جزوه ۱: درک عمیق از ساختار فایل‌سیستم و درخت دایرکتوری‌های لینوکس

هدف جزوه: آشنایی کامل با فلسفه، استانداردها و کاربرد عملی دایرکتوری‌های اصلی لینوکس به همراه نکات امنیتی و تفاوت‌های کلیدی با سایر سیستم‌عامل‌ها.

مقدمه: فلسفه **همه چیز یک فایل است**

برای درک لینوکس، باید نگاهی متفاوت به سیستم‌عامل داشته باشیم. در ویندوز، کاربر با درایوهای جداگانه (مانند C:, D:)و انباشته‌ای از تنظیمات در رجیستری (Registry) مواجه است. اما در لینوکس، فلسفه بنیادین «همه چیز یک فایل است» حاکم می‌باشد.

توضیح مفهومی: این جمله به این معناست که در لینوکس، نه تنها اسناد متنی و عکس‌ها، بلکه سخت‌افزارهای متصل (مانند هارد دیسک، موس، چاپگر)، پروسه‌های در حال اجرا، و حتی رابط‌های شبکه، همگی به صورت فایل‌های مجازی یا فیزیکی در یک ساختار سلسله‌مراتبی واحد مدیریت می‌شوند.

مزیت عملی: این دیدگاه ساده‌سازی‌شده باعث می‌شود کاربر با استفاده از دستورات یکسان (مانند `cat` برای خواندن یا `cp`برای کپی) هم روی یک فایل متنی ساده کار کند و هم محتوای یک درایو سخت‌افزاری را بررسی نماید.

بخش ۱: درخت دایرکتوری‌ها – از ریشه تا شاخه‌ها

تفاوت اساسی با ویندوز: برخلاف ویندوز که هر درایو یک نقطه شروع مستقل دارد، لینوکس دارای یک ساختار درختی تک‌ریشه‌ای است. تمام دایرکتوری‌ها و فایل‌ها از یک نقطه مرکزی به نام ریشه (Root) شروع می‌شوند.

نمایش نمادین: این نقطه مرکزی با کاراکتر اسلش `/` نمایش داده می‌شود. تصور کنید `/` مانند تنه یک درخت عظیم است که شاخه‌های اصلی (دایرکتوری‌های سطح بالا) از آن بیرون می‌آیند و هر شاخه خود دارای زیرشاخه‌های بیشتری می‌باشد.

اهمیت استانداردسازی: این ساختار سلسله‌مراتبی (Hierarchical) به سیستم‌عامل اجازه می‌دهد مدیریت فایل‌ها را متمرکز و استاندارد نگه دارد. در نتیجه، یک برنامه در توزیع اوبونتو (Ubuntu) و همان برنامه در توزیع دبیان (Debian)دقیقاً مسیرهای یکسانی را برای ذخیره تنظیمات یا فایل‌های سیستمی جستجو می‌کند.

بخش ۲: بررسی تشریحی دایرکتوری‌های اصلی بر اساس استانداردFHS

استاندارد FHS (Filesystem Hierarchy Standard) تعیین می‌کند که هر دایرکتوری اصلی چه وظیفه‌ای دارد. درک این وظایف به شما در عیب‌یابی سریع سیستم کمک شایانی می‌کند.

۲,۱ .دایرکتوری `/bin` و – `/usr/bin` دستورات کاربر

وظیفه: نگهداری دستورات اجرایی (Executable Binaries) که کاربران معمولی و مدیر سیستم از آنها استفاده می‌کنند.

مثال‌های کاربردی: دستوراتی مانند) `ls` لیست کردن محتوا(،) `cp`کپی کردن(،) `mv`جابجایی(،) `cat`نمایش محتوا) و) `ssh`اتصال امن) در این مسیرها قرار دارند.

تفاوت ظریف (نکته فنی): در توزیع‌های مدرن لینوکس، `/bin`معمولاً یک لینک نمادین (Symbolic Link) به `/usr/bin` است. اما در توزیع‌های قدیمی‌تر، `/bin`شامل دستورات ضروری برای بوت شدن سیستم (System Critical) بود، در حالی که `/usr/bin` دستورات عمومی‌تر و نصب‌شده توسط کاربر را در خود جای می‌داد. امروزه تمایز اصلی این است که `/usr`فضای بزرگ‌تری برای نصب نرم‌افزارهای اضافی دارد.

۲,۲ .دایرکتوری – `/etc` قلب تنظیمات سیستم

وظیفه: اگر به دنبال «مغز متفکر» سیستم هستید، باید به `/etc` مراجعه کنید. این دایرکتوری حاوی تمام فایل‌های پیکربندی متنی (Configuration Files) است.

محتویات کلیدی: در این مسیر فایل‌های زیر را پیدا می‌کنید:

– `passwd` -اطلاعات پایه کاربران

– `shadow` -رمزهای عبور رمزنگاری‌شده

– `network/interfaces` -تنظیمات شبکه

هشدار امنیتی مهم: فایل‌های داخل `/etc` معمولاً قابل اجرا نیستند، بلکه فقط خوانده می‌شوند تا به سیستم بگویند چگونه رفتار کند. تغییر در این فایل‌ها نیازمند دقت فوق‌العاده بالایی است؛ زیرا یک خطای تایپی ساده می‌تواند باعث شود یک سرویس خاص از کار بیفتد یا حتی کل سیستم بوت نشود. پیش از ویرایش، همیشه از فایل اصلی یک نسخه پشتیبان تهیه کنید.

۲,۳ .دایرکتوری – `/home` فضای شخصی کاربران

وظیفه: این دایرکتوری مانند پوشه `Users` در ویندوز است. هر کاربر لینوکس یک پوشه اختصاصی در `/home` دارد (برای مثال `/home/ali` یا.(`/home/sara`

محتویات: تمام اسناد، عکس‌ها، دانلودها، موسیقی، فیلم‌ها و تنظیمات شخصی (مانند پیکربندی محیط دسکتاپ) کاربر در اینجا ذخیره می‌شود.

اصل امنیتی جداسازی: کاربر `ali` به طور پیش‌فرض هیچ مجوزی برای خواندن یا نوشتن در پوشه کاربر `sara` ندارد. این جداسازی باعث می‌شود سیستم از نظر امنیتی تمیز بماند و هر کاربر فقط در محدوده مجاز خود فعالیت کند.

نکته عملی: همیشه داده‌های شخصی و مهم خود را در زیرمجموعه‌ای از `/home` ذخیره کنید، نه در سایر دایرکتوری‌های سیستمی.

۲٫۴ .دایرکتوری – `/var` داده‌های متغیر

وظیفه: نام این پوشه مخفف Variable است. هر داده‌ای که حجم آن در طول زمان تغییر می‌کند یا مکرراً به‌روز می‌شود، در اینجا قرار می‌گیرد.

زیرمجموعه‌های مهم:

– `/var/log` -فایل‌های گزارش خطا و فعالیت سیستم. نکته عیب‌یابی: وقتی سیستم شما دچار مشکل می‌شود، اولین جایی که باید چک کنید همین `/var/log` است.

– `/var/cache` -فایل‌های کش ذخیره‌شده توسط برنامه‌ها

– `/var/lib` -پایگاه‌داده‌ها و وضعیت سرویس‌ها

نکته مدیریتی: این دایرکتوری به مرور زمان حجم بالایی می‌گیرد (مخصوصاً فایل‌های لاگ). بهتر است به صورت دوره‌ای آن را پایش و فایل‌های قدیمی را پاکسازی کنید.

۲٫۵ .دایرکتوری – `/tmp` فضای موقت

وظیفه: ذخیره‌سازی فایل‌های موقتی که فقط برای مدت کوتاهی (معمولاً تا یک بار راه‌اندازی مجدد) نیاز هستند.

ویژگی حیاتی: محتویات این پوشه معمولاً پس از هر بار راه‌اندازی مجدد سیستم (Reboot) به طور خودکار پاک می‌شوند.

هشدار اکید: هرگز فایل مهم یا شخصی خود را در `/tmp` ذخیره نکنید. همچنین در برخی سیستم‌ها، این دایرکتوری ممکن است روی RAM حافظه موقت mount (شده باشد و فضای آن محدود است.

کاربرد صحیح: برنامه‌ها هنگام اجرا، فایل‌های موقت خود را اینجا می‌سازند تا در صورت کرش کردن برنامه، فایل‌های خراب به هم نریزند.

۲,۶ .دایرکتوری – `/usr` منابع خواندنی کاربر

وظیفه: این پوشه شبیه به پوشه `Program Files` در ویندوز است، اما با یک تفاوت بزرگ: محتویات آن معمولاً خواندنی (Read-only)هستند.

زیرمجموعه‌های استاندارد:

– `/usr/lib` -کتابخانه‌های مشترک مورد نیاز برنامه‌ها

– `/usr/share/doc` -مستندات نرم‌افزارها

– `/usr/local` -نرم‌افزارهایی که کاربر به صورت دستی نصب می‌کند (نه از طریق مدیر بسته(

نکته تاریخی: در سیستم‌های قدیمی، جدا کردن `/usr` از ریشه (`/`) به این دلیل بود که اگر دیسک اصلی پر می‌شد، هنوز بتوان به فایل‌های ضروری دسترسی داشت. اما در لینوکس مدرن، این دو اغلب روی یک پارتیشن قرار دارند.

۲,۷ .دایرکتوری – `/boot` شروع‌کننده سیستم

وظیفه: حاوی فایل‌های ضروری برای فرآیند بوت شدن (راه‌اندازی) سیستم.

محتویات کلیدی:

– `vmlinuz` -هسته لینوکس (کرنل(

-فایل‌های بارگذار اولیه Bootloader) مانند(GRUB

نکته مهم: این پوشه معمولاً حجم کوچکی دارد (چند صد مگابایت). هرگز فایل‌های شخصی یا غیرضروری در آن قرار ندهید. اگر فایل‌های این دایرکتوری آسیب ببینند، سیستم شما اصلاً بالا نخواهد آمد.

۲,۸ .دایرکتوری – `/dev` دستگاه‌ها

وظیفه: این مکان ارتباط لینوکس با سخت‌افزار است. هر سخت‌افزاری (هارد دیسک، موس، کیبورد، چاپگر، وب‌کم) به صورت یک فایل ویژه دستگاه در این پوشه ظاهر می‌شود.

مثال عملی `/dev/sda` :نماینده اولین هارد دیسک شماست. وقتی می‌خواهید هارد دیسک را فرمت یا پارتیشن‌بندی کنید، در واقع روی فایل `/dev/sda` عملیات نوشتن انجام می‌دهید. این دقیقاً همان تجلی مفهوم «همه چیز یک فایل است» می‌باشد.

۲,۹ .دایرکتوری `/proc` و – `/sys` حافظه و کرنل

ماهیت مجازی: این دو دایرکتوری روی دیسک فیزیکی وجود ندارند، بلکه در حافظه RAM ساخته می‌شوند و توسط کرنل لینوکس مدیریت می‌شوند.

کاربرد :`/proc` اطلاعات مربوط به پروسه‌های در حال اجرا و وضعیت سیستم را به صورت فایل‌های متنی در اختیار می‌گذارد .

مثال: با دستور `cat /proc/cpuinfo` می‌توانید مشخصات کامل پردازنده خود را مشاهده کنید.

کاربرد :`/sys` اطلاعات مربوط به سخت‌افزار و درایورها را ارائه می‌دهد. این مسیرها برای تنظیمات پیشرفته سخت‌افزاری و تعامل مستقیم با کرنل استفاده می‌شوند.

نکته: فایل‌های داخل `/proc` و `/sys` را نباید مستقیماً ویرایش کنید مگر اینکه دانش کافی از عملکرد کرنل داشته باشید.

بخش ۳: تفاوت مسیرهای مطلق و نسبی (کلیدی برای کار با ترمینال(

یکی از مباحث حیاتی در کار با فایل‌سیستم لینوکس، نحوه صحیح اشاره به فایل‌ها و دایرکتوری‌ها است. لینوکس دو روش استاندارد دارد:

۳,۱ .مسیر مطلق(Absolute Path)

تعریف: مسیری که همیشه از ریشه (`/`) شروع می‌شود، صرف نظر از اینکه شما در حال حاضر در کدام پوشه قرار دارید.

مثال `/etc/passwd` :یا`/home/ali/Documents/report.txt`

مزیت: این روش همیشه دقیق و غیرقابل اشتباه است، زیرا نقطه شروع آن ثابت می‌باشد .

توصیه عملی: در نوشتن اسکریپت‌ها (Scripts) همیشه از مسیر مطلق استفاده کنید تا مطمئن شوید کد شما در هر مکانی اجرا شود، به فایل درست اشاره می‌کند.

۳,۲ .مسیر نسبی(Relative Path)

تعریف: مسیری که نسبت به پوشه فعلی (Current Working Directory) سنجیده می‌شود.

نمادهای خاص:

. یک نقطه همواره به دایرکتوری فعلی اشاره دارد.

.. دو نقطه همیشه به دایرکتوری قبلی اشاره دارد که به آن دایرکتوری والد هم گفته میشود.

مثال عملی: اگر شما در پوشه `/home/ali` باشید و بخواهید به پوشه `Documents` در همان مکان بروید، می‌توانید بنویسید) `Documents` بدون اسلش اول). برای رفتن از `/home/ali` به`/etc` ، می‌نویسید) `../../etc` دو بار به عقب برگردید سپس وارد etc شوید.(

نکته: استفاده از مسیرهای نسبی در ترمینال برای کارهای روزمره سریع‌تر و کوتاه‌تر است، اما در اسکریپت‌نویسی خطرناک می‌باشد زیرا نتیجه به مکان اجرای اسکریپت وابسته می‌شود.

بخش ۴: جدول جمع‌بندی دایرکتوری‌های اصلی

دایرکتوری	کاربرد اصلی	محتویات نمونه	سطح دسترسی پیشنهادی / نکته
/bin	ابزارهای پایه سیستم	ls, cp, mv, cat	اجرا برای همه؛ معمولاً لینک به /usr/bin
/sbin	ابزارهای مدیریتی سیستم	fsck, reboot, iptables	بیشتر برای مدیر سیستم(root)
/etc	فایل‌های تنظیمات سیستم	passwd, shadow, hosts, fstab	خواندن محدود؛ نوشتن فقطroot
/home	فضای شخصی کاربران	اسناد، تنظیمات، دانلودها	دسترسی کامل فقط برای صاحب پوشه
/root	پوشه شخصی مدیر سیستم	تنظیمات و فایل‌هایroot	فقطroot
/var	داده‌های متغیر	لاگ‌ها، کش، صف‌ها، دیتابیس	دسترسی وابسته به سرویس‌ها

دایرکتوری	کاربرد اصلی	محتویات نمونه	سطح دسترسی پیشنهادی / نکته
/tmp	فایل‌های موقت	فایل‌های موقت برنامه‌ها	نوشتن برای همه(1777)
/run	داده‌های موقت زمان اجرا	PIDها، سوکت‌ها	پاک می‌شود بعد از ریبوت
/usr	برنامه‌ها و منابع اشتراکی	باینری‌ها، کتابخانه‌ها، مستندات	عمدتاً فقط خواندنی
/lib, /lib64	کتابخانه‌های سیستمی	ماژول‌های کرنل ,libc	فقط سیستم
/boot	فایل‌های راه‌اندازی	کرنل، GRUB, initramfs	فقط خواندن برای کاربران عادی
/dev	فایل‌های دستگاه‌ها	/dev/sda, /dev/null	دسترسی ویژه بر اساس گروه‌ها
/proc	اطلاعات فرایندها و کرنل (مجازی(	cpuinfo, meminfo, pid/	بیشتر خواندنی؛ برخی تنظیمات قابل نوشتن
/sys	رابط کرنل و سخت‌افزار (مجازی(	تنظیمات درایورها، توان	برخی بخش‌ها قابل نوشتن توسط root
/opt	نرم‌افزارهای اختیاری	برنامه‌های جانبی	بسته به نرم‌افزار
/srv	داده سرویس‌ها	وب‌سرور، FTP	وابسته به سرویس
/mnt	مونت موقت دیسک‌ها	دیسک خارجی	موقت
/media	رسانه‌های متصل	CD/DVD ،USB	مدیریت خودکار سیستم
/lost+found	بازیابی فایل‌های آسیب‌دیده	فایل‌های بازیابی‌شده	فقط root

بخش ۵: نتیجه‌گیری و نکات امنیتی و عملی

ساختار فایل‌سیستم لینوکس طوری طراحی شده که نظم، امنیت و کارایی را تضمین کند. با دانستن اینکه تنظیمات در `/etc`، داده‌های متغیر در `/var` و دستورات در `/bin` یا `/usr/bin` قرار دارند، می‌توانید به سرعت مشکلات سیستم را عیب‌یابی و رفع کنید.

هشدارهای امنیتی و عملی مهم:

ویرایش فایل‌های سیستمی: هرگز فایل‌های موجود در`/etc` ، `/bin`، `/usr`یا `/boot` را بدون دانش کافی و بدون تهیه نسخه پشتیبان ویرایش نکنید.

محل ذخیره داده‌های شخصی: هرگز فایل‌های مهم شخصی خود را در `/tmp` یا زیردایرکتوری‌های سیستمی ذخیره نکنید. این فایل‌ها ممکن است در هنگام آپدیت سیستم، ریستارت، یا پاکسازی خودکار حذف شوند.

روش صحیح: همیشه از `/home/[username]` برای ذخیره‌سازی داده‌های شخصی و مهم استفاده کنید.

بررسی مجوزها: قبل از اجرای هر دستوری که نیاز به دسترسی ریشه (root) دارد، مطمئن شوید واقعاً به آن نیاز دارید. کار با کاربر root در لینوکس قدرت مطلق است و یک اشتباه کوچک می‌تواند کل سیستم را از کار بیندازد.

تمرین عملی پیشنهادی:

-با دستور `ls -l /` محتویات ریشه را مشاهده کنید.

-با دستور `df -h` فضای اشغال شده هر پارتیشن را ببینید.

-با دستور `cd /etc && ls -l | grep "^d"` تمام زیردایرکتوری‌های `/etc` را لیست کنید.