk
sdk    8:160   0    5G  0 disk
SDL    8:176   0    5G  0 disk

0 AmirArsalanYavari-402203497 0:0 0:zsh* 04:05:53 18-پم اون-24 VM
```

### ۴. اطلاعات کامل دیسک‌ها مانند ظرفیت، نوع و سرعت آن‌ها را با استفاده از lshw –class disk مشاهده و ثبت کنید.



```
lshw -class disk
*-disk
  vendor: VirtualBox
  physical id: 0.0.0
  bus info: scsi@0:0.0.0
  logical name: /dev/sdh
  version: 1.0
  serial: VBD1926e13-bda1867b
  size: 50iB (5368MB)
  configuration: ansiversion=5 logicalsectorsize=512 sectorsize=512
*-disk
  description: ATA Disk
  product: VBOX HARDDISK
  vendor: VirtualBox
  physical id: 0.0.0
  bus info: scsi@10:0.0.0
  logical name: /dev/sdi
  version: 1.0
  serial: VB85355570-18ff0a0b
  size: 50iB (5368MB)
  configuration: ansiversion=5 logicalsectorsize=512 sectorsize=512
*-disk
  description: ATA Disk
  product: VBOX HARDDISK
  vendor: VirtualBox
  physical id: 0.0.0
  bus info: scsi@11:0.0.0
  logical name: /dev/sdj
  version: 1.0
  serial: VBC2cf259f-9824219d
  size: 50iB (5368MB)
  configuration: ansiversion=5 logicalsectorsize=512 sectorsize=512

0 sudo lshw -class disk
0 AmirArsalanYavari-402203497 0:0 0:zsh* 04:31:05 18-پم اون-24 VM
```

ظرفیت دیسک‌ها برابر (5GiB (5368MB) و نوع دیسک‌ها VBOX HARDDISK (دیسکی مجازی از VirtualBox) است اما اطلاعاتی در مورد سرعت دیسک‌ها نداشتیم که من اسکریپت زیر (بین صورت که روی sdX ها لووپ می‌زنم و هر بار روی هر یک دستور sudo hdparm -Tt را اجرا می‌کنم) را اجرا کدم تا سرعت آنها را هم بدست بیاورم.

```
Activities ◊ Alacrity ▾ 04:37:18 نوادرن 18 tmux
sd1    8:128 0   5G 0 disk
sdj    8:144 0   5G 0 disk
sdk    8:160 0   5G 0 disk
sdl    8:176 0   5G 0 disk

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 04:36:13
> lsblk | tail -n 11
sdb     8:16 0   5G 0 disk
sdc     8:32 0   5G 0 disk
sdd     8:48 0   5G 0 disk
sde     8:64 0   5G 0 disk
sdf     8:80 0   5G 0 disk
sdg     8:96 0   5G 0 disk
sdh     8:112 0  5G 0 disk
sdi    8:128 0   5G 0 disk
sdj    8:144 0   5G 0 disk
sdk    8:160 0   5G 0 disk
sdl    8:176 0   5G 0 disk

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 04:36:15
> lsblk | tail -n 11 | awk '{print "$1"}'
zsh: parse error near `'

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 04:36:23
> lsblk | tail -n 11 | awk '{print $1}'
sdb
sdc
sdd
sde
sdf
sdg
sdh
sdi
sdj
sdk
sdl

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 04:36:26
> for i in `lsblk | tail -n 11 | awk '{print $1}'`; do sudo hdparm -Tt /dev/$i ; done
zsh: unmatched '
zsh: parse error in command substitution

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 04:38:30
> for i in `$(lsblk | tail -n 11 | awk '{print $1}')`; do sudo hdparm -Tt /dev/$i; done

/dev/sdb:
Timing cached reads:  35328 MB in  1.99 seconds = 17736.45 MB/sec
Timing buffered disk reads: 5120 MB in  1.43 seconds = 3591.35 MB/sec

/dev/sdc:
Timing cached reads:  36318 MB in  1.99 seconds = 18230.93 MB/sec
Timing buffered disk reads: 5120 MB in  1.38 seconds = 3716.63 MB/sec

/dev/sdd:
Timing cached reads:  37044 MB in  1.99 seconds = 18608.62 MB/sec
Timing buffered disk reads: 5120 MB in  1.35 seconds = 3786.96 MB/sec

/dev/sde:
Timing cached reads:  36816 MB in  1.99 seconds = 18481.96 MB/sec
Timing buffered disk reads: 5120 MB in  1.38 seconds = 3722.00 MB/sec

/dev/sdf:
Timing cached reads:  37394 MB in  1.99 seconds = 18774.93 MB/sec
Timing buffered disk reads: 5120 MB in  1.37 seconds = 3739.07 MB/sec

/dev/sdg:
Timing cached reads:  36430 MB in  1.99 seconds = 18286.56 MB/sec
Timing buffered disk reads: 5120 MB in  1.44 seconds = 3547.98 MB/sec

/dev/sdh:
0 > AmirArsalanYavari-402203497 0:0 04:40:28 < 18 - برمجيات - 24 VM
```

۵. انجام تست‌های اولیه با ابزار fio روی یک دیسک منتخب از سیستم. برای هر تست، از پارامترهای زیر استفاده کنید و نتایج مربوط به، IOPS پهنانی باند و تأخیر را ثبت نمایید.

در ابتدا دیسک درایوها را پارتیشن بندی کردم و فرمات کردم که یک نمونه از آن را در ادامه قرار داده‌ام:

```
Activities ◊ Alacrity ▾ 05:01 18 نوامبر tmux [5/1076]

❯ sudo fdisk /dev/sdb
[sudo] password for AmirArsalanYavari-402203497:

Welcome to fdisk (util-linux 2.34).
Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
Be careful before using the write command.

Device does not contain a recognized partition table.
Created a new DOS disklabel with disk identifier 0xa2259dfa.

Command (m for help): n
Partition type
  p  primary (0 primary, 0 extended, 4 free)
  e  extended (container for logical partitions)
Select (default p): p

Using default response p.
Partition number (1-4, default 1):
First sector (2048-30485759, default 2048):
Last sector +/-sectors or +/-size{K,M,G,T,P} (2048-10485759, default 10485759):

Created a new partition 1 of type 'Linux' and of size 5 GiB.

Command (m for help): w
The partition table has been altered.
Calling ioctl() to re-read partition table.
Syncing disks.

AmirArsalanYavari-402203497 ~
❯ sudo mkfs.ext4 /dev/sdb1
mke2fs 1.45.5 (07-Jan-2020)
Creating filesystem with 1318464 4k blocks and 32768 inodes
Filesystem UUID: e0f81a3a-cebf-4e1c-92f6-197c6d432342
Superblock backups stored on blocks:
            32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736

Allocating group tables: done
Writing inode tables: done
Creating journal (16384 blocks): done
0 AmirArsalanYavari-402203497 ~ 29s < 05:00:27
```

```

Activities Alacrity نوادرس 18 tmux
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> ls
test1.fio test2.fio test3.fio test4.fio test5.fio test6.fio test7.fio test8.fio
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> cat test1.fio
[global]
ioengine=libaio
direct=1
iodepth=1
numjobs=1

[rand_read]
rw=read
bs=8k
size=10

AmirArsalanYavari-402203497 > ~
>

```

من تست fio را روی همان home بوزر حال حاضر انجام دادم. (فایل دستورات در کنار pdf در پوشه‌ی Q4-part5 قرار دارد)

تست ۱:

```

Activities Alacrity نوادرس 18 tmux
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> fio test1.fio
rand_read: (g=0): rw=read, bs=(R) 8192B-8192B, (W) 8192B-8192B, (T) 8192B-8192B, ioengine=libaio, iodepth=1
fio=3..16
Starting 1 process
Jobs: 1 (f=1): [R(1)[100.0%][r=135MiB/s][r=17.3k IOPS][eta 00m:00s]
rand_read: (groupid=0, jobs=1): err: 0: pid:9798: Mon Nov 18 15:12:28 2024
  read: IOPS=17.0k, BW=140MiB/s (147MB/s)(1024MiB/7290msec)
    slat (usec): min=3, max=1451, avg= 7.56, stdev= 7.52
    clat (nsec): min=589, max=20222k, avg=47431.33, stdev=172019.83
  lat (usec): min=27, max=20228, avg=55.10, stdev=172.25
  clat percentiles (usec):
    | 1.00th=[ 40], 10.00th=[ 41], 20.00th=[ 42], 20.00th=[ 43],
    | 30.00th=[ 43], 40.00th=[ 44], 50.00th=[ 44], 60.00th=[ 45],
    | 70.00th=[ 45], 80.00th=[ 46], 90.00th=[ 48], 95.00th=[ 52],
    | 99.00th=[ 95], 99.50th=[ 109], 99.90th=[ 184], 99.95th=[ 260],
    | 99.99th=[ 280]
  bw ( C Kib/s): min=135520, max=154720, per=99.69%, avg=143391.43, stdev=5316.70, samples=14
  iops : min=16940, max=19340, avg=17923.79, stdev=644.55, samples=14
lat (nsec) : 750=0.01%, 1000=0.01%
lat (usec) : 2=0.01%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=0.01%, 50=93.32%
lat (usec) : 100=5.95%, 250=0.67%, 500=0.02%, 750=0.01%, 1000=0.01%
lat (msec) : 2=0.01%, 4=0.01%, 10=0.01%, 50=0.01%
cpu : usr=1.87%, sys=20.14%, ctx=131108, majf=0, minf=15
IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
  submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
  complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=131072,0,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1

Run status group 0 (all jobs):
  READ: bw=140MiB/s (147MB/s), 140MiB/s-140MiB/s (147MB/s-147MB/s), io=1024MiB (1074MB), run=7290-7290msec

Disk stats (read/write):
  sda: ios=127929/2, merge=0/6, ticks=6440/2, in_queue=6443, util=98.66%
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
>
0 AmirArsalanYavari-402203497 0:0

```

تست ۲:

```

Activities Alacrity نوادرس 18 tmux
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> fio test2.fio
rand_read_64k: (g=0): rw=read, bs=(R) 64.0KiB-64.0KiB, (W) 64.0KiB-64.0KiB, (T) 64.0KiB-64.0KiB, ioengine=libaio, iodepth=1
fio=3..16
Starting 1 process
rand_read_64k: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 1 (f=1)
rand_read_64k: (groupid=0, jobs=1): err: 0: pid:10337: Mon Nov 18 15:15:48 2024
  read: IOPS=10.6k, BW=664MiB/s (696MB/s)(1024MiB/1542msec)
    slat (usec): min=7, max=750, avg= 9.23, stdev=29.38
    clat (usec): min=4, max=4425, avg=84.31, stdev=58.85
    lat (usec): min=36, max=4448, avg=93.64, stdev=66.19
    clat percentiles (usec):
      | 1.00th=[ 65], 10.00th=[ 67], 20.00th=[ 68],
      | 30.00th=[ 69], 40.00th=[ 70], 50.00th=[ 72],
      | 70.00th=[ 73], 80.00th=[ 78], 90.00th=[ 151], 95.00th=[ 163],
      | 99.00th=[ 190], 99.50th=[ 206], 99.90th=[ 404], 99.95th=[ 775],
      | 99.99th=[ 224]
  bw ( C Kib/s): min=658103, max=686208, per=99.69%, avg=677885.33, stdev=9140.34, samples=3
  iops : min=10439, max=10722, avg=10591.67, stdev=142.82, samples=3
lat (usec) : 10=0.01%, 20=0.01%, 50=0.48%, 100=84.48%, 250=14.79%
lat (usec) : 2=0.02%, 4=0.01%, 10=0.01%
cpu : usr=0.00%, sys=14.54%, ctx=16395, majf=0, minf=30
IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%, >64=0.0%
  submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
  complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=16384,0,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1

Run status group 0 (all jobs):
  READ: bw=664MiB/s (696MB/s), 664MiB/s-664MiB/s (696MB/s-696MB/s), io=1024MiB (1074MB), run=1542-1542msec

Disk stats (read/write):
  sda: ios=14214/0, merge=0/0, ticks=1253/0, in_queue=1254, util=93.35%
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
>
0 AmirArsalanYavari-402203497 0:0

```

تست ۳

```
Activities Alacrity 16:54 18 مارس 2024 AmirArsalanYavari-402203497@VM:~
```

```
> fio test3.fio
rand_read_rndread: (g=0): rw=randread, bs=(R) 8192B-8192B, (W) 8192B-8192B, (T) 8192B-8192B, ioengine=libaio, iodepth=1
fio-3.16
Starting 1 process
rand_read_rndread: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 1 (f=1): [r(1)][100.0%][r=75.7MiB/s][r=9691 IOPS][eta 0m:00s]
rand_read_rndread: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=2453: Mon Nov 18 16:54:34 2024
  read: IOPS=9577, BW=74.8MiB/s (78.5MB/s)(1024MiB/13686msec)
    slat (usec): min=5, max=6542.0k, avg=95942.38, stdev=58618.01
    clat (usec): min=50, max=6550.3k, avg=95942.38, stdev=58618.01
    lat (usec): min=25, max=6384, avg=103.91, stdev=62.46
    clat percentiles (usec):
      | 1.00th=[ 78], 5.00th=[ 86], 10.00th=[ 89]
      | 30.00th=[ 90], 40.00th=[ 91], 50.00th=[ 91], 60.00th=[ 92],
      | 70.00th=[ 94], 80.00th=[ 103], 90.00th=[ 110], 95.00th=[ 123],
      | 99.00th=[ 143], 99.50th=[ 180], 99.90th=[ 371], 99.95th=[ 816],
      | 99.99th=[ 2507]
  bw ( Kib/s): min=72704, max=78928, per=100.00%, avg=76715.04, stdev=1593.05, samples=27
  iops : min=9888, max= 9866, avg=9589.33, stdev=199.11, samples=27
  lat (nsec) : 750.0-0.1%, 1000.0-0.01%
  lat (usec) : 2=0.01%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=0.01%, 50=0.55%
  lat (usec) : 100=78.23%, 250=21.03%, 500=0.11%, 750=0.01%, 1000=0.01%
  lat (usec) : 2=0.02%, 4=0.02%, 10=0.01%
  cpu : usr=1.45%, sys=10.68%, ctx=131196, majf=0, minf=13
IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >=64=0.0%
  submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
  complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
  issued rwt: total=131072,0,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
  latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1

Run status group 0 (all jobs):
  READ: bw=74.8MiB/s (78.5MB/s), 74.8MiB/s-74.8MiB/s (78.5MB/s-78.5MB/s), io=1024MiB (1074MB), run=13686-13686msec

Disk stats (read/write):
  sda: ios=130309/2, merge=0/1, ticks=12808/1, in_queue=12811, util=99.26%
```

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 15s < 16:54:34

تست ۴

```
Activities Alacrity 16:56 18 مارس 2024 AmirArsalanYavari-402203497@VM:~
```

```
> fio test4.fio
rand_read_rndread: (g=0): rw=randread, bs=(R) 8192B-8192B, (W) 8192B-8192B, (T) 8192B-8192B, ioengine=libaio, iodepth=1
fio-3.16
Starting 1 process
Jobs: 1 (f=1): [r(1)][100.0%][r=28.1k IOPS][eta 0m:00s]
rand_read_rndread: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=3465: Mon Nov 18 16:55:02 2024
  read: IOPS=27.9k, BW=218MiB/s (229MB/s)(1024MiB/4694msec)
    slat (nsec): min=1587, max=5493.3k, avg=8757.39, stdev=19837.74
    clat (usec): min=6, max=6556, avg=134.02, stdev=85.55
    lat (usec): min=23, max=6564, avg=142.86, stdev=87.95
    clat percentiles (usec):
      | 1.00th=[ 85], 5.00th=[ 97], 10.00th=[ 103], 20.00th=[ 113],
      | 30.00th=[ 119], 40.00th=[ 124], 50.00th=[ 129], 60.00th=[ 135],
      | 70.00th=[ 139], 80.00th=[ 147], 90.00th=[ 161], 95.00th=[ 178],
      | 99.00th=[ 258], 99.50th=[ 330], 99.90th=[ 676], 99.95th=[ 1303],
      | 99.99th=[ 4490]
  bw ( Kib/s): min=218384, max=229984, per=100.00%, avg=224432.56, stdev=3835.46, samples=9
  iops : min=72798, max=28748, avg=28054.00, stdev=479.48, samples=9
  lat (usec) : 10=0.01%, 20=0.03%, 50=0.43%, 100=6.91%, 250=91.56%
  lat (usec) : 500=0.94%, 750=0.04%, 1000=0.03%
  lat (usec) : 2=0.03%, 4=0.02%, 10=0.02%
  cpu : usr=1.88%, sys=31.49%, ctx=97961, majf=0, minf=18
IO depths : 1=0.1%, 2=0.1%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >=64=0.0%
  submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
  complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
  issued rwt: total=131072,0,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
  latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=4

Run status group 0 (all jobs):
  READ: bw=218MiB/s (229MB/s), 218MiB/s-218MiB/s (229MB/s-229MB/s), io=1024MiB (1074MB), run=4694-4694msec

Disk stats (read/write):
  sda: ios=130018/5, merge=0/13, ticks=17296/3, in_queue=17301, util=97.81%
```

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 5s < 16:55:02

```

Activities  ● Alacrity  15:20 18 توازن tmux  5s < 15:1 [85/520]
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> fio test5.fio
rand_write_rndwrite: (g=0): rw=randwrite, bs=(R) 8192B-8192B, (W) 8192B-8192B, (T) 8192B-8192B, ioengine=libaio, iodepth=1
fio-3.16
Starting 4 processes
rand_write_rndwrite: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
rand_write_rndwrite: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
rand_write_rndwrite: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
rand_write_rndwrite: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 3 (f=3); [(W3),(1)][89.5%][w=438MiB/s]l=56.1k IOPS][eta 0m:02s]
rand_write_rndwrite: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=10975: Mon Nov 18 15:20:12 2024
write: IOPS=7459, Blk=58.3MiB/s (61.1MB/s)(1024MiB/17572msec); 0 zone resets
slat (usec): min=4, max=7858, avg=27.79, stdev=79.78
clat (nsec): min=352, max=1503.5M, avg=105252.16, stdev=7573564.99
lat (usec): min=23, max=1503.5K, avg=133.24, stdev=7573.89
clat percentiles (nsec):
| 1.00th=[      378], 5.00th=[     410], 10.00th=[     740],
| 20.00th=[   20608], 30.00th=[   24448], 40.00th=[   28544],
| 50.00th=[   31360], 60.00th=[   34048], 70.00th=[   37120],
| 80.00th=[   40192], 90.00th=[   45824], 95.00th=[   52992],
| 99.00th=[  130560], 99.50th=[  162816], 99.90th=[  774144],
| 99.95th=[ 2072576], 99.99th=[115867648]
bw ( Kib/s): min= 175, max=147257, pers=29.83%, avg=70348.26, stdev=58751.48, samples=27
iops : min=   21, max=18407, avg=8793.30, stdev=7344.02, samples=27
lat (nsec) : min=6.75K, 750=3.28K, 1000=0.29K
lat (usec) : 2=0.10x, 4=0.01x, 10=0.03x, 20=8.09x, 50=75.00x
lat (usec) : 100=4.70x, 250=1.54x, 500=0.08x, 750=0.02x, 1000=0.02x
lat (msec) : 2=0.03x, 4=0.02x, 10=0.01x, 20=0.01x, 50=0.01x
lat (msec) : 100=0.01x, 250=0.01x, 500=0.01x, 750=0.01x, 1000=0.01x
lat (msec) : 2000=0.01x
cpu : usr=0.53%, sys=21.54%, ctx=118505, majf=0, minf=13
IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=0,131072,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
rand_write_rndwrite: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=10976: Mon Nov 18 15:20:12 2024
write: IOPS=7369, Blk=57.6MiB/s (60.4MB/s)(1024MiB/17785msec); 0 zone resets
0: [tmux]* 15:20:31 18-وقت-24 VM

Activities  ● Alacrity  15:21 18 توازن tmux  5s < 15:1 [50/520]
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
issued rwt: total=0,131072,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_write_rndwrite: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=10976: Mon Nov 18 15:20:12 2024
write: IOPS=7369, Blk=57.6MiB/s (60.4MB/s)(1024MiB/17785msec); 0 zone resets
slat (usec): min=5, max=793, avg=30.27, stdev=95.94
clat (nsec): min=352, max=1505.6M, avg=10442.28, stdev=7646960.00
lat (usec): min=24, max=1905.6K, avg=134.88, stdev=7647.45
clat percentiles (nsec):
| 1.00th=[      378], 5.00th=[     410], 10.00th=[     644],
| 20.00th=[   19328], 30.00th=[   23424], 40.00th=[   26752],
| 50.00th=[   29568], 60.00th=[   32128], 70.00th=[   35972],
| 80.00th=[   38560], 90.00th=[   44288], 95.00th=[   50944],
| 99.00th=[  132996], 99.50th=[  168960], 99.90th=[  514048],
| 99.95th=[ 1777664], 99.99th=[135266304]
bw ( Kib/s): min= 15, max=146006, pers=27.18x, avg=64094.07, stdev=60848.26, samples=30
iops : min=   1, max=18250, avg=8011.47, stdev=7606.12, samples=30
lat (nsec) : 500=7.07x, 750=4.33x, 1000=0.47x
lat (usec) : 2=0.17x, 4=0.04x, 10=0.06x, 20=9.22x, 50=73.33x
lat (usec) : 100=3.61x, 250=1.52x, 500=0.09x, 750=0.02x, 1000=0.01x
lat (msec) : 2=0.02x, 4=0.01x, 10=0.02x, 20=0.01x, 50=0.01x
lat (msec) : 100=0.01x, 250=0.01x, 500=0.01x, 750=0.01x, 1000=0.01x
lat (msec) : 2000=0.01x
cpu : usr=0.44%, sys=23.02%, ctx=117199, majf=0, minf=15
IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=0,131072,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_write_rndwrite: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=10977: Mon Nov 18 15:20:12 2024
write: IOPS=7558, Blk=59.1MiB/s (61.9MB/s)(1024MiB/17340msec); 0 zone resets
slat (usec): min=4, max=7426, avg=29.33, stdev=92.69
clat (nsec): min=351, max=1504.5M, avg=101808.78, stdev=7520952.47
lat (usec): min=23, max=1504.5K, avg=31.43, stdev=7521.41
clat percentiles (nsec):
| 1.00th=[      386], 5.00th=[     580], 10.00th=[    16768],
| 20.00th=[   20864], 30.00th=[   23680], 40.00th=[   27088],
| 50.00th=[   30336], 60.00th=[   33024], 70.00th=[   35584],
| 80.00th=[   38556], 90.00th=[   43776], 95.00th=[   48996],
| 99.00th=[  130560], 99.50th=[  166912], 99.90th=[  806912],
| 99.95th=[ 1842000], 99.99th=[119013376]
bw ( Kib/s): min= 318, max=146946, pers=28.59x, avg=67414.48, stdev=61328.76, samples=29
iops : min= 39, max=18368, avg=8426.59, stdev=7666.17, samples=29
lat (nsec) : 500=3.03x, 750=4.98x, 1000=0.54x
lat (usec) : 2=0.25x, 4=0.04x, 10=0.03x, 20=8.13x, 50=78.39x
lat (usec) : 100=3.07x, 250=1.32x, 500=0.09x, 750=0.01x, 1000=0.02x
lat (msec) : 2=0.04x, 4=0.01x, 10=0.02x, 20=0.01x, 50=0.01x
lat (msec) : 100=0.01x, 250=0.01x, 500=0.01x, 750=0.01x, 1000=0.01x
lat (msec) : 2000=0.01x
cpu : usr=0.40%, sys=22.33%, ctx=124695, majf=0, minf=14
IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=0,131072,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_write_rndwrite: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=10978: Mon Nov 18 15:20:12 2024
write: IOPS=8073, Blk=63.1MiB/s (66.1MB/s)(1024MiB/16234msec); 0 zone resets
slat (usec): min=4, max=8812, avg=30.18, stdev=102.60
clat (nsec): min=356, max=1506.7M, avg=92579.73, stdev=7081785.41
lat (usec): min=24, max=1506.7K, avg=122.96, stdev=7082.40
clat percentiles (nsec):
| 1.00th=[      386], 5.00th=[     580], 10.00th=[     812],
| 20.00th=[   20864], 30.00th=[   23936], 40.00th=[   25728],
| 50.00th=[   28544], 60.00th=[   31360], 70.00th=[   34048],
| 80.00th=[   37632], 90.00th=[   43264], 95.00th=[   50432],
| 99.00th=[  138240], 99.50th=[  183296], 99.90th=[ 1187840],
| 99.95th=[ 2572288], 99.99th=[57409536]
bw ( Kib/s): min= 526, max=172176, pers=31.91x, avg=75265.59, stdev=59794.29, samples=27
iops : min= 65, max=21522, avg=9408.00, stdev=7474.43, samples=27
lat (nsec) : 500=3.13x, 750=6.43x, 1000=0.72x
lat (usec) : 2=0.23x, 4=0.02x, 10=0.02x, 20=6.98x, 50=77.24x
lat (usec) : 100=3.42x, 250=1.53x, 500=0.09x, 750=0.03x, 1000=0.04x
lat (msec) : 2=0.05x, 4=0.02x, 10=0.02x, 20=0.01x, 50=0.01x
lat (msec) : 100=0.01x, 250=0.01x, 500=0.01x, 750=0.01x, 1000=0.01x
lat (msec) : 2000=0.01x
0: [tmux]* 15:21:16 18-وقت-24 VM

Activities  ● Alacrity  15:25 18 توازن tmux  5s < 15:1 [15/520]
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
[15/520]

```

```

lat (nsec) : 500=3.13%, 750=6.43%, 1000=0.72%
lat (usec) : 2=0.23%, 4=0.02%, 10=0.02%, 20=5.98%, 50=77.24%
lat (usec) : 100=3.42%, 250=1.53%, 500=0.89%, 750=0.03%, 1000=0.04%
lat (msec) : 2=0.05%, 4=0.02%, 10=0.02%, 20=0.01%, 50=0.01%
lat (msec) : 100=0.01%, 250=0.01%, 500=0.01%, 750=0.01%, 1000=0.01%
lat (msec) : 2000=0.01%
cpu : usr=0.62%, sys=25.00%, ctxt=119581, majf=0, minf=12
IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=0,131072,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1

Run status group 0 (all jobs):
  WRITE: bw=230MiB/s (241MiB/s), 57.6MiB/s-63.1MiB/s (60.4MiB/s-66.1MiB/s), io=4096MiB (4295MiB), run=16234-17785msec

Disk stats (read/write):
  sdः: ios=0/520297, merge=0/1949, ticks=0/60710, in_queue=61636, util=96.62%

AmirArsalanYavari-402203497 ~ 18:59:14 18-جولای ۱۴۰۰ء 24 VM

```

تست ۶

```

Activities  Alacrity  15:35 18 جولای ۱۴۰۰ء tmux  75/746
clear
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 15:36:45
fio test6.fio
rand_write_rndwrite: (g=0): rw=randwrite, bs=(R) 32.0KiB-32.0KiB, (W) 32.0KiB-32.0KiB, (T) 32.0KiB-32.0KiB, ioengine=libaio, iodepth=1
...
fio-3.16
Starting 4 processes
Jobs: 2 (F=2): [W(1),_(2)[w=1671MiB/s][w=53.5k IOPS][eta 0mm:0ss]
rand_write_rndwrite: (groupid=0, jobs=1): err= 0, pid=12996: Mon Nov 18 15:34:51 2024
  write: IOPS=10.8k, BW=37MiB/s (353MiB/s)(1024MiB/3039msec); 0 zone resets
    slat (usec): min=3, max=6454, avg=41.16, stdev=357727.20
    clat (usec): min=22, max=16266, avg=91.93, stdev=369.32
    clat percentiles (usec):
      | 1.00th=[   346], 5.00th=[   358], 10.00th=[   370],
      | 20.00th=[   498], 30.00th=[ 15649], 40.00th=[ 23424],
      | 50.00th=[ 28832], 60.00th=[ 33824], 70.00th=[ 40192],
      | 80.00th=[ 46336], 90.00th=[ 52480], 95.00th=[ 64256],
      | 99.00th=[ 162816], 99.50th=[ 88640], 99.90th=[ 6389760],
      | 99.95th=[ 7045120], 99.99th=[ 9764864]
  bw ( KiB/s): min=173248, max=510624, per=24.48%, avg=337863.33, stdev=182527.78, samples=6
  iops : min= 5414, max=19082, avg=10558.17, stdev=5704.00, samples=6
  lat (usec) : 500=20.08%, 750=8.83%, 1000=0.74%
  lat (usec) : 2=0.22%, 4=0.02%, 10=0.04%, 20=4.03%, 50=53.14%
  lat (usec) : 100=11.25%, 250=0.82%, 500=0.22%, 750=0.08%, 1000=0.09%
  lat (usec) : 2=0.09%, 4=0.07%, 10=0.28%, 20=0.01%
  cpu : usr=0.26%, sys=45.49%, ctxt=23365, majf=0, minf=12
  IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
  submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
  complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
  issued rwt: total=0, 32768, 0, 0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
  latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_write_rndwrite: (groupid=0, jobs=1): err= 0, pid=12997: Mon Nov 18 15:34:51 2024
  write: IOPS=11.9k, BW=37MiB/s (390MiB/s)(1024MiB/2756msec); 0 zone resets
    slat (usec): min=361, max=12579k, avg=6129.38, stdev=345866.64
    clat (usec): min=22, max=12628, avg=83.28, stdev=349.51
    clat percentiles (usec):
      0: [AmirArsalanYavari-402203497 ~ 15:35:01 18-جولای ۱۴۰۰ء 24 VM
Activities  Alacrity  15:35 18 جولای ۱۴۰۰ء tmux  40/746
slat (usec): min=3, max=6361, avg=23.03, stdev=51.78
clat (usec): min=335, max=12579k, avg=68129.38, stdev=345866.64
lat (usec) : min=22, max=12629, avg=83.28, stdev=349.51
clat percentiles (usec):
  | 1.00th=[   382], 5.00th=[ 18560], 10.00th=[ 22400],
  | 20.00th=[ 29856], 30.00th=[ 33824], 40.00th=[ 36896],
  | 50.00th=[ 39680], 60.00th=[ 42752], 70.00th=[ 45824],
  | 80.00th=[ 48896], 90.00th=[ 53504], 95.00th=[ 64256],
  | 99.00th=[ 102912], 99.50th=[ 264192], 99.90th=[ 6324224],
  | 99.95th=[ 6979584], 99.99th=[ 9895936]
  bw ( KiB/s): min=178688, max=503360, per=26.97%, avg=372198.80, stdev=163551.46, samples=5
  iops : min= 5584, max=15730, avg=11631.20, stdev=5110.97, samples=5
  lat (usec) : 500=1.63%, 750=1.48%, 1000=0.08%
  lat (usec) : 2=0.04%, 4=0.01%, 10=0.02%, 20=3.14%, 50=76.82%
  lat (usec) : 100=15.67%, 250=0.59%, 500=0.09%, 750=0.02%, 1000=0.02%
  lat (usec) : 2=0.03%, 4=0.06%, 10=0.29%, 20=0.01%
  cpu : usr=1.02%, sys=27.77%, ctxt=32366, majf=0, minf=14
  IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
  submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
  complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
  issued rwt: total=0, 32768, 0, 0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
  latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_write_rndwrite: (groupid=0, jobs=1): err= 0, pid=12998: Mon Nov 18 15:34:51 2024
  write: IOPS=11.8k, BW=37MiB/s (388MiB/s)(1024MiB/2765msec); 0 zone resets
    slat (usec): min=2, max=7223, avg=25.49, stdev=62.08
    clat (usec): min=335, max=16280k, avg=58199.93, stdev=348729.27
    lat (usec): min=22, max=16309, avg=83.83, stdev=353.91
    clat percentiles (usec):
      | 1.00th=[   358], 5.00th=[   532], 10.00th=[ 21120],
      | 20.00th=[ 27520], 30.00th=[ 32128], 40.00th=[ 35872],
      | 50.00th=[ 38144], 60.00th=[ 41216], 70.00th=[ 44800],
      | 80.00th=[ 48384], 90.00th=[ 53504], 95.00th=[ 64768],
      | 99.00th=[ 102912], 99.50th=[ 1996880], 99.90th=[ 6193152],
      | 99.95th=[ 7045120], 99.99th=[ 9764864]
  bw ( KiB/s): min=192128, max=496512, per=27.28%, avg=375365.20, stdev=149925.56, samples=5
  iops : min= 6004, max=15516, avg=1730.00, stdev=4685.05, samples=5
  lat (usec) : 500=4.73%, 750=1.99%, 1000=0.18%
  lat (usec) : 2=0.08%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=2.13%, 50=74.66%
  lat (usec) : 100=15.19%, 250=0.63%, 500=0.06%, 750=0.02%, 1000=0.02%
  0: [AmirArsalanYavari-402203497 ~ 15:35:39 18-جولای ۱۴۰۰ء 24 VM

```

```
Activities Alacrity - 15:36:18 Tuesday, Nov 18, 2024
tmux [5/46]
ips : min= 6004, max=15516, avg=11730.00, stdev=4685.05, samples=5
lat (nsec) : 500=4.73%, 750=1.90%, 1000=0.18%
lat (usec) : 2=0.08%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=2.13%, 50=74.66%
lat (usec) : 100=15.19%, 250=0.63%, 500=0.06%, 750=0.02%, 1000=0.02%
lat (msec) : 2=0.03%, 4=0.06%, 10=0.28%, 20=0.01%
cpu : usr=0.18%, sys=31.66%, ctx=30938, mafj=0, minf=12
IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
    submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
    complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=0, 32768, 0 short=0, 0, 0 dropped=0, 0, 0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_write_randomize: (groupid=0, jobs=1), err=0, pid=12995, Mon Nov 18 15:34:51 2024
write: IOPS=1.1k, BW=348MiB/s (356MB/s)(1024MiB/2940msec); 0 zone resets
slat (usec): min=3, max=5572, avg=34.36, stdev=78.28
clat (usec): min=321, max=16262k, avg=54586.19, stdev=360830.68
lat (usec): min=22, max=16280, avg=89.07, stdev=367.20
clat percentile (usec):
| 1.00th=[ 358], 5.00th=[ 394], 10.00th=[ 540],
| 20.00th=[ 15040], 30.00th=[ 25216], 40.00th=[ 30080],
| 50.00th=[ 34048], 60.00th=[ 38656], 70.00th=[ 42752],
| 80.00th=[ 47360], 90.00th=[ 52992], 95.00th=[ 64768],
| 99.00th=[ 136192], 99.50th=[ 456704], 99.90th=[ 6455296],
| 99.95th=[ 7241728], 99.99th=[ 10027008]
bw ( Kib/s): min=189632, max=510784, per=23.74%, avg=327603.20, stdev=135856.79, samples=5
ips : min= 5926, max=15962, avg=1037.60, stdev=4245.52, samples=5
lat (nsec) : 500=8.68%, 750=10.37%, 1000=0.61%
lat (usec) : 2=0.13%, 4=0.02%, 10=0.02%, 20=3.02%, 50=62.43%
lat (usec) : 100=13.24%, 250=8.84%, 500=0.15%, 750=0.03%, 1000=0.04%
lat (msec) : 2=0.05%, 4=0.06%, 10=0.29%, 20=0.01%
cpu : usr=0.78%, sys=38.89%, ctx=27973, mafj=0, minf=11
IO depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
    submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
    complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=0, 32768, 0 short=0, 0, 0 dropped=0, 0, 0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1

Run status group 0 (all jobs):
WRITE: bw=1348MiB/s (1413MiB/s), 337MiB/s-372MiB/s (353MB/s-390MB/s), io=4096MiB (4295MB), run=2756-3039msec
0: [tmux]* 15:36:28 18-٢٩ ١٠:٥٩ ٢٤ VM

Run status group 0 (all jobs):
WRITE: bw=1348MiB/s (1413MiB/s), 337MiB/s-372MiB/s (353MB/s-390MB/s), io=4096MiB (4295MB), run=2756-3039msec
0: [tmux]* 15:36:28 18-٢٩ ١٠:٥٩ ٢٤ VM

Disk stats (read/write):
sda: ios=0/126331, merge=0/12, ticks=0/9992, in_queue=9994, util=96.45%

AmirArsalanYavari-402203497 0:0 4s < 15:34:51
AmirArsalanYavari-402203497 0:0 15:38:38 18-٢٩ ١٠:٥٩ ٢٤ VM
AmirArsalanYavari-402203497 0:0 0:zsh* 15:38:38 18-٢٩ ١٠:٥٩ ٢٤ VM
```

تست ۷

```
Activities Alacrity > 15:41 18 مارس 2023 tmux [15/818] INT X < 15:40:33

> cat test7.fio
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> fio test7.fio
rand_mix_8K: (g=0): rw=randrw, bs=(R) 8192B-8192B, (W) 8192B-8192B, (T) 8192B-8192B, ioengine=libaio, iodepth=1
fio-3.16
Starting 1 process
rand_mix_8K: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 1 (f=1): [M(1)][100.0%][r=53.6MiB/s,w=53.6MiB/s][r=6857,w=6888 IOPS]
rand_mix_8K: (groupid=0, jobs=1): err: 0: rwm=13753: Mon Nov 18 15:40:48 2024
read: IOPS=6914, BW=54.0MiB/s (56.6MB/s)(513MiB/9503ms/sec)
    slat (usec): min=694, max=6688.4k, avg= 8.04, stdev=40.95
    clat (usec): min=694, max=6688.4k, avg=102809.40, stdev=95763.79
    lat (usec): min=26, max=6947, avg=110.15, stdev=104.58
    clat percentiles (usec):
        1.00th=[ 80], 5.00th=[ 86], 10.00th=[ 88], 20.00th=[ 89],
        | 30.00th=[ 90], 40.00th=[ 91], 50.00th=[ 92], 60.00th=[ 94],
        | 70.00th=[ 99], 80.00th=[ 106], 90.00th=[ 120], 95.00th=[ 124],
        | 99.00th=[ 184], 99.50th=[ 306], 99.90th=[ 1029], 99.95th=[ 1287],
        | 99.99th=[ 5407]
bw ( KiB/s): min=53237, max=56624, per=99.92%, avg=55272.84, stdev=852.68, samples=19
iops : min= 6654, max= 7078, avg=6909.00, stdev=106.66, samples=19
write: IOPS=6877, BW=53.7MiB/s (56.3MB/s)(511MiB/9503ms/sec); 0 zone resets
    slat (usec): min=4, max=3542, avg= 7.93, stdev=19.05
    clat (usec): min=471, max=3046.7k, avg=25462.81, stdev=24581.20
    lat (usec): min=23, max=3639, avg=33.49, stdev=31.52
    clat percentiles (usec):
        1.00th=[ 20], 5.00th=[ 21], 10.00th=[ 22], 20.00th=[ 23],
        | 30.00th=[ 23], 40.00th=[ 24], 50.00th=[ 24], 60.00th=[ 25],
        | 70.00th=[ 26], 80.00th=[ 27], 90.00th=[ 29], 95.00th=[ 31],
        | 99.00th=[ 45], 99.50th=[ 86], 99.90th=[ 186], 99.95th=[ 260],
        | 99.99th=[ 1074]
bw ( KiB/s): min=51497, max=57095, per=99.92%, avg=54978.42, stdev=1369.59, samples=19
iops : min= 6437, max= 7136, avg=6872.16, stdev=171.05, samples=19
lat (nsec) : 500=0.01%, 750=0.01%, 1000=0.01%
lat (usec) : 2=0.01%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=1.14%, 50=48.32%
lat (usec) : 100=35.86%, 250=14.31%, 500=0.13%, 750=0.03%, 1000=0.12%
lat (usec) : 2=0.04%, 4=0.02%, 10=0.01%
cpu : user=0.97%, sys=14.32%, ctx=131112, majf=0, minf=14
0 AmirArsalanYavari-402203497 0:0 0:[tmux]* 15:41:04 < 18-مارس-24 VM

cpu : usc=0.97z, sys=14.32z, ctx=131112, majf=0, minf=14
10 depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=65713,65359.0,0 short=0,0,0,0 dropped=0,0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1

Run status group 0 (all jobs):
READ: bw=54.0MiB/s (56.6MB/s), 54.0MiB/s-54.0MiB/s (56.6MB/s-56.6MB/s), io=513MiB (538MB), run=9503-9503ms/sec
WRITE: bw=53.7MiB/s (56.3MB/s), 53.7MiB/s-53.7MiB/s (56.3MB/s-56.3MB/s), io=511MiB (535MB), run=9503-9503ms/sec

Disk stats (read/write):
  sda: ios=64417/64083, merge=0/1, ticks=6701/1761, in_queue=8464, util=98.86%

AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> AmirArsalanYavari-402203497 0:0 12s < 15:40:48
0 AmirArsalanYavari-402203497 0:0 15:41:47 < 18-مارس-24 VM
```

```

Activities Alacrity 15:50 18 نوامبر AmirArsalanYavari-402203497@VM-
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> fio test8.fio
rand_mix_16K: (g=0): rw=randrw, bs=(R) 16.0KiB-16.0KiB, (W) 16.0KiB-16.0KiB, (T) 16.0KiB-16.0KiB, ioengine=libaio, iodepth=1
fio 3.16
Starting 1 process
rand_mix_16K: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 1 (f=1): [m1][100.0%][r=72.5MiB/s,w=172MiB/s][r=4639,w=10.0k IOPS][eta 00m:00s]
rand_mix_16K: (groupid=0, jobs=1): err: 0: pid=2237: Mon Nov 18 15:50:03 2024
  read: IOPS=4691, Blk=73.3MiB/s (76.9MiB/s)(307MiB/4194msec)
    slat (usec): min=4, max=511, avg= 7.78, stdev= 4.99
      clat (nsec): min=1030, max=6476.4k, avg=125695.02, stdev=159107.44
      lat (usec): min=26, max=6493, avg=133.57, stdev=159.56
      clat percentile (usec):
        | 1.00th=[ 93], 5.00th=[ 95], 10.00th=[ 97], 20.00th=[ 100],
        | 30.00th=[ 101], 40.00th=[ 102], 50.00th=[ 103], 60.00th=[ 104],
        | 70.00th=[ 108], 80.00th=[ 113], 90.00th=[ 126], 95.00th=[ 151],
        | 99.00th=[ 873], 99.50th=[ 988], 99.90th=[ 1434], 99.95th=[ 3228],
        | 99.99th=[ 6456]
  bw ( KiB/s): min=69888, max=80192, per=99.97%, avg=75043.25, stdev=2922.54, samples=8
  iops : min= 4368, max= 5012, avg=4690.12, stdev=182.64, samples=8
  write: IOPS=10.9k, Blk=171MiB/s (179MiB/s)(17MiB/4194msec); 0 zone resets
  write: IOPS=10.9k, Blk=171MiB/s (179MiB/s)(17MiB/4194msec); 0 zone resets
  slat (usec): min=6, max=2702, avg= 8.06, stdev=15.56
    clat (nsec): min=384, max=9350.6k, avg=25296.40, stdev=46384.72
    lat (usec): min=25, max=9364, avg=33.46, stdev=49.16
    clat percentile (usec):
      | 1.00th=[ 20], 5.00th=[ 21], 10.00th=[ 22], 20.00th=[ 22],
      | 30.00th=[ 23], 40.00th=[ 24], 50.00th=[ 24], 60.00th=[ 25],
      | 70.00th=[ 25], 80.00th=[ 26], 90.00th=[ 29], 95.00th=[ 31],
      | 99.00th=[ 67], 99.50th=[ 87], 99.90th=[ 157], 99.95th=[ 204],
      | 99.99th=[ 449]
  bw ( KiB/s): min=157408, max=187328, per=99.94%, avg=174849.75, stdev=8812.52, samples=8
  iops : min= 9838, max=11788, avg=10928.00, stdev=550.80, samples=8
  lat (nsec) : 2=0.02%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=2.40%, 50=66.51%
  lat (usec) : 100=7.22%, 250=22.78%, 500=0.39%, 750=0.08%, 1000=0.30%
  lat (msec) : 2=0.11%, 4=0.01%, 10=0.01%
  cpu : usr=0.76%, sys=15.65%, ctx=65537, majf=0, minf=14

Activities Alacrity 15:51 18 نوامبر AmirArsalanYavari-402203497@VM-
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> fio test8.fio
rand_mix_16K: (g=0): rw=randrw, bs=(R) 16.0KiB-16.0KiB, (W) 16.0KiB-16.0KiB, (T) 16.0KiB-16.0KiB, ioengine=libaio, iodepth=1
fio 3.16
Starting 1 process
rand_mix_16K: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 1 (f=1): [m1][100.0%][r=72.5MiB/s,w=172MiB/s][r=4639,w=10.0k IOPS][eta 00m:00s]
rand_mix_16K: (groupid=0, jobs=1): err: 0: pid=2237: Mon Nov 18 15:50:03 2024
  read: IOPS=4691, Blk=73.3MiB/s (76.9MiB/s)(307MiB/4194msec)
    slat (usec): min=4, max=511, avg= 7.78, stdev= 4.99
      clat (nsec): min=1030, max=6476.4k, avg=125695.02, stdev=159107.44
      lat (usec): min=26, max=6493, avg=133.57, stdev=159.56
      clat percentile (usec):
        | 1.00th=[ 93], 5.00th=[ 95], 10.00th=[ 97], 20.00th=[ 100],
        | 30.00th=[ 101], 40.00th=[ 102], 50.00th=[ 103], 60.00th=[ 104],
        | 70.00th=[ 108], 80.00th=[ 113], 90.00th=[ 126], 95.00th=[ 151],
        | 99.00th=[ 873], 99.50th=[ 988], 99.90th=[ 1434], 99.95th=[ 3228],
        | 99.99th=[ 6456]
  bw ( KiB/s): min=69888, max=80192, per=99.97%, avg=75043.25, stdev=2922.54, samples=8
  iops : min= 4368, max= 5012, avg=4690.12, stdev=182.64, samples=8
  write: IOPS=10.9k, Blk=171MiB/s (179MiB/s)(17MiB/4194msec); 0 zone resets
  write: IOPS=10.9k, Blk=171MiB/s (179MiB/s)(17MiB/4194msec); 0 zone resets
  slat (usec): min=6, max=2702, avg= 8.06, stdev=15.56
    clat (nsec): min=384, max=9350.6k, avg=25296.40, stdev=46384.72
    lat (usec): min=25, max=9364, avg=33.46, stdev=49.16
    clat percentile (usec):
      | 1.00th=[ 20], 5.00th=[ 21], 10.00th=[ 22], 20.00th=[ 22],
      | 30.00th=[ 23], 40.00th=[ 24], 50.00th=[ 24], 60.00th=[ 25],
      | 70.00th=[ 25], 80.00th=[ 26], 90.00th=[ 29], 95.00th=[ 31],
      | 99.00th=[ 67], 99.50th=[ 87], 99.90th=[ 157], 99.95th=[ 204],
      | 99.99th=[ 449]
  bw ( KiB/s): min=157408, max=187328, per=99.94%, avg=174849.75, stdev=8812.52, samples=8
  iops : min= 9838, max=11788, avg=10928.00, stdev=550.80, samples=8
  lat (nsec) : 2=0.02%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=2.40%, 50=66.51%
  lat (usec) : 100=7.22%, 250=22.78%, 500=0.39%, 750=0.08%, 1000=0.30%
  lat (msec) : 2=0.11%, 4=0.01%, 10=0.01%
  cpu : usr=0.76%, sys=15.65%, ctx=65537, majf=0, minf=14

Run status group 0 (all jobs):
  READ: bw=73.3MiB/s (76.9MiB/s), 73.3MiB/s-73.3MiB/s (76.9MiB/s-76.9MiB/s), io=307MiB (322MB), run=4194-4194msec
  WRITE: bw=171MiB/s (179MiB/s), 171MiB/s-171MiB/s (179MiB/s-179MiB/s), io=717MiB (751MB), run=4194-4194msec

Disk stats (read/write):
  sda: ios=20001/45089, merge=29/0, ticks=2665/1238, in_queue=3903, util=97.79%

```

مقادیر BW, IOPS و ... در تصاویر گزارش شده مشخص است.  
در پایان تست‌ها هم فایل‌های تست زیر هم اضافه شده بودند:

```

Activities Alacrity 15:53 18 نوامبر AmirArsalanYavari-402203497-
AmirArsalanYavari-402203497 > ~
> ls
rand_mix_16K.0.0 rand_read.0.0 rand_read_randread.0.0 rand_write_randwrite.1.0 rand_write_randwrite.3.0 test2.fio test4.fio test6.fio test8.fio
rand_mix_8K.0.0 rand_read_64K.0.0 rand_write_randwrite.0.0 rand_write_randwrite.2.0 test1.fio test3.fio test5.fio test7.fio
AmirArsalanYavari-402203497 >

```

۶. تأثیر عمق I/O (iodepth) و تعداد کارها (numjobs) را بر عملکرد و پارامترهای خروجی توضیح دهید. تفاوت‌ها را با مثال‌های عملی بررسی کنید.

## تأثیر :iodepth

یک ورکلود خواندنی نوشتنی با iodepth یک و ۱۰ با سایز 8K و 64K را اجرا کردم که به صورت زیر می‌شود: (فایل دستور در کنار pdf قرار دارد)

:8K

```
AmirArsalanYavari-402203497 > ~/Q6
fio 04-6-iodepth1-8K.fio
rand_mix_8K: (g=0): rw=randrw, bs=(R) 8192B-8192B, (W) 8192B-8192B, (T) 8192B-8192B, ioengine=libaio, iodepth=1
fio-3.16
Starting 1 process
rand_mix_8K: Layouting out IO file (1 file / 1024M)
Jobs: 1 (F=0): [r(1)][w(0)][t]=34.2MB/s,w=53.1MB/s][r=6932,w=694 IOPS][eta 00m:00s]
rand_mix_8K: (groupid=0, jobs=1): err= 0 pid=3916: Mon Nov 18 17:16:37 2024
read: IOPS=7316, BW=57.2MB/s (59.9MB/s)(513MB/8982sec)
  slat (nsec): min=791, max=9714, avg=9370.71, stdev=165374.53
  lat (usec): min=24, max=37148, avg=103.33, stdev=168.60
  clat (usec): min=24, max=37148, avg=103.33, stdev=168.60
  clat percentiles (usec):
    | 1.00th=[ 79], 5.00th=[ 86], 10.00th=[ 87], 20.00th=[ 88],
    | 30.00th=[ 89], 40.00th=[ 89], 50.00th=[ 90], 60.00th=[ 90],
    | 70.00th=[ 91], 80.00th=[ 93], 90.00th=[ 96], 95.00th=[ 102],
    | 99.00th=[ 159], 99.50th=[ 273], 99.90th=[ 1037], 99.95th=[ 1090],
    | 99.99th=[ 2507]
bw ( Kib/s): min=55632, max=15120, per=100.00%, avg=58530.76, stdev=1677.12, samples=17
iops : min= 6954, max= 7698, avg=7316.24, stdev=209.58, samples=17
write: IOPS=7276, BW=56.8MB/s (59.6MB/s)(511MB/8982sec), 0 zone resets
  slat (usec): min=5, max=8467, avg= 7.70, stdev=33.89
  clat (nsec): min=459, max=5259.1k, avg=24762.63, stdev=23591.88
  lat (usec): min=23, max=8485, avg=32.54, stdev=41.39
  clat percentiles (usec):
    | 1.00th=[ 20], 5.00th=[ 21], 10.00th=[ 21], 20.00th=[ 22],
    | 30.00th=[ 23], 40.00th=[ 24], 50.00th=[ 24], 60.00th=[ 25],
    | 70.00th=[ 25], 80.00th=[ 26], 90.00th=[ 29], 95.00th=[ 30],
    | 99.00th=[ 43], 99.50th=[ 74], 99.90th=[ 193], 99.95th=[ 190],
    | 99.99th=[ 347]
bw ( Kib/s): min=55648, max=1053, per=100.00%, avg=58303.71, stdev=1845.27, samples=17
iops : min= 6956, max= 7631, avg=7387.88, stdev=230.54, samples=17
lat (nsec): 500=0.01z, 750=0.01z, 1000=0.01z
lat (usec): 2=0.01z, 10=0.01z, 20=0.01z, 50=0.47z, 100=47.42z
lat (usec): 250=2.73z, 500=0.10z, 750=0.02z, 1000=0.10z
lat (msec): 2=0.05z, 4=0.01z, 10=0.01z, 50=0.01z
cpu : usr=1.38z, sys=14.22z, ctxt=131111, majf=0, minf=14
I/O depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >=64=0.0%
  submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
  complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
  issued rwtos: total=65713,65359,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
  latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1

Activities Alacrity ▾ 17:17:18 نوامبر 18 AmirArsalanYavari-402203497@VM:~/Q6
AmirArsalanYavari-402203497 > ~/Q6
fio 04-6-iodepth10-8K.fio
rand_mix_8K: (g=0): rw=randrw, bs=(R) 8192B-8192B, (W) 8192B-8192B, (T) 8192B-8192B, ioengine=libaio, iodepth=10
fio-3.16
Starting 1 process
Jobs: 1 (F=1): [m(1)][-~z][r=r=239MB/s,w=w=237MB/s][r=30.6k,w=30.3k IOPS][eta 00m:00s]
rand_mix_8K: (groupid=0, jobs=1): err= 0 pid=3930: Mon Nov 18 17:19:30 2024
read: IOPS=29.8K, BW=233MB/s (244MB/s)(513MB/2205sec)
  slat (usec): min=4, max=356, avg=13.15, stdev=15.16
  clat (usec): min=23, max=52385, avg=238.68, stdev=578.77
  clat percentiles (usec):
    | 1.00th=[ 106], 5.00th=[ 126], 10.00th=[ 137], 20.00th=[ 153],
    | 30.00th=[ 163], 40.00th=[ 174], 50.00th=[ 184], 60.00th=[ 196],
    | 70.00th=[ 208], 80.00th=[ 227], 90.00th=[ 265], 95.00th=[ 343],
    | 99.00th=[ 1045], 99.50th=[ 1139], 99.90th=[ 1893], 99.95th=[ 3589],
    | 99.99th=[ 52691]
bw ( Kib/s): min=214424, max=250448, per=100.00%, avg=238692.00, stdev=17267.13, samples=4
iops : min= 6956, max= 7636, avg=73678.59, stdev=2158.39, samples=4
write: IOPS=29.6K, BW=232MB/s (24.0MB/s)(511MB/2205sec), 0 zone resets
  slat (usec): min=5, max=287, avg=13.28, stdev= 7.38
  clat (usec): min=440, max=3545.9K, avg=83159.50, stdev=45961.22
  lat (usec): min=20, max=3585, avg=96.53, stdev=48.13
  clat percentiles (usec):
    | 1.00th=[ 24], 5.00th=[ 24], 10.00th=[ 44], 20.00th=[ 57],
    | 30.00th=[ 75], 40.00th=[ 83], 50.00th=[ 83], 60.00th=[ 89],
    | 70.00th=[ 97], 80.00th=[ 106], 90.00th=[ 119], 95.00th=[ 133],
    | 99.00th=[ 161], 99.50th=[ 198], 99.90th=[ 400], 99.95th=[ 469],
    | 99.99th=[ 1319]
bw ( Kib/s): min=213680, max=250848, per=100.00%, avg=238180.00, stdev=16643.29, samples=4
iops : min=26710, max=31356, avg=29772.50, stdev=2080.41, samples=4
lat (sec) : 500=0.01z
lat (usec) : 2=0.01z, 5=0.7-16z, 100=29.88z, 250=56.48z, 500=4.62z
lat (usec) : 2=0.01z, 4=0.01z, 100=0.84z
lat (msec) : 2=0.05z, 4=0.03z, 10=0.02z, 100=0.01z
cpu : usr=2.59z, sys=77.36z, ctxt=52145, majf=0, minf=15
I/O depths : 1=0.1%, 2=0.1%, 4=0.1%, 8=100.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >=64=0.0%
  submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
  complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
  issued rwtos: total=65713,65359,0,0 short=0,0,0 dropped=0,0,0
  latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1

Run status group 0 (all jobs):
  READ: bw=233MB/s (244MB/s), 233MB/s-5/233MB/s (244MB/s-5/244MB/s), io=513MB (538MB), run=2205-2205msc
  WRITE: bw=232MB/s (24.0MB/s), 232MB/s-5/232MB/s (24.0MB/s-5/24.0MB/s), io=511MB (535MB), run=2205-2205msc
Disk stats (read/write):
```

```

Activities  Alacrity ▾
 AmirArsalanYavari-402203497@VM:~/Q6
17:24 18 نویسه‌نگاری
fio Q4_6-iodepth1=64K.fio
rand_rw_64K: (g=0): rwmrandrw, bs=(R) 64.0KiB-64.0KiB, (W) 64.0KiB-64.0KiB, (T) 64.0KiB-64.0KiB, ioengine=libaio, iodepth=1
fio-3.16
Starting 1 process
rand_rw_64K: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 1 mix:64K: (groupid=0, jobsx1); err=0; pid=4132; Mon Nov 18 17:24:48 2024
read: IOPS=4247, BW=263MiB/s (276MiB/s)(514MiB/s)1936msec
lat (usec): min=6, max=139, avg=8.85, stdev=3.12
clat (usec): min=27, max=6278, avg=183.72, stdev=176.88
lat (usec): min=36, max=6286, avg=192.67, stdev=177.22
clat percentile (usec):
| 1.00th=[ 133], 5.00th=[ 177], 10.00th=[ 193], 20.00th=[ 143],
| 30.00th=[ 141], 50.00th=[ 153], 50.00th=[ 157], 60.00th=[ 161],
| 70.00th=[ 161], 80.00th=[ 167], 90.00th=[ 180], 95.00th=[ 223],
| 99.00th=[ 1074], 99.50th=[ 1156], 99.90th=[ 1467], 99.95th=[ 2343],
| 99.99th=[ 6259]
bw ( KiB/s): min=258944, max=275200, per=98.94%, avg=266880.00, stdev=8134.80, samples=3
iops : min= 4046, max= 4300, avg=4170.00, stdev=127.11, samples=3
write: IOPS=4247, BW=263MiB/s (276MiB/s)(514MiB/s)1936msec; 0 zone resets
st (usec): min=514, max=514, avg=573.06, stdev=3551.79, stdev=75735.77
lat (usec): min=29, max=875, avg=43.19, stdev=76.43
clat percentile (usec):
| 1.00th=[ 24], 5.00th=[ 26], 10.00th=[ 27], 20.00th=[ 28],
| 30.00th=[ 29], 40.00th=[ 30], 50.00th=[ 31], 60.00th=[ 32],
| 70.00th=[ 33], 80.00th=[ 35], 90.00th=[ 39], 95.00th=[ 51],
| 99.00th=[ 71], 99.50th=[ 98], 99.90th=[ 273], 99.95th=[ 343],
| 99.99th=[ 6718]
bw ( KiB/s): min=258432, max=274048, per=98.84%, avg=268714.67, stdev=8907.12, samples=3
iops : min= 4038, max= 4282, avg=4195.67, stdev=139.17, samples=3
lat (sec) : 50=47.012, 100=2.64x, 250=47.5x, 500=0.97x, 750=0.12x
lat (usec) : 1000=0.63x
lat (msec) : 2=0.58x, 4=0.2x, 16=0.02x
cpu : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
10 depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=8160,8224,0) short=0,0,0 dropped=0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00x, depth=1
Run status group 0 (all jobs),
READ: bw=263MiB/s (276MiB/s), 263MiB/s-263MiB/s (276MiB/s-276MiB/s), io=510MiB (533MiB), run=1936-1936msec
WRITE: bw=263MiB/s (276MiB/s), 263MiB/s-263MiB/s (276MiB/s-276MiB/s), io=514MiB (533MiB), run=1936-1936msec
disk stats (read/write):
  sda: ios=7403/7444, merge=0/0, ticks=1380/261, in_queue=1648, util=94.17%
```

```

Activities  Alacrity ▾
 AmirArsalanYavari-402203497@VM:~/Q6
17:25 18 نویسه‌نگاری
fio Q4_6-iodepth10=64K.fio
rand_rw_64K: (g=0): rwmrandrw, bs=(R) 64.0KiB-64.0KiB, (W) 64.0KiB-64.0KiB, (T) 64.0KiB-64.0KiB, ioengine=libaio, iodepth=10
fio-3.16
Starting 1 process
rand_rw_64K: (groupid=0, jobsx1); err=0; pid=4446; Mon Nov 18 17:25:43 2024
read: IOPS=513.0K, BW=275MiB/s (317MiB/s)(510MiB/s)583msec
lat (usec): min=5, max=158, avg=16.31, stdev=14.50
clat (usec): min=26, max=7091, avg=595.37, stdev=497.47
lat (usec): min=43, max=7099, avg=611.79, stdev=496.68
clat percentile (usec):
| 1.00th=[ 188], 5.00th=[ 219], 10.00th=[ 243], 20.00th=[ 279],
| 30.00th=[ 281], 50.00th=[ 311], 50.00th=[ 323], 60.00th=[ 345],
| 70.00th=[ 394], 80.00th=[ 1057], 90.00th=[ 1254], 95.00th=[ 1389],
| 99.00th=[ 1631], 99.50th=[ 1991], 99.90th=[ 6783], 99.95th=[ 6849],
| 99.99th=[ 7111]
bw ( KiB/s): min=892550, max=925508, per=99.64%, avg=892550.00, stdev= 0.00, samples=1
iops : min=13946, max=13946, avg=13946.00, stdev= 0.00, samples=1
write: IOPS=14.1K, BW=882MiB/s (924MiB/s)(514MiB/s)583msec; 0 zone resets
st (usec): min=181, max=351, avg=16.82, stdev=11.73
clat (usec): min=181, max=393, avg=63.44, stdev=62.12
lat (usec): min=26, max=974, avg=100.36, stdev=68.59
clat percentile (usec):
| 1.00th=[ 25], 5.00th=[ 28], 10.00th=[ 31], 20.00th=[ 38],
| 30.00th=[ 47], 40.00th=[ 59], 50.00th=[ 72], 60.00th=[ 85],
| 70.00th=[ 101], 80.00th=[ 120], 90.00th=[ 145], 95.00th=[ 167],
| 99.00th=[ 265], 99.50th=[ 469], 99.90th=[ 693], 99.95th=[ 906],
| 99.99th=[ 101]
bw ( KiB/s): min=897660, max=97660, per=99.43%, avg=897660.00, stdev= 0.00, samples=1
iops : min=14025, max=14025, avg=14025.00, stdev= 0.00, samples=1
lat (usec) : 20=0.04x, 50=16.23x, 100=18.58x, 250=20.71x, 500=26.40x
lat (usec) : 2=10.52x, 4=0.12x, 16=0.02x
lat (msec) : usr=3.95x, sys=45.19x, ctx=7800, majf=0, minf=1
cpu : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, >64=0.0%
10 depths : 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.1%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >64=0.0%
issued rwt: total=8160,8224,0) short=0,0,0 dropped=0,0,0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00x, depth=10
Run status group 0 (all jobs),
READ: bw=875MiB/s (914MiB/s), 875MiB/s-875MiB/s (914MiB/s-914MiB/s), io=510MiB (533MiB), run=583-583msec
WRITE: bw=882MiB/s (924MiB/s), 882MiB/s-882MiB/s (924MiB/s-924MiB/s), io=514MiB (533MiB), run=583-583msec
disk stats (read/write):
  sda: ios=5413/5458, merge=0/0, ticks=3109/300, in_queue=3409, util=78.54%
```

با توجه به نتایج بدست آمدی بالا نتیجه می‌گیریم با افزایش پنهانی باند و iodepth هم با افزایش CPU و DISK یافته افزایش (latency) هم به طبع بیشتر می‌شود.

## تأثیر :numjobs

متعاقباً با numjob های متفاوت (یک و سه) اجرا کردم که نتایج زیر بدست آمد (فایل دستور در کنار pdf قرار دارد)

### یک :numjob

```
Activities ④ Alacrity ▾ 17:31:18 روزانه AmirArsalanYavari-402203497@VM-~ /Q6
❯ fio Q4-6-numjobs1=64K.fio
rand_mixer_64K: (g=0): rwrandrw, bs=(R) 64.0KiB-64.0KiB, (W) 64.0KiB-64.0KiB, (T) 64.0KiB-64.0KiB, ioengine=libaio, iodepth=1
fio=3.16
Starting 1 process
rand_mixer_64K: Laying out 10 file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 1 (fsd)
rand_mixer_64K: (groupid=0, jobs=1); errc 0; pid=4281; Mon Nov 18 17:31:14 2024
read IOPS=4270, Blk=267MiB/s (280MiB/s)(510MiB/1911mscc)
lat (usec): min=941, max=6407.5K, avg=182388.87, stdev=171677.38
lat (usec): min=74, max=6415, avg=191.22, stdev=172.29
lat (percentile): (usec):
| 1.00thf[ 133], 5.00thf[ 137], 10.00thf[ 139], 20.00thf[ 143],
| 30.00thf[ 147], 40.00thf[ 151], 50.00thf[ 155], 60.00thf[ 159],
| 70.00thf[ 163], 80.00thf[ 165], 90.00thf[ 176], 95.00thf[ 219],
| 99.00thf[ 1057], 99.50thf[ 1156], 99.90thf[ 1385], 99.95thf[ 1532],
| 99.99thf[ 6398]
bw ( Kib/s): min=261760, max=283392, per=99.91%, avg=273024.80, stdev=10843.80, samples=3
iops : min= 4990, max= 4428, avg=4260.09, stdev=169.43, samples=3
write IOPS=4083, Blk=267MiB/s (280MiB/s)(510MiB/1911mscc); 0 zone resets
lat (usec): min=7661, max=35756, avg=39241.68, stdev=145.59
lat (usec): min=697, max=14401, avg=32043.88, stdev=16100.29
lat (usec): min=29, max=483, avg=41.48, stdev=18.88
lat (percentile): (usec):
| 1.00thf[ 24], 5.00thf[ 25], 10.00thf[ 26], 20.00thf[ 27],
| 30.00thf[ 28], 40.00thf[ 29], 50.00thf[ 30], 60.00thf[ 31],
| 70.00thf[ 32], 80.00thf[ 34], 90.00thf[ 38], 95.00thf[ 50],
| 99.00thf[ 73], 99.50thf[ 114], 99.90thf[ 283], 99.95thf[ 338],
| 99.99thf[ 416]
bw ( Kib/s): min=271512, max=276352, per=99.62%, avg=274389.33, stdev=1718.89, samples=3
iops : min= 4268, max= 4318, avg=4287.33, stdev=26.86, samples=3
lat (sec) : 750±0.01s, 1000±0.01s
lat (usec) : 20±0.01%, 50±47.94%, 100±1.97%, 250±47.85%, 500±0.81%
lat (usec) : 750±0.18s, 1000±0.59%
lat (msec) : 2±0.00s, 5±0.00s, 10±0.0s
cpu : user=1.21s, sys=0.32s, ctx=16366, majf=0, minf=12
10 depths : 1±0.0x, 2±0.0x, 4±0.0x, 8±0.0x, 16±0.0x, 32±0.0x, 64±0.0x, >64±0.0x
submit : 0±0.0x, 4±100.0x, 8±0.0x, 16±0.0x, 32±0.0x, 64±0.0x, >64±0.0x
complete : 0±0.0x, 4±100.0x, 8±0.0x, 16±0.0x, 32±0.0x, 64±0.0x, >64±0.0x
issued rwt: total=8160, 8224, 0, 0 short=0, 0, 0 dropped=0, 0, 0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
Run status group 0 (all jobs):
READ: bw=267MiB/s (280MiB/s), 267MiB/s-267MiB/s (280MiB/s-s-280MiB/s), io=510MiB (535MiB), run=1911-1911mscc
WRITE: bw=269MiB/s (282MiB/s), 269MiB/s-269MiB/s (282MiB/s-s-282MiB/s), io=514MiB (539MiB), run=1911-1911mscc
Disk stats (read/write):
  sda: ios=7590/7626, merge=0/0, ticks=1407/265, in_queue=1671, util=94.72%
```

### سه :numjob

```
Activities ④ Alacrity ▾ 17:36:18 روزانه AmirArsalanYavari-402203497@VM-~ /Q6
❯ fio Q4-6-numjobs3=64K.fio
rand_mixer_64K: (g=0): rwrandrw, bs=(R) 64.0KiB-64.0KiB, (W) 64.0KiB-64.0KiB, (T) 64.0KiB-64.0KiB, ioengine=libaio, iodepth=1
fio=3.16
Starting 3 processes
rand_mixer_64K: Laying out 10 file (1 file / 1024MiB)
rand_mixer_64K: Laying out 10 file (1 file / 1024MiB)
rand_mixer_64K: Laying out 10 file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 3 (fs3): [m3][100.0%[r=243MiB/s,w=236MiB/s][r=3894,w=3776 IOPS][eta 00:00s]
rand_mixer_64K: (groupid=0, jobs=3); errc 0; pid=4392; Mon Nov 18 17:36:38 2024
read IOPS=1229, Blk=83.1MiB/s (87.1MiB/s)(514MiB/6185mscc); 0 zone resets
lat (usec): min=34, max=125, avg=17.62, stdev=12.50K
lat (usec): min=1652, max=12950, avg=687420.56, stdev=970551.97
lat (usec): min=155, max=12963, avg=708.55, stdev=970.61
lat (percentile): (usec):
| 1.00thf[ 163], 5.00thf[ 190], 10.00thf[ 208], 20.00thf[ 233],
| 30.00thf[ 255], 40.00thf[ 273], 50.00thf[ 293], 60.00thf[ 318],
| 70.00thf[ 341], 80.00thf[ 627], 90.00thf[ 2147], 95.00thf[ 2802],
| 99.00thf[ 4424], 99.50thf[ 5860], 99.90thf[ 6718], 99.95thf[ 7832],
| 99.99thf[ 12011]
bw ( Kib/s): min=74880, max=97792, per=33.01%, avg=84647.58, stdev=6003.69, samples=12
iops : min= 1528, avg=322.42, stdev=93.85, samples=12
write IOPS=1229, Blk=83.1MiB/s (87.1MiB/s)(514MiB/6185mscc); 0 zone resets
lat (usec): min=4, max=125, avg=14.71, stdev=21.16
lat (usec): min=34, max=5593.3K, avg=40591.48, stdev=110706.06
lat (usec): min=20, max=7667, avg=55.48, stdev=113.24
lat (percentiles): (usec):
| 1.00thf[ 478], 5.00thf[ 24192], 10.00thf[ 25728],
| 20.00thf[ 28288], 30.00thf[ 29824], 40.00thf[ 31616],
| 50.00thf[ 33536], 60.00thf[ 35584], 70.00thf[ 39168],
| 80.00thf[ 44800], 90.00thf[ 56064], 95.00thf[ 69120],
| 99.00thf[ 118272], 99.50thf[ 156672], 99.90thf[ 577536],
| 99.95thf[ 101044], 99.99thf[ 709944]
bw ( Kib/s): min=75908, max=106608, per=33.30%, avg=85021.00, stdev=3192.56, samples=12
iops : min= 1172, avg=1522, stdev=128.25, stdev=127.93, samples=12
lat (sec) : 500±0.64s, 750±0.79s, 1000±0.21s
lat (usec) : 2±0.09%, 4±0.01%, 20±0.07%, 50±41.16%, 100±6.35%
lat (usec) : 25±14.42%, 50±25.48%, 75±1.25%, 100±0.71%
lat (msec) : 2±3.23%, 4±4.78%, 10±0.89%, 50±0.01%
cpu : user=0.00s, sys=0.00s, ctx=16366, majf=0, minf=14
10 depths : 1±0.0x, 2±0.0x, 4±0.0x, 8±0.0x, 16±0.0x, 32±0.0x, 64±0.0x, >64±0.0x
submit : 0±0.0x, 4±100.0x, 8±0.0x, 16±0.0x, 32±0.0x, 64±0.0x, >64±0.0x
complete : 0±0.0x, 4±100.0x, 8±0.0x, 16±0.0x, 32±0.0x, 64±0.0x, >64±0.0x
issued rwt: total=8160, 8224, 0, 0 short=0, 0, 0 dropped=0, 0, 0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_mixer_64K: (groupid=0, jobs=1); errc 0; pid=4393; Mon Nov 18 17:36:38 2024
read IOPS=1314, Blk=82.1MiB/s (86.1MiB/s)(5089MiB/6183mscc)
```

```

Activities ④ Alacrity ▾ 17:37 18 نوامبر 2024 AmirArsalanYavari-402203497@VM-~:/Q6
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_mix_64K: (groupid=0, jobs=1); err= 0 pid=4393: Mon Nov 18 17:36:38 2024
read: IOPS=134, BW=83.1MB/s (85.8MB/s)(508MB/6120msec)
slat (usec): min=3, max=32, avg=12.58, stdev=9.40
clat (usec): min=109, max=12939, avg=691.19, stdev=976.72
lat (usec): min=163, max=12948, avg=703.88, stdev=976.91
clat percentiles (usec):
| 1.00thf[ 169], 5.00thf[ 192], 10.00thf[ 208], 20.00thf[ 233],
| 30.00thf[ 251], 40.00thf[ 277], 50.00thf[ 293], 60.00thf[ 318],
| 70.00thf[ 331], 80.00thf[ 351], 90.00thf[ 371], 95.00thf[ 2900],
| 99.00thf[ 4424], 99.50thf[ 4782], 99.90thf[ 6783], 99.95thf[ 8848],
| 99.99thf[ 12911]
bw ( Kib/s): min=72832, max=95872, per=33.3%, avg=84447.33, stdev=6254.33, samples=12
iops : min= 1138, max= 1498, avg=1319.33, stdev=97.74, samples=12
write: IOPS=135, BW=83.5MB/s (87.5MB/s)(516MB/618msec); 0 zone resets
slat (usec): min=4, max=45, avg=13.66, stdev=14.16
clat (usec): min=109, max=6997.5k, avg=40811.96, stdev=105574.97
lat (usec): min=27, max=7021, avg=54.66, stdev=107.11
clat percentiles (usec):
| 1.00thf[ 820], 5.00thf[ 26496], 10.00thf[ 27776],
| 20.00thf[ 29568], 30.00thf[ 3104], 40.00thf[ 32640],
| 50.00thf[ 34560], 60.00thf[ 36608], 70.00thf[ 39680],
| 80.00thf[ 43767], 90.00thf[ 53504], 95.00thf[ 68096],
| 99.00thf[ 115200], 99.50thf[ 134144], 99.90thf[ 284672],
| 99.95thf[ 35132], 99.99thf[ 56161]
bw ( Kib/s): min=73216, max=102400, per=33.46%, avg=85437.92, stdev=8714.26, samples=12
iops : min= 1144, max= 1600, avg=1334.75, stdev=136.06, samples=12
lat (nsec) : 500=0.12%, 750=0.37%, 1000=0.42%
lat (usec) : 2=0.01%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=0.09%, 50=43.48%
lat (msec) : 2=0.00%, 4=0.00%, 10=0.00%, 20=0.00%, 50=0.01%
cpu : 0=0.0%, 1=0.0%, 4=0.0%, 7=0.0%, 10=0.0%, 15=0.0%, 20=0.0%, 30=0.0%, 40=0.0%, 50=0.0%, 60=0.0%, 70=0.0%, 80=0.0%, 90=0.0%, 100=0.0%
10 depth: 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
issued rwt: total=8126, 8258.0k, avg short=0.0, dropped=0.0, error=0.0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_mix_64K: (groupid=0, jobs=1); err= 0 pid=4394: Mon Nov 18 17:36:38 2024
read: IOPS=1309, BW=81.4MB/s (85.0MB/s)(508MB/6202msec)
slat (usec): min=3, max=59, avg=49.15, stdev=973.06
lat (usec): min=91, max=9620, avg=705.10, stdev=973.16
clat percentiles (usec):
| 1.00thf[ 167], 5.00thf[ 192], 10.00thf[ 210], 20.00thf[ 237],
| 30.00thf[ 258], 40.00thf[ 277], 50.00thf[ 293], 60.00thf[ 318],
| 70.00thf[ 351], 80.00thf[ 652], 90.00thf[ 2180], 95.00thf[ 2835],
| 99.00thf[ 4424], 99.50thf[ 5014], 99.90thf[ 6398], 99.95thf[ 9634],
bw ( Kib/s): min=72704, max=94880, per=31.27%, avg=83793.92, stdev=5798.60, samples=12
iops : min= 1136, max= 1470, avg=1393.09, stdev=98.46, samples=12
write: IOPS=132, BW=83.3MB/s (87.3MB/s)(516MB/6202msec); 0 zone resets
slat (usec): min=5, max=47, avg=14.17, stdev=12.36
clat (usec): min=39, max=7528.2k, avg=417099.91, stdev=139998.09
lat (usec): min=91, max=7535, avg=56.02, stdev=139.90
clat percentiles (usec):
| 1.00thf[ 474], 5.00thf[ 24968], 10.00thf[ 26240],
| 20.00thf[ 28544], 30.00thf[ 30336], 40.00thf[ 31872],
| 50.00thf[ 33536], 60.00thf[ 36996], 70.00thf[ 39168],
| 80.00thf[ 44288], 90.00thf[ 54528], 95.00thf[ 68096],
| 99.00thf[ 120320], 99.50thf[ 144384], 99.90thf[ 57756],
| 99.95thf[ 179460], 99.99thf[ 203872]
bw ( Kib/s): min=72704, max=94880, per=31.28%, avg=85233.92, stdev=7808.87, samples=12
iops : min= 1136, max= 1494, avg=1331.67, stdev=122.05, samples=12
lat (nsec) : 500=0.54%, 750=0.82%, 1000=0.10%
lat (usec) : 2=0.04%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=0.05%, 50=42.07%
lat (msec) : 100=5.80%, 250=14.09%, 500=25.68%, 750=1.15%, 1000=0.70%
cpu : usr=0.35%, sys=4.37%, csw=16190, majfn=0, minfn=0
10 depth: 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
issued rwt: total=8122, 8262.0k, avg short=0.0, dropped=0.0, error=0.0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
Run status group 0 (all jobs):
READ: bw=246MB/s (239MB/s), 81.8MB/s-82.5MB/s (81.8MB/s-85.3MB/s), io=1520MB (1608MB), run=6183-6202msec
WRITE: bw=249MB/s (239MB/s), 83.1MB/s-83.5MB/s (87.1MB/s-87.5MB/s), io=1547MB (1622MB), run=6183-6202msec
Disk stats (read/write):
sd: ios=23677/23942, merge=0/3, ticks=16384/1082, in_queue=17478, util=99.37%
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 06

```

```

Activities ④ Alacrity ▾ 17:40 18 نوامبر 2024 AmirArsalanYavari-402203497@VM-~:/Q6
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
rand_mix_64K: (groupid=0, jobs=1); err= 0 pid=4394: Mon Nov 18 17:36:38 2024
read: IOPS=1309, BW=81.4MB/s (85.0MB/s)(508MB/6202msec)
slat (usec): min=3, max=59, avg=49.15, stdev=973.06
lat (usec): min=91, max=9620, avg=705.10, stdev=973.16
clat percentiles (usec):
| 1.00thf[ 167], 5.00thf[ 192], 10.00thf[ 210], 20.00thf[ 237],
| 30.00thf[ 258], 40.00thf[ 277], 50.00thf[ 293], 60.00thf[ 318],
| 70.00thf[ 351], 80.00thf[ 652], 90.00thf[ 2180], 95.00thf[ 2835],
| 99.00thf[ 4424], 99.50thf[ 5014], 99.90thf[ 6398], 99.95thf[ 9634],
bw ( Kib/s): min=72704, max=94880, per=31.27%, avg=83793.92, stdev=5798.60, samples=12
iops : min= 1136, max= 1470, avg=1393.09, stdev=98.46, samples=12
write: IOPS=132, BW=83.3MB/s (87.3MB/s)(516MB/6202msec); 0 zone resets
slat (usec): min=5, max=47, avg=14.17, stdev=12.36
clat (usec): min=39, max=7528.2k, avg=417099.91, stdev=139998.09
lat (usec): min=91, max=7535, avg=56.02, stdev=139.90
clat percentiles (usec):
| 1.00thf[ 474], 5.00thf[ 24968], 10.00thf[ 26240],
| 20.00thf[ 28544], 30.00thf[ 30336], 40.00thf[ 31872],
| 50.00thf[ 33536], 60.00thf[ 36996], 70.00thf[ 39168],
| 80.00thf[ 44288], 90.00thf[ 54528], 95.00thf[ 68096],
| 99.00thf[ 120320], 99.50thf[ 144384], 99.90thf[ 57756],
| 99.95thf[ 179460], 99.99thf[ 203872]
bw ( Kib/s): min=72704, max=94880, per=31.28%, avg=85233.92, stdev=7808.87, samples=12
iops : min= 1136, max= 1494, avg=1331.67, stdev=122.05, samples=12
lat (nsec) : 500=0.54%, 750=0.82%, 1000=0.10%
lat (usec) : 2=0.04%, 4=0.01%, 10=0.01%, 20=0.05%, 50=42.07%
lat (msec) : 100=5.80%, 250=14.09%, 500=25.68%, 750=1.15%, 1000=0.70%
cpu : usr=0.35%, sys=4.37%, csw=16190, majfn=0, minfn=0
10 depth: 1=100.0%, 2=0.0%, 4=0.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
submit : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
complete : 0=0.0%, 4=100.0%, 8=0.0%, 16=0.0%, 32=0.0%, 64=0.0%, >=64=0.0%
issued rwt: total=8122, 8262.0k, avg short=0.0, dropped=0.0, error=0.0
latency : target=0, window=0, percentile=100.00%, depth=1
Run status group 0 (all jobs):
READ: bw=246MB/s (239MB/s), 81.8MB/s-82.5MB/s (81.8MB/s-85.3MB/s), io=1520MB (1608MB), run=6183-6202msec
WRITE: bw=249MB/s (239MB/s), 83.1MB/s-83.5MB/s (87.1MB/s-87.5MB/s), io=1547MB (1622MB), run=6183-6202msec
Disk stats (read/write):
sd: ios=23677/23942, merge=0/3, ticks=16384/1082, in_queue=17478, util=99.37%
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 06

```

با توجه به نتایج بدست آمده میتوان گفت per thread میزان پهنای باند و IOPS کاهش می‌یابد ولی خب در برآیند کل با افزایش numjobs چون چند ترد اجرا می‌شود در کل IOPS و BW در حالت با numjobs بیشتر می‌شود.

۷. ایجاد RAID: RAID با استفاده از ابزار آرایه‌های RAID ۰، RAID ۱، RAID ۵ و RAID 6 را بسازید. توجه داشته باشید که برای هر سطح RAID باید حداقل تعداد دیسک‌های لازم را استفاده کنید. خروجی دستور cat /proc/mdstat را برای تأیید ایجاد آرایه‌ها مشاهده کنید.

```

Activities ④ Alacrity ▾ 17:52 18 نوامبر 2024 AmirArsalanYavari-402203497@VM-~:/Q6
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 06
> which mdadm
/usr/sbin/mdadm
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 06
> modprobe raid0
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 06
> modprobe raid1
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 06
> modprobe raid5
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 06
> modprobe raid6

```

```

AmirArsalanYavari-402203497 ~ % 06
> sudo mdadm -C /dev/md0 -l 0 -n 2 /dev/sdb1 /dev/sdc1
mdadm: /dev/sdb1 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Mon Nov 18 15:55:51 2024
mdadm: /dev/sdc1 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
Continuing creating array? yes
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md0 started.

AmirArsalanYavari-402203497 ~ % 06
> sudo mdadm -C /dev/md1 -l 1 -n 2 /dev/sdd1 /dev/sdg1
mdadm: /dev/sdd1 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
mdadm: Note: this array has metadata at the start and
may not be suitable as a boot device. If you plan to
store '/boot' on this device please ensure that
your boot-loader understands md/v1.x metadata, or use
--metadata=0.98
mdadm: /dev/sdg1 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
Continuing creating array? yes
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md1 started.

AmirArsalanYavari-402203497 ~ % 06
> sudo mdadm -C /dev/md5 -l 5 -n 3 /dev/sdf1 /dev/sd11 /dev/sdh1
mdadm: /dev/sdf1 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
mdadm: /dev/sd11 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
mdadm: /dev/sdh1 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
Continuing creating array? yes
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md5 started.

AmirArsalanYavari-402203497 ~ % 06
>

```

## نتیجه‌ی ساخت RAID‌ها:

```

AmirArsalanYavari-402203497 ~ % 06
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
mdadm: /dev/sdh1 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
Continuing creating array? yes
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md5 started.

AmirArsalanYavari-402203497 ~ % 06
> sudo mdadm -C /dev/md6 -l 6 -n 4 /dev/sd11 /dev/sd11 /dev/sdk1 /dev/sd11
mdadm: /dev/sd11 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
mdadm: /dev/sd11 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
mdadm: /dev/sdk1 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
mdadm: /dev/sd11 appears to contain an ext2fs file system
size=5241856K mtime=Thu Jan 1 03:30:00 1970
Continuing creating array? yes
mdadm: Defaulting to version 1.2 metadata
mdadm: array /dev/md6 started.

AmirArsalanYavari-402203497 ~ % 06
> cat /proc/mdstat
Personalities : [linear] [multipath] [raid0] [raid1] [raid5] [raid4] [raid10]
md6 : active raid6 sd11[3] sdk1[2] sd11[1] sd11[0]
      10473472 blocks super 1.2 level 6, 512k chunk, algorithm 2 [4/4] [UUUU]

md5 : active raid5 sd11[3] sd11[1] sd11[0]
      10473472 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/3] [UUU]

md1 : active raid1 sd11[1] sd11[0]
      5236736 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

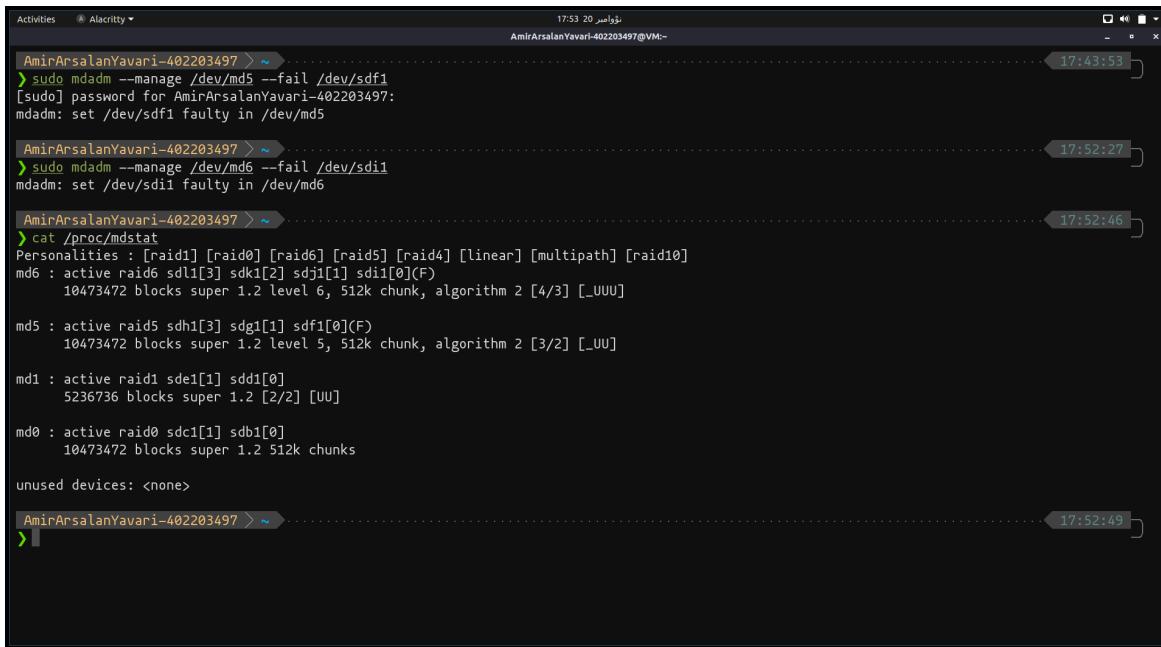
md0 : active raid0 sd11[1] sd11[0]
      10473472 blocks super 1.2 512k chunks

unused devices: <none>

AmirArsalanYavari-402203497 ~ % 06
>

```

۸. یکی از دیسک‌های RAID ۵ و RAID ۶ را غیرفعال کنید و با دستور mdadm --fail --manage را آن را به حالت خرابی ببرید.



```
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 17:53 20 نوامبر 2023
AmirArsalanYavari-402203497@VM-  

> sudo mdadm --manage /dev/md1 --fail /dev/sdf1  

[sudo] password for AmirArsalanYavari-402203497:  

mdadm: set /dev/sdf1 faulty in /dev/md1  

AmirArsalanYavari-402203497 ~ 17:52:27
> sudo mdadm --manage /dev/md6 --fail /dev/sd11  

mdadm: set /dev/sd11 faulty in /dev/md6  

AmirArsalanYavari-402203497 ~ 17:52:46
> cat /proc/mdstat  

Personalities : [raid1] [raid0] [raid6] [raid5] [raid4] [linear] [multipath] [raid10]  

md6 : active raid6 sd11[3] sd11[2] sd11[1] sd11[0](F)  

      10473472 blocks super 1.2 level 6, 512k chunk, algorithm 2 [4/3] [_UUU]  

md5 : active raid5 sdh1[3] sdg1[1] sdf1[0](F)  

      10473472 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/2] [_UU]  

md1 : active raid1 sde1[1] sdd1[0]  

      5236736 blocks super 1.2 [2/2] [UU]  

md0 : active raid0 sdc1[1] sdb1[0]  

      10473472 blocks super 1.2 512k chunks  

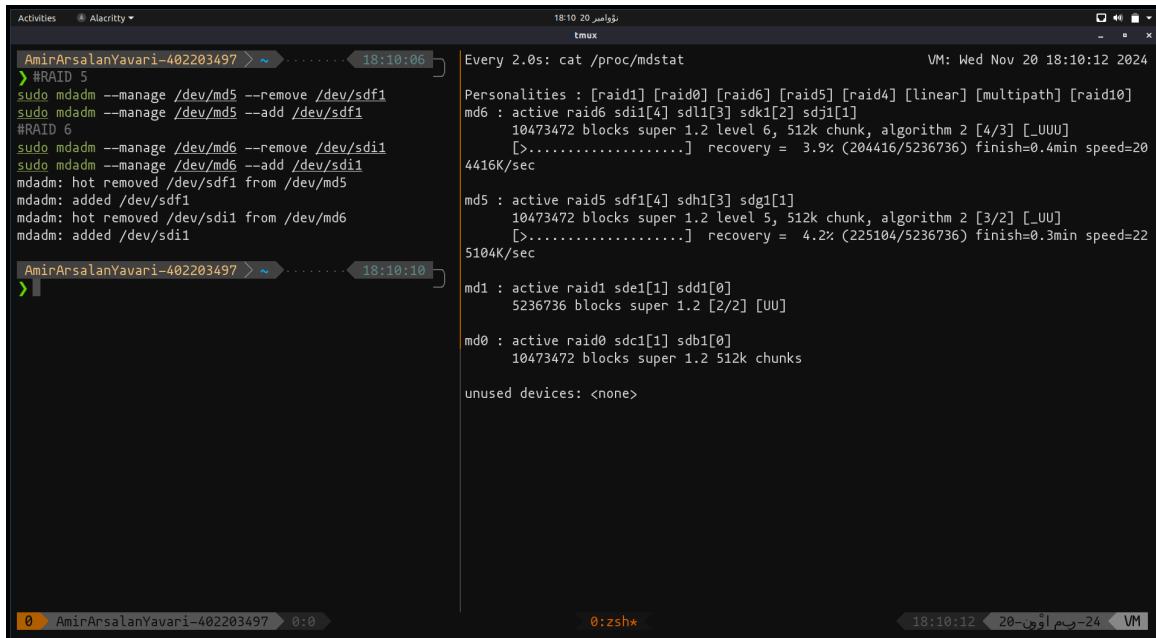
unused devices: <none>  

AmirArsalanYavari-402203497 ~ 17:52:49
```

همانطور که در تصویر بالا مشخص است، جلوی دیسک‌های مذکور F به معنای faild قرار داده شده است و در حال حاضر برای RAID 5 دو از سه دیسک و برای RAID 6 سه از چهار دیسک فعال است.

۹. فرآیند بازیابی را برای هر آرایه اجرا کرده و زمان بازیابی، تأثیر بر کارایی و تغییرات IOPS را در این مدت بررسی کنید.



```
AmirArsalanYavari-402203497 ~ 18:10:06 نوامبر 2023 tmux
Every 2.0s: cat /proc/mdstat VM: Wed Nov 20 18:10:12 2024
Personalities : [raid1] [raid0] [raid6] [raid5] [raid4] [linear] [multipath] [raid10]
md6 : active raid6 sd11[4] sd11[3] sd11[2] sd11[1]
      10473472 blocks super 1.2 level 6, 512k chunk, algorithm 2 [4/3] [_UUU]
      [>.....] recovery =  3.9% (204416/5236736) finish=0.4min speed=20
      4416K/sec

md5 : active raid5 sdf1[4] sdh1[3] sdg1[1]
      10473472 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/2] [_UU]
      [>.....] recovery =  4.2% (225104/5236736) finish=0.3min speed=22
      5104K/sec

md1 : active raid1 sde1[1] sdd1[0]
      5236736 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

md0 : active raid0 sdc1[1] sdb1[0]
      10473472 blocks super 1.2 512k chunks

unused devices: <none>

AmirArsalanYavari-402203497 ~ 18:10:10
```

مطابق تصویر بالا بازیابی به ترتیب به مدت 0.3 و 0.4 دقیقه طول می‌کشد.

در ادامه میخواهیم RAID 5 را به /mnt را به ماونت کنیم و یک اسکریپت که در پیوست این فایل قرار دارد را اجرا کنیم که یک بار با fio بار کاری خواندنی نوشتی رندوم، قبل از خرابی و یک بار حین خرابی و یک بار بعد از اینکه دیسک خراب و فرآیند بازیابی کاملا صورت گرفته بیندازم و مقادیر را با هم مقایسه کنیم.

```

AmirArsalanYavari-402203497 > /mnt
ls
lost+found test.fio test-script.sh

AmirArsalanYavari-402203497 > /mnt
> bash test-script.sh
[sudo] password for AmirArsalanYavari-402203497:
mdadm: set /dev/sdf1 faulty in /dev/md5
mdadm: hot removed /dev/sdf1 from /dev/md5
mdadm: added /dev/sdf1
Results:
IOPS and BW before remove any disk:
IOPS=3526, BW=27.6MiB/s
IOPS and BW during remove a disk:
IOPS=3126, BW=24.4MiB/s
IOPS and BW after remove a disk:
IOPS=3148, BW=24.6MiB/s
IOPS and BW during recovery raid array:
IOPS=1777, BW=13.9MiB/s

AmirArsalanYavari-402203497 > /mnt
>

```

همانطور که در تصویر بالا مشاهده می‌کنید .....

۱۰. یک دیسک جدید به آرایه RAID 5 خود اضافه کنید و از قابلیت grow برای گسترش آرایه استفاده کنید. بعد از تغییر اندازه، اثر این افزایش را بر روی عملکرد و ظرفیت ذخیره‌سازی بررسی و مستند کنید.

در حالت عادی قبل اگر یک بار کاری ای (برای مثال همان بارکاری سوال ۹ که یک بار کاری خواندنی نوشتی رندوم به سایز 8K بود را اجرا کنیم نتیجه‌هی زیر را خواهیم داشت:

```

AmirArsalanYavari-402203497 > /mnt/Q10
cat test.fio
[global]
ioengine=libaio
direct=1
iodepth=1
numjobs=1

[rand_mix_8K]
rw=randrw
bs=(R) 8192B-8192B, (W) 8192B-8192B, (T) 8192B-8192B, ioen
gines=libaio, iodepth=1
fio-3.16
Starting 1 process
rand_mix_8K: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 1 (f=1): [m(1)][100.0%][r=27.8MiB/s,w=26.9MiB/s][r=3556,w=3438 IOPS][eta 00m:00s]
rand_mix_8K: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=43209: Wed Nov 20 20:51:31 2024
read: IOPS=3443, BW=26.9MiB/s (28.2MB/s)(513MiB/19084msec)
    slat (usec): min=6, max=9632, avg= 9.64, stdev=46.40
    clat (usec): min=5, max=11738, avg=98.91, stdev=111.07
    lat (usec): min=49, max=11747, avg=108.67, stdev=120.57
    clat percentiles (usec):
        | 1.00th=[ 81], 5.00th=[ 88], 10.00th=[ 89], 20.00th=[ 90],
        | 30.00th=[ 91], 40.00th=[ 92], 50.00th=[ 92], 60.00th=[ 94],
        | 70.00th=[ 95], 80.00th=[ 98], 90.00th=[ 104], 95.00th=[ 112],
        | 99.00th=[ 155], 99.50th=[ 269], 99.90th=[ 881], 99.95th=[ 1037],
        | 99.99th=[ 6521]
bw ( KiB/s): min=25904, max=30544, per=99.98%, avg=27541.68, stdev=987.55, samples=38
iops : min= 328, max= 3818, avg=3442.66, stdev=123.39, samples=38
write: IOPS=3424, BW=26.8MiB/s (28.1MB/s)(511MiB/19084msec); 0 zone resets
    slat (usec): min=2, max=8375, avg= 8.17, stdev=36.64
    clat (nsec): min=1225, max=8303.4k, avg=173015.49, stdev=150057.38
    lat (usec): min=45, max=8812, avg=181.29, stdev=155.25
    clat percentiles (usec):
        | 1.00th=[ 63], 5.00th=[ 143], 10.00th=[ 147], 20.00th=[ 153],
        | 30.00th=[ 157], 40.00th=[ 161], 50.00th=[ 163], 60.00th=[ 167],
        | 70.00th=[ 172], 80.00th=[ 178], 90.00th=[ 190], 95.00th=[ 202],

```

در حالتی که من یک دیسک به مجموعه دیسک‌ها اضافه کردم به صورت زیر:

```
Activities ◊ Alacrity ▾ 20:57 20 نوامبر 2023 tmux [5/570]

└─lsdk1 8:161 0 5G 0 part [25/1870] AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 20:55:21
    └─md6 9:6 0 10G 0 raid6
sd1 8:176 0 5G 0 disk
└─sd1l 8:177 0 5G 0 part
    └─md6 9:6 0 10G 0 raid6
sdm 8:192 0 5G 0 disk

AmirArsalanYavari-402203497 > /mnt/Q10 20:53:17
> sudo fdisk /dev/sdm
Welcome to fdisk (util-linux 2.34).
Changes will remain in memory only, until you decide to write them.
Be careful before using the write command.

Device does not contain a recognized partition table.
Created a new DOS disklabel with disk identifier 0xbab086a1.

Command (m for help): n
Partition type:
  p  primary (0 primary, 0 extended, 4 free)
  e  extended (container for logical partitions)
Select (default p):

Using default response p.
Partition number (1-4, default 1):
First sector (2048-10485759, default 2048):
Last sector, +/sectors or +/-size{K,M,G,T,P} (2048-10485759,
default 10485759): 0: [AmirArsalanYavari-402203497 0:0] 20:57:13 20-اوجون -24 VM

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 20:55:21
> sudo mdadm --add /dev/md5 /dev/sdm1
[sudo] password for AmirArsalanYavari-402203497:
mdadm: added /dev/sdm1

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 20:55:45
> sudo mdadm --grow /dev/md5 --raid-devices=4
AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 20:56:02
> sudo resize2fs /dev/md5
resize2fs 1.45.5 (07-Jan-2020)
The filesystem is already 2618368 (4k) blocks long. Nothing to do!

AmirArsalanYavari-402203497 > ~ 20:56:17
> cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1] [raid0] [raid6] [raid5] [raid4] [linear] [multipath] [raid10]
md6 : active raid6 sdi1[4] sd1l[3] sd1k[2] sdj1[1]
      10473472 blocks super 1.2 level 6, 512k chunk, algorithm 2 [4/4] [UUUU]
md5 : active raid5 sdm1[5] sdf1[4] sdh1[3] sdg1[1]
      10473472 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [4/4] [UUUU]
      [=====>.....] reshape = 64.4% (3375624/5236736) finish=0.2min speed=125023K/sec

md1 : active raid1 sde1[1] sdd1[0]
      5236736 blocks super 1.2 [2/2] [UU]
md0 : active raid0 sdc1[1] sdb1[0]
      10473472 blocks super 1.2 512k chunks
```

```
Starting 1 process
rand_mix_8K: Laying out IO file (1 file / 1024MiB)
Jobs: 1 (f=1): [m(1)][100.0%][r=27.8MiB/s,w=26.9MiB/s][r=3556,w=3438 IOP
S][eta 00m:00s]
rand_mix_8K: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=43209: Wed Nov 20 20:51:31
2024
read: IOPS=3443, BW=26.9MiB/s (28.2MB/s)(513MiB/19084msec)
    slat (usec): min=6, max=9632, avg= 9.64, stdev=46.40
    clat (usec): min=5, max=11738, avg=98.91, stdev=111.07
    lat (usec): min=49, max=11747, avg=108.67, stdev=120.57
    clat percentiles (usec):
        | 1.00th=[ 81], 5.00th=[ 88], 10.00th=[ 89], 20.00th=[ 90
], 30.00th=[ 91], 40.00th=[ 92], 50.00th=[ 92], 60.00th=[ 94
], 70.00th=[ 95], 80.00th=[ 98], 90.00th=[ 104], 95.00th=[ 112
], 99.00th=[ 155], 99.50th=[ 269], 99.90th=[ 881], 99.95th=[ 1037
], 99.99th=[ 6521]
    bw ( KiB/s): min=25904, max=30544, per=99.98%, avg=27541.68, stdev=9
87.55, samples=38
    iops : min= 3238, max= 3818, avg=3442.66, stdev=123.39, sample
s=38
write: IOPS=3424, BW=26.8MiB/s (28.1MB/s)(511MiB/19084msec); 0 zone re
sets
    slat (usec): min=2, max=8375, avg= 8.17, stdev=36.64
    clat (usec): min=1225, max=8303.4k, avg=173015.49, stdev=150057.38
    lat (usec): min=45, max=8812, avg=181.29, stdev=155.25
    clat percentiles (usec):
        | 1.00th=[ 63], 5.00th=[ 143], 10.00th=[ 147], 20.00th=[ 153
], 30.00th=[ 161], 40.00th=[ 169], 50.00th=[ 177], 60.00th=[ 185
], 70.00th=[ 193], 80.00th=[ 201], 90.00th=[ 209], 95.00th=[ 217
], 99.00th=[ 225], 99.50th=[ 233], 99.90th=[ 241], 99.95th=[ 249
], 99.99th=[ 257]
    bw ( KiB/s): min=15888, max=19936, per=99.94%, avg=17319.13, stdev=
758.59, samples=60
    iops : min= 1986, max= 2492, avg=2164.68, stdev=94.83, sample
s=60
write: IOPS=2154, BW=16.8MiB/s (17.7MB/s)(511MiB/30334msec); 0 zone r
esets
    slat (usec): min=2, max=6394, avg= 6.99, stdev=27.61
    clat (usec): min=2, max=13838, avg=305.94, stdev=321.17
    lat (usec): min=45, max=13848, avg=313.04, stdev=323.40
    clat percentiles (usec):
        | 1.00th=[ 71], 5.00th=[ 200], 10.00th=[ 217], 20.00th=[ 25
], 30.00th=[ 265], 40.00th=[ 273], 50.00th=[ 281], 60.00th=[ 289
], 70.00th=[ 297], 80.00th=[ 305], 90.00th=[ 313], 95.00th=[ 321
], 99.00th=[ 331], 99.50th=[ 341], 99.90th=[ 351], 99.95th=[ 361
], 99.99th=[ 371]
    bw ( KiB/s): min=15888, max=19936, per=99.94%, avg=17319.13, stdev=
758.59, samples=60
    iops : min= 1986, max= 2492, avg=2164.68, stdev=94.83, sample
s=60
write: IOPS=2154, BW=16.8MiB/s (17.7MB/s)(511MiB/30334msec); 0 zone r
esets
    slat (usec): min=2, max=6394, avg= 6.99, stdev=27.61
    clat (usec): min=2, max=13838, avg=305.94, stdev=321.17
    lat (usec): min=45, max=13848, avg=313.04, stdev=323.40
    clat percentiles (usec):
        | 1.00th=[ 71], 5.00th=[ 200], 10.00th=[ 217], 20.00th=[ 25
], 30.00th=[ 265], 40.00th=[ 273], 50.00th=[ 281], 60.00th=[ 289
], 70.00th=[ 297], 80.00th=[ 305], 90.00th=[ 313], 95.00th=[ 321
], 99.00th=[ 331], 99.50th=[ 341], 99.90th=[ 351], 99.95th=[ 361
], 99.99th=[ 371]
```

خب انتظار داشتم بره بالا ولی او مد پایین که البته فهمیدم چرا این اتفاق افتاد با خاطر این بود که تایپ همهی دیسک هام رو SSD گذاشته بودم ولی برای تنظیم این دیسک جدید حواسم نبود HDD عه. کلا انتظار داشتم هم IOPS هم BW بره بالا چون تعداد دیسک ها بیشتر میشه و لعووو بیشتری میتونه بینشون تقسیم بشه و پهنهای باند بیشتری هم خواهند داشت. یک بار دیگه تست رو برای RAID 5 با ۴ دیسک که همسون SSD باشن انجام دادم (البته iodepth ۱۰ رو هم کردم) که تاثیر تعداد دیسک بیشتر رو بهتر بینیم) ولی خب خبر بد اینه که باز هم همون نتایج رو بدست آوردم و با افزایش دیسک هم IOPS و هم BW کاهش پیدا میکردن که فکر میکنم با خاطر مجازی سازی ممکنه اورههی اضافه شده باشه. نکتهی مهمی که هست اینه که من تمامی دیسک های مجازی رو روی یک دیسک فیزیکی واقعی

تعریف کردم برای همین چنین قضایایی پیش میاد از نظر سریار و کلا خیلی بهبود خاصی رو هم نخواهیم داشت ().

```

Activities Alacrity 22:06 20 نوامبر tmux
8192B, ioengine=libaio, iodepth=10 [35/50] rand_mix_8K: (g=0): rw=randrw, bs=(R) 8192B-8192B, (W) 8192B-8192B, (T) 35/823
fio-3.16 8192B, ioengine=libaio, iodepth=10
Starting 1 process
rand_mix_8K: Laying out IO file (1 file / 1024MB)
Jobs: 1 (f=1): [M(1)][100.0%][r=95.8MiB/s,w=95.2MiB/s][r=12.3k,w=12.2k IOPS][eta 00m:00s]
rand_mix_8K: (groupid=0, jobs=1): err= 0: pid=2876: Wed Nov 20 21:54:19 2024
read: IOPS=12.7k, BW=99.5MiB/s (104MB/s)(513MiB/5160msec)
  slat (usec): min=2, max=9489, avg=15.97, stdev=61.39
  clat (nsec): min=383, max=9638.5K, avg=187801.92, stdev=200954.91
  lat (usec): min=79, max=9654, avg=203.89, stdev=209.43
  clat percentiles (usec):
    | 1.00th=[ 85], 5.00th=[ 94], 10.00th=[ 101], 20.00th=[ 114],
    | 30.00th=[ 125], 40.00th=[ 135], 50.00th=[ 147], 60.00th=[ 159],
    | 70.00th=[ 174], 80.00th=[ 200], 90.00th=[ 202], 95.00th=[ 408],
    | 99.00th=[ 873], 99.50th=[ 1004], 99.90th=[ 2376], 99.95th=[ 3687],
    | 99.99th=[ 6587]
  bw ( Kib/s): min=95744, max=115184, per=100.00%, avg=101956.80, stdev=6233
.37, samples=10
  iops : min=11968, max=14398, avg=12744.60, stdev=779.17, samples=10
write: IOPS=12.7k, BW=98.0MiB/s (104MB/s)(511MiB/5160msec); 0 zone resets
  slat (usec): min=1830, max=618921, avg=4417.04, stdev=7936.39
  clat (usec): min=56, max=10122, avg=578.88, stdev=291.35
  lat (usec): min=65, max=10125, avg=583.40, stdev=291.27
  clat percentiles (usec):
    | 1.00th=[ 262], 5.00th=[ 338], 10.00th=[ 379], 20.00th=[ 433],
    | 30.00th=[ 474], 40.00th=[ 506], 50.00th=[ 545], 60.00th=[ 586],
    | 70.00th=[ 627], 80.00th=[ 685], 90.00th=[ 775], 95.00th=[ 881],
    | 99.00th=[ 1319], 99.50th=[ 1631], 99.90th=[ 3785], 99.95th=[ 6325],
    | 99.99th=[ 9765]
  bw ( Kib/s): min=95873, max=115216, per=100.00%, avg=101520.10, stdev=6543
.64, samples=10
  iops : min=11884, max=14402, avg=12690.00, stdev=817.97, samples=10
lat (nsec) : 500=0.01%
0 AmirArsalanYavari-402203497 0:1 0:1 22:06:35 20-24 VM

```

۱۱. یکی از دیسک‌های آرایه RAID 1 را با یک دیسک جدید جایگزین کنید و فرآیند بازیابی را بررسی کنید. تاثیر این جایگزینی را بر کارایی آرایه و میزان تاخیر بازیابی شرح دهید.

میزان کارایی پس از جایگزینی تفاوت خاصی نمی‌کند اما در حین بازیابی به خاطر فرآیند کاهش می‌یابد همانند قسمت ۹. نتایج ریکاوری هم به صورت زیر است:

بخاطر ریبوت کردن اسم RAID ها عوض شده که در این بار اسمشونو درست نکردم ولی RIAD 1 همون 126 هستش.

```

Activities Alacrity 22:20 20 نوامبر tmux
AmirArsalanYavari-402203497 > o /home/knowme
> cat /proc/mdstat
Personalities : [raid0] [raid1] [raid6] [raid5] [raid4] [linear] [multipath] [raid10]
md124 : active raid5 sdf1[0] sdg1[1] sdm1[4] sdh1[3]
      15710288 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [4/4] [UUUU]

md125 : active raid6 sdj1[1] sdii1[0] sdk1[2] sdl1[3]
      10473472 blocks super 1.2 level 6, 512k chunk, algorithm 2 [4/4] [UUUU]

md126 : active raid1 sde1[1] sdd1[0]
      5236736 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

md127 : active raid0 sdb1[0] sdc1[1]
      10473472 blocks super 1.2 512k chunks

unused devices: <none>
AmirArsalanYavari-402203497 > o /home/knowme
> sudo mdadm --manage /dev/md126 --fail /dev/sdd1
sudo mdadm --manage /dev/md126 --remove /dev/sdd1
mdadm: set /dev/sdd1 faulty in /dev/md126
mdadm: hot removed /dev/sdd1 from /dev/md126
AmirArsalanYavari-402203497 > o /home/knowme
> sudo mdadm --add /dev/md126 /dev/sdn1
mdadm: added /dev/sdn1
AmirArsalanYavari-402203497 > o /home/knowme
> 

```

```

watch cat /proc/mdstat
Every 2.0s: cat /proc/mdstat                               VM: Wed Nov 20 22:20:41 2024
Personalities : [raid0] [raid1] [raid6] [raid5] [raid4] [linear] [multipath] [raid10]
md124 : active raid5 sdf1[0] sdg1[1] sdm1[4] sdh1[3]
      15710288 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [4/4] [UUUU]

md125 : active raid6 sdj1[1] sdii1[0] sdk1[2] sdl1[3]
      10473472 blocks super 1.2 level 6, 512k chunk, algorithm 2 [4/4] [UUUU]

md126 : active raid1 sdn1[2] sde1[1]
      5236736 blocks super 1.2 [2/1] [-U]
      [=]>..... recovery = 6.5% (343552/5236736) finish=0.2min speed=
343552K/sec

md127 : active raid0 sdb1[0] sdc1[1]
      10473472 blocks super 1.2 512k chunks

unused devices: <none>

```