

آزمایشگاه مدار و اندازه گیری

## پیش گزارش آزمایش چهارم

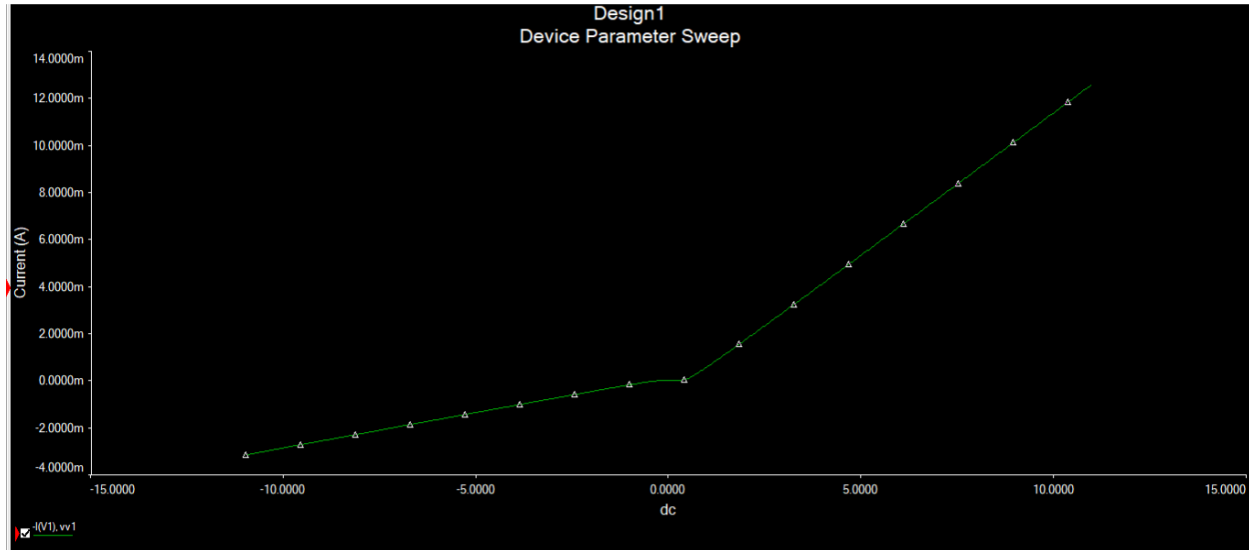
01-E-4-prelab

کسری کاشانی نژاد 810101490

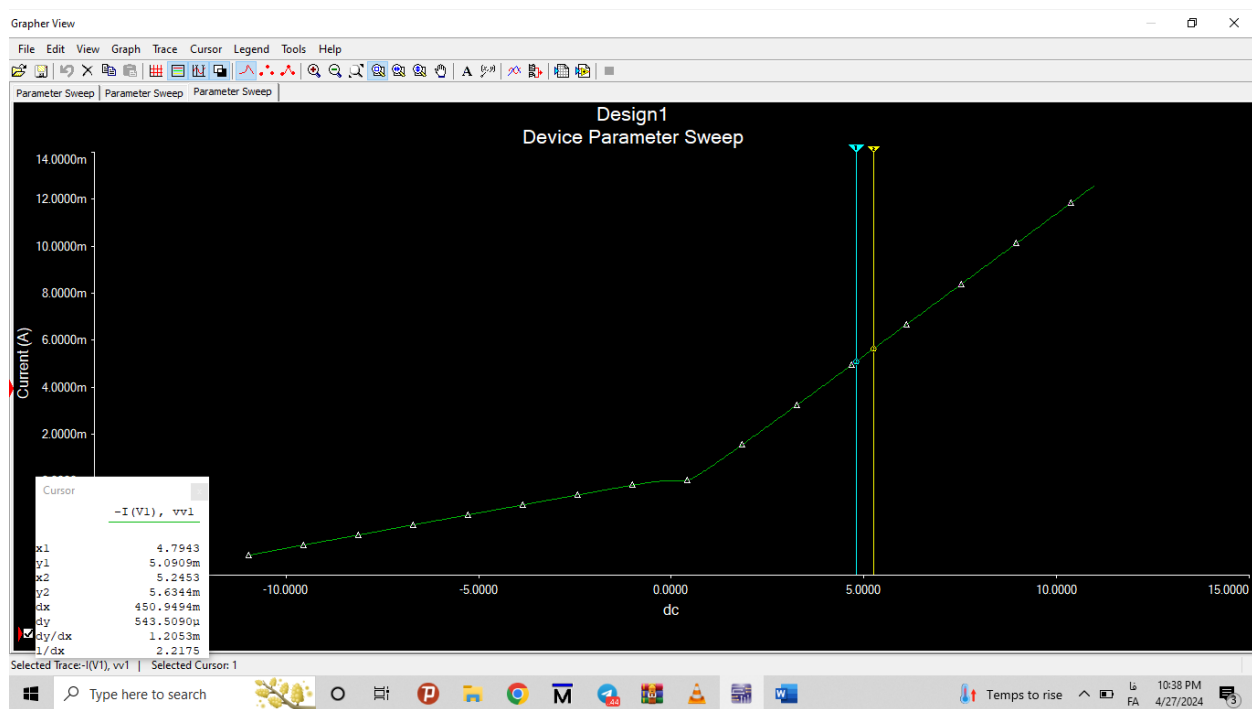
برنا فروهری 810101480

البرز محمودیان 810101514

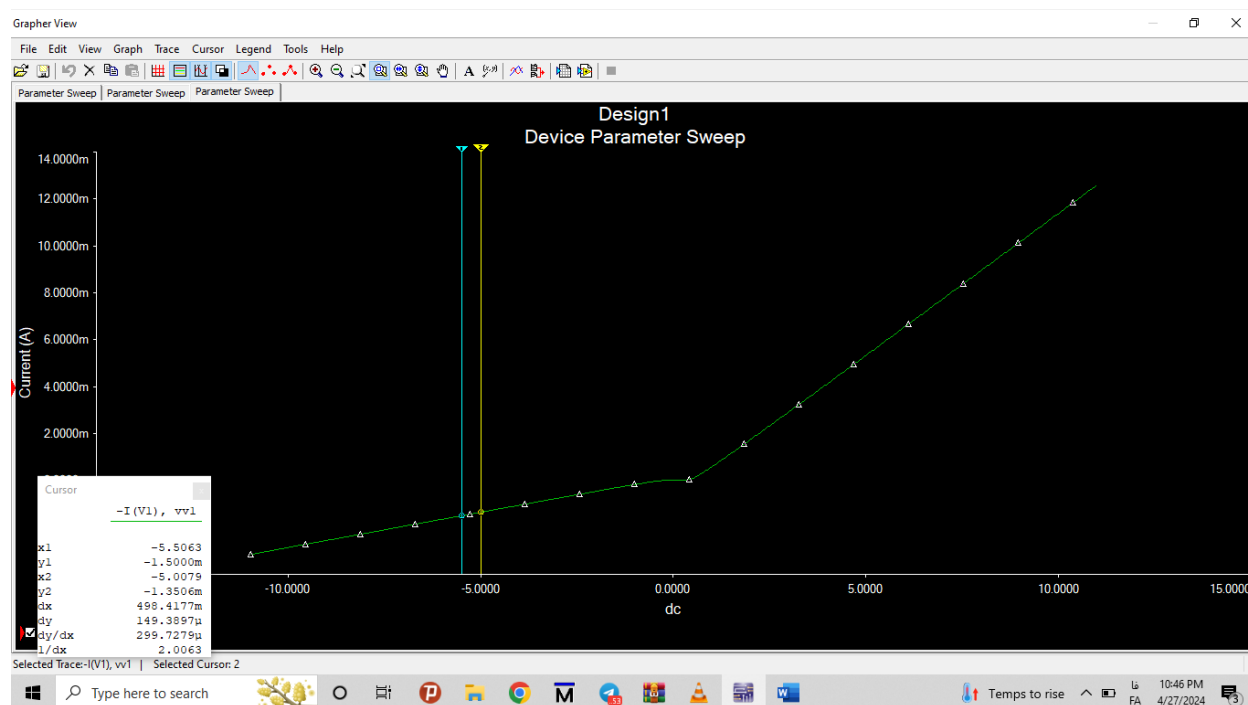
## سوال (1)



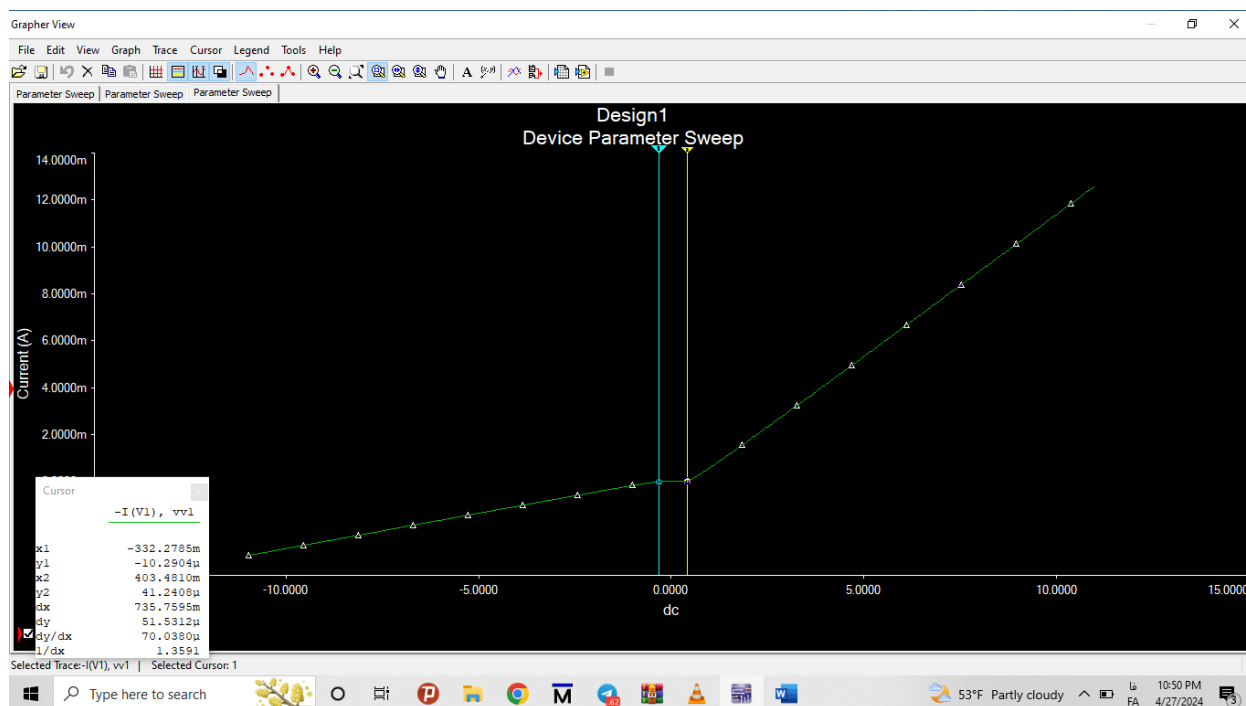
## سوال (2)



در ولتاژ های مثبت شیب منحنی طبق نرم افزار برابر 1.2 میلی است که اگر عکس آن را حساب می کنیم به عدد 833 می رسیم که با تقریب خوبی برابر R1 است چرا که در ولتاژ های مثبت D2 همانند مدار باز عمل می کند و تمام جریان از R1 عبور می کند و D1 همانند اتصال کوتاه عمل می کند چرا که در ولتاژ های مثبت بعد از ولتاژ شکست D1 که تقریباً 0.4 ولت است دیود 1 روشن شده و همانند اتصال کوتاه عمل می کند. پس مدار ما شامل یک منبع ولتاژ و یک مقاومت R1 است و همانطور که انتظار داریم عکس شیب منحنی جریان ولتاژ طبق فرمول  $I/V = 1/R$  برابر مقدار R1 است.



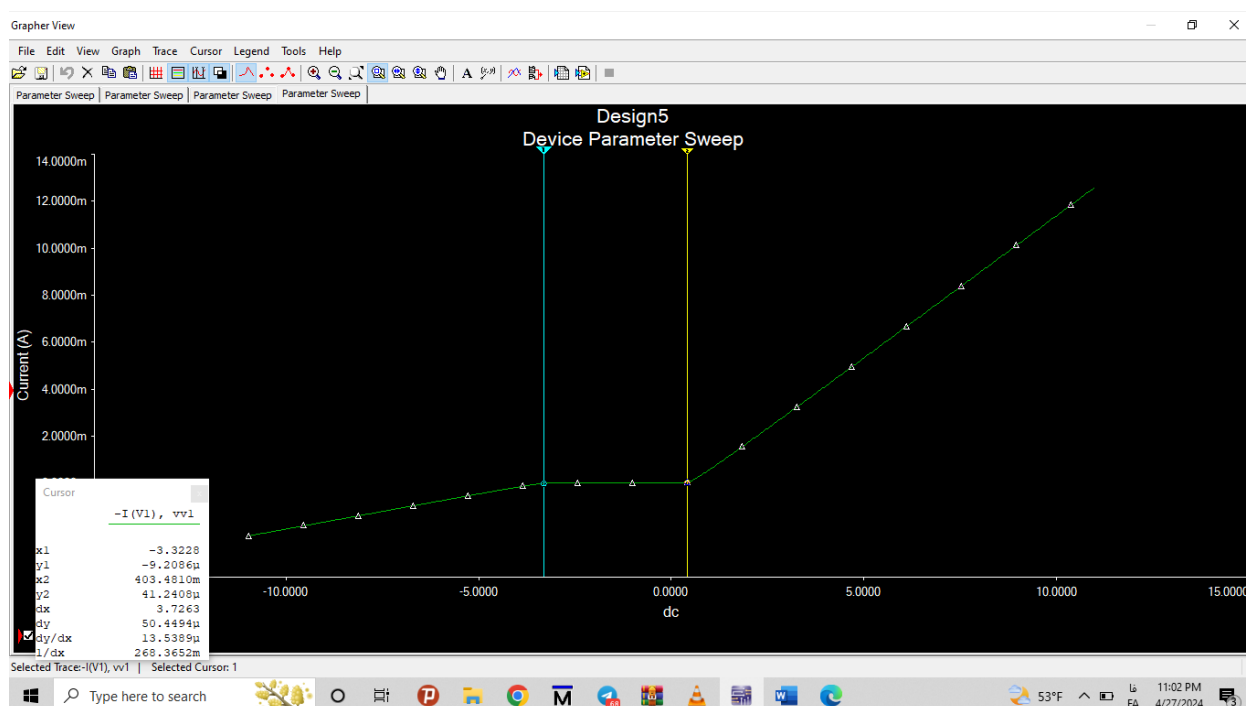
اما در ولتاژ های منفی این دفعه قضیه برعکس است و دیود 1 مانند مدار باز و دیود 2 همانند اتصال کوتاه عمل می کند و تمام جریان از R2 عبور می کند. پس طبق انتظار عکس شیب منحنی جریان ولتاژ به ازای ولتاژ های منفی باید با تقریب خوبی برابر با R2 شود. که عکس 299 میکرو تقریباً برابر 3344 خواهد بود که تقریباً با مقدار R2 برابر است.



می توان گفت که دلیل رخ دادن نقاط شکست، رسیدن ولتاژ دیود ها به آستانه ولتاژ و روشن شدن آنها است. مثلا در ولتاژ های مثبت که دیود 2 همانند مدار باز عمل می کند اما دیود 1 تا قبل از رسیدن به ولتاژ آستانه که در شکل برابر 403 میلی ولت است هنوز روشن نشده است، می بینیم که جریان مقدار صفر را دارد اما به محض گذشتن ولتاژ از مقدار ولتاژ آستانه دیود 1، دیود 1 روشن شده و همانند اتصال کوتاه عمل می کند و جریان با افزایش ولتاژ شروع به زیاد شدن میکند که میزان زیاد شدن آن برابر با عکس مقدار مقاومت R1 است. در ولتاژ های منفی نیز دیود 1 کامل خاموش است و تا ولتاژ های بین 0 تا منفی 332 میلی ولت، دیود 2 نیز خاموش است و جریان عبوری نیز در مدار در این بازه برابر صفر است اما به محض اینکه مقدار ولتاژ از منفی 332 میلی ولت کمتر

می شود، دیود 2 روشن می شود و جریان را در جهت منفی از خود عبور می دهد و مقدار جریان با افزایش مقدار ولتاژ زیاد می شود که میزان زیاد شدن مقدار آن برابر با عکس مقاومت R2 است.

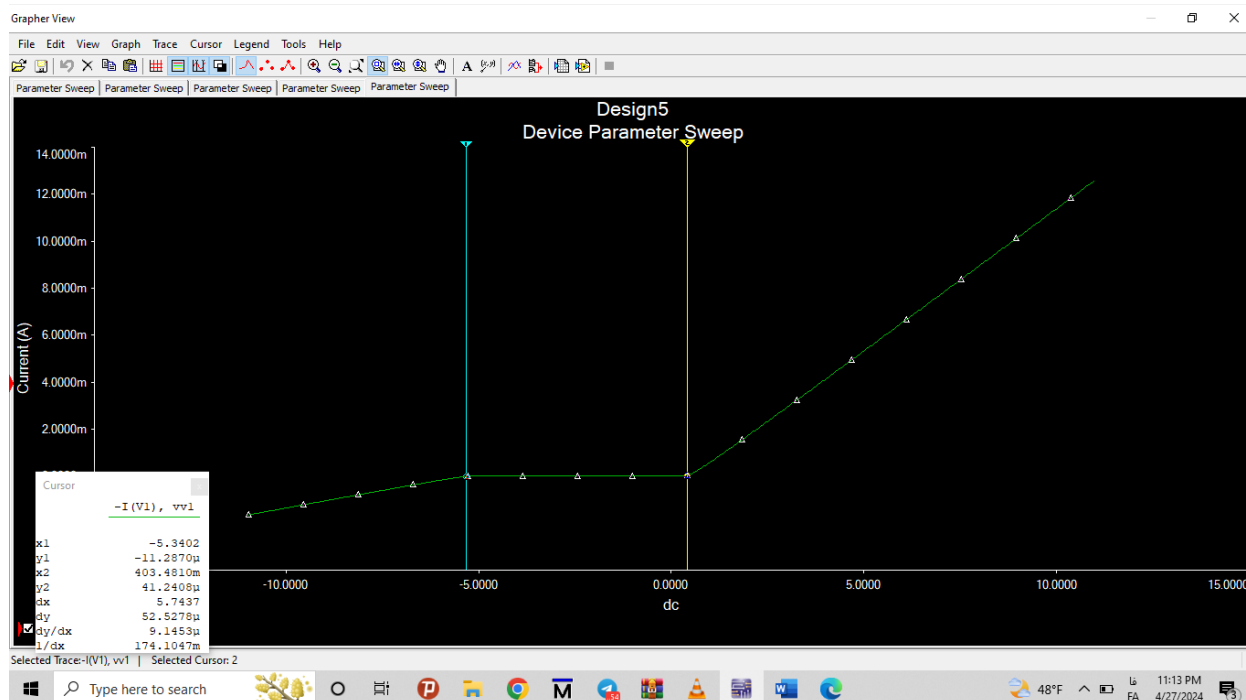
**سوال (4)**



با اضافه کردن منبع ولتاژ 3 ولتی، نمودار قسمت قبل در قسمت منفی به اندازه 3 ولت به سمت چپ حرکت میکند و در واقع به جای اینکه جریان از منفی 332 میلی ولت به قبل عبور کند از منفی 3.322 ولت به قبل عبور میکند که حال با افزایش مقدار منبع ولتاژ، ولتاژ آستانه دیود 2 به همان اندازه زیاد می شود و آستانه ولتاژ برای گذر جریان افزایش می یابد. که این به خاطر اضافه کردن منبع ولتاژ جدید است که البته می توانیم با روابط تعوری و با کمک از kvl نیز این را اثبات کنیم :

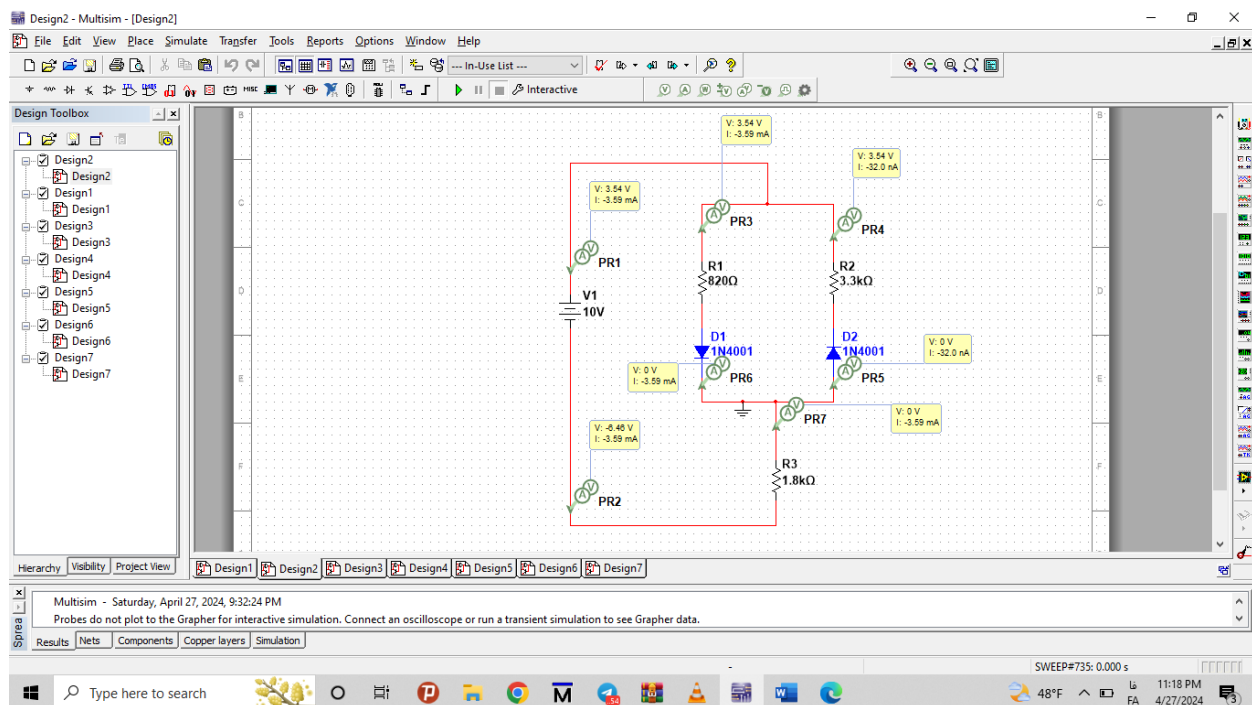
$$V + 3 - iR + 0.332 = 0 \Rightarrow i = (v + 3.332) / R$$

و مشاهده می شود که روابط تعوری نیز با نتیجه آزمایش با تقریب خوبی یکسان بود. حال با افزایش مقدار ولتاژ منبع ولتاژ جدید می توانیم شاهد این باشیم که ولتاژ آستانه دیود 2 در حال زیاد شدن است.



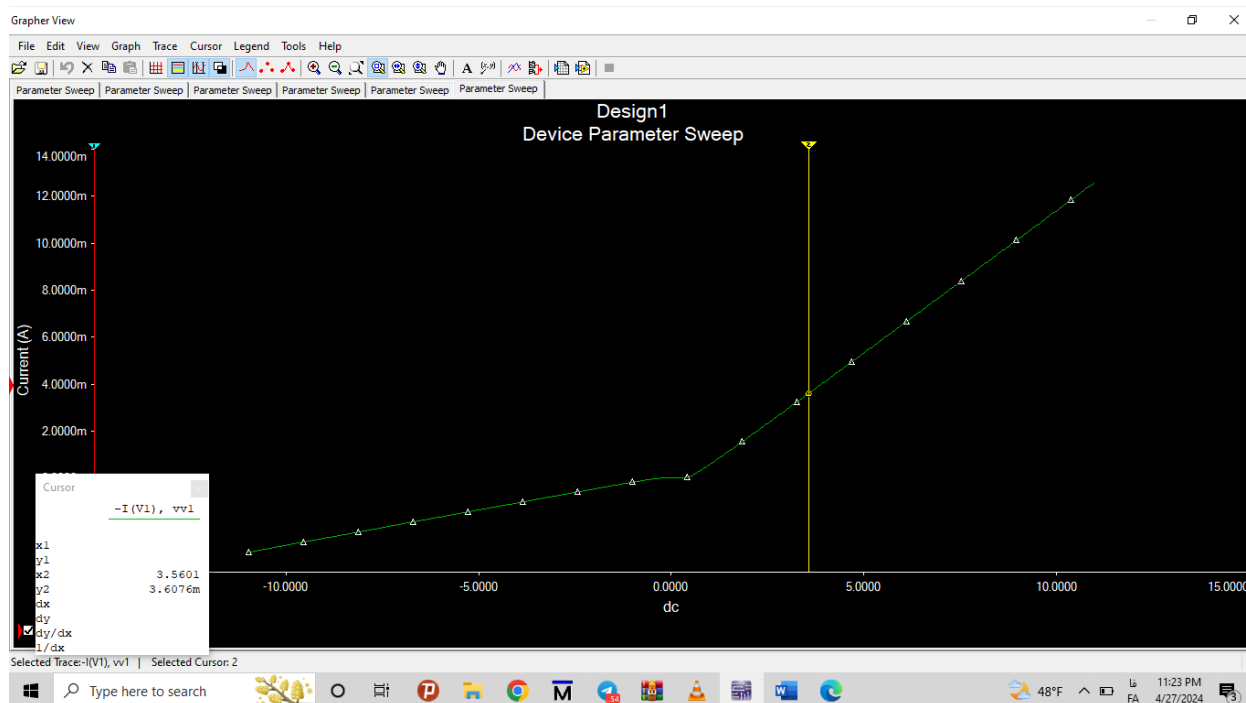
مشاهده می کنیم که اگر مقدار منبع ولتاژ را برابر 5 ولت قرار دهیم، ولتاژ آستانه دیود 1 همان 403 میلی ولت است که قبلاً هم بود اما مقدار ولتاژ آستانه دیود 2 دقیقاً به اندازه ی 5 ولت زیاد شده و از منفی 332 میلی ولت به منفی 5.340 میلی ولت رسیده است که تا ولتاژ های قبل آن، دیود 2 هنوز روشن نشده و خاموش است و جریان برقرار در مدار برابر صفر است. در واقع ما با اینکار داریم ولتاژ آستانه دیود 2 را افزایش می دهیم که دلیل آن را نیز با رابطه ی  $kV_I$  و به صورت شهودی توضیح دادیم.

**سوال (5)**



ابتدا مدار را می بندیم و با استفاده از سر پروب ها مشاهده می کنیم که نقطه کار مدار یعنی در نقطه ای از مختصات جریان ولتاژ که مدار در آن نقطه در حال کار کردن است برابر جریان 3.59 میلی امپر و ولتاژ 3.54 ولت است که حال می خواهیم بررسی کنیم که آیا این نقطه در نمودار جریان ولتاژی که برای سوال اول به دست آوردیم نیز صدق می کند یا نه؟

البته می دانیم که باید صدق بکند ولی باز آن را بررسی می کنیم :

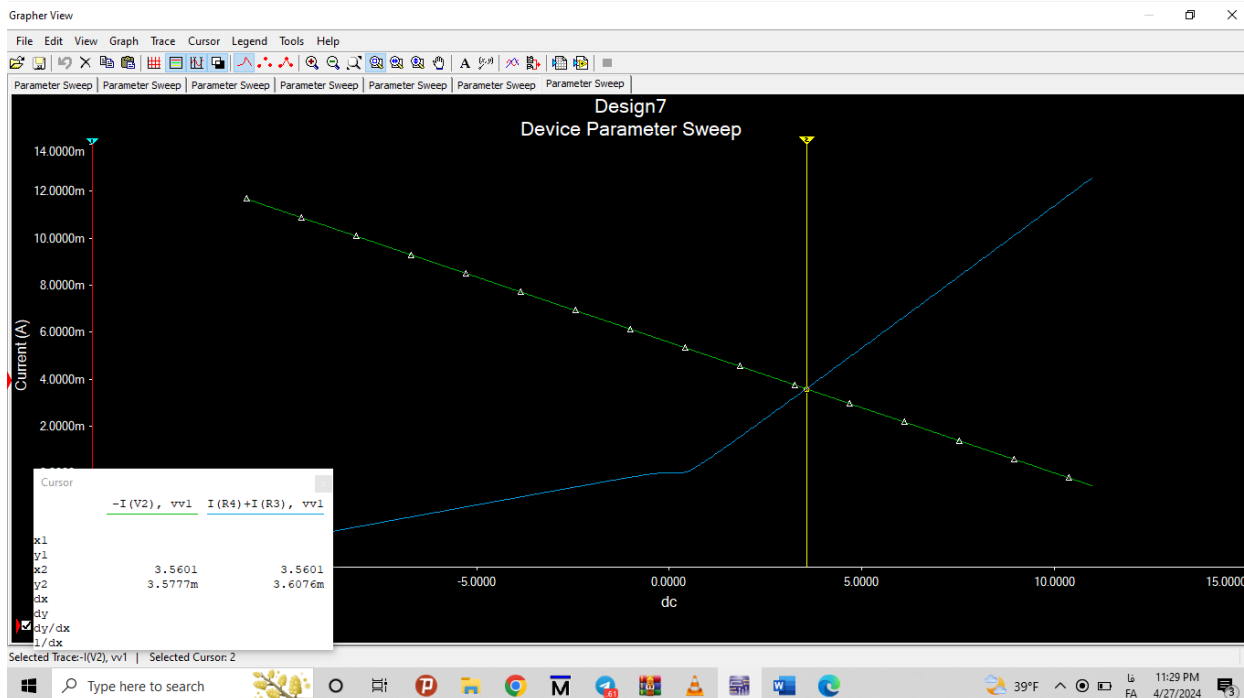


که مشاهده می کنیم که نقطه ای با مختصاتای که ذکر کردیم در منحنی جریان بر حسب ولتاژ مدار سوال اول صدق می کند که همین را نیز انتظار داشتیم.

## سوال (6)

حال می خواهیم نقطه کار مدار را با روش دیگری و توسط خود نرم افزار به دست آوریم که برای اینکار باید طبق دستور کار منحنی جریان-ولتاژ عنصر غیرخطی را به همراه خط بار مدار قبلی به کمک نرم افزار روی هم رسم می کنیم. محل تقاطع منحنی و خط بار در واقع همان نقطه کار مقاومت غیرخطی در این مدار می باشد. پس اینکار را انجام می دهیم و به نمودار زیر می رسیم و نقطه تقاطع را می بینیم:





مشاهده می کنیم که نقطه تقاطع این نمودار که نقطه کار را به ما نشان می دهد برابر است با جریان 3.577 میلی امپر و ولتاژ 3.56 ولت.

### سوال (7)

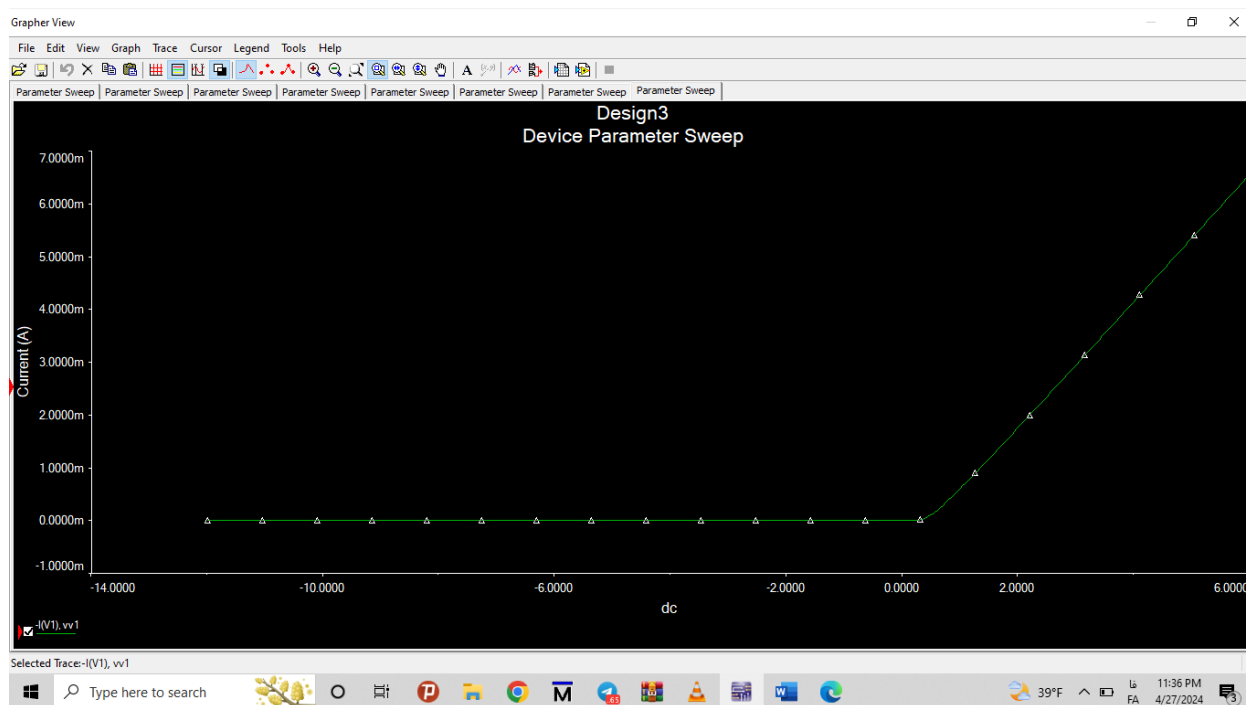
بله. به مختصات تقریباً یکسانی رسیدیم. یعنی با دو روش مختلف مقدار نقطه کار را به دست آوردیم و دیدیم که این دو مقدار با تقریب خیلی خوبی باهم برابر شدند :

نقطه کار به دست آمده در روش اول : جریان 3.59 میلی امپر و ولتاژ 3.54 ولت.

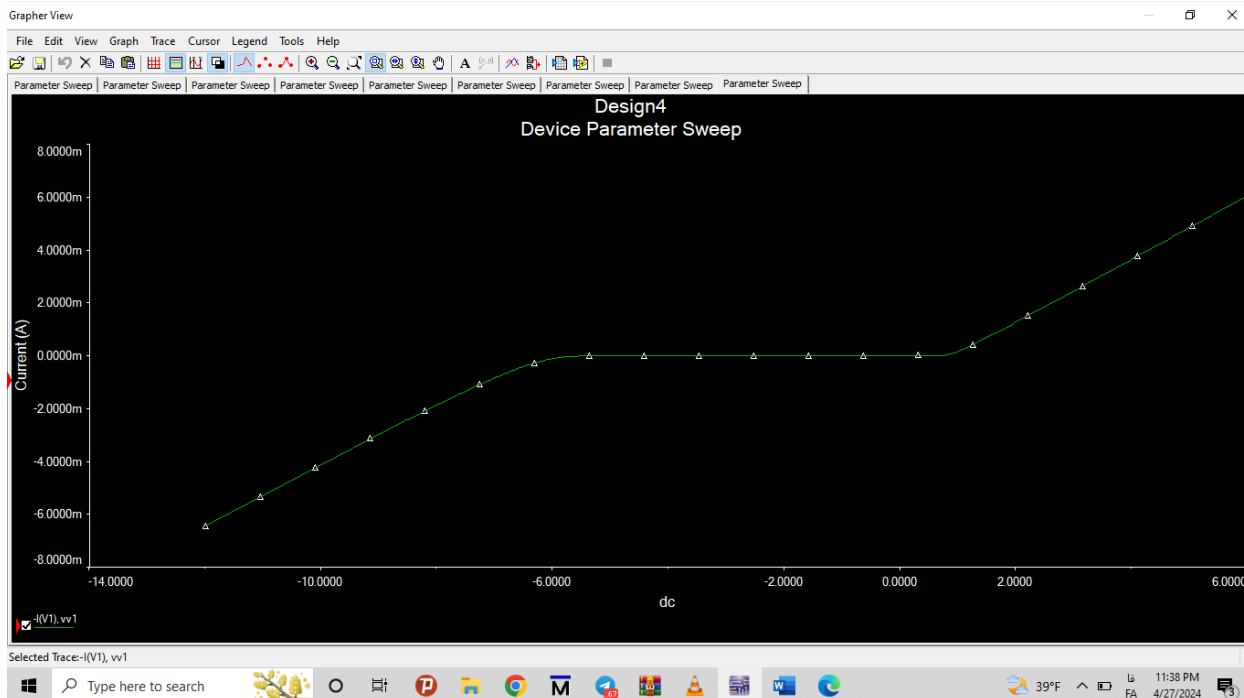
نقطه کار به دست آمده در روش دوم: جریان 3.577 میلی امپر و ولتاژ 3.56 ولت.

## سوال (8)

ابتدا مدار اول که دیود معمولی دارد را می بندیم و با نرم افزار منحنی جریان بر حسب ولتاژ آن را در بازه منفی 12 تا 6 ولت به دست می آوریم:



سپس مدار دوم که شامل دیود زهر است را می بندیم و نمودار جریان ولتاژ آن را در بازه منفی 12 تا 6 ولت هم رسم می کنیم :



در واقع دیود معمولی به گونه ای است که در ولتاژ های منفی کاملاً به صورت مدار باز عمل می کند و جریانی از خود عبور نمی دهد اما در ولتاژ های مثبت تا قبل از ولتاژ آستانه ی خود خاموش است و پس از آن روشن می شود و اتصال کوتاه می شود و تمام جریان را از خود عبور می دهد. پس از آنجایی که دیود معمولی تنها جریان را در یک جهت از خود عبور می دهد، پس تنها یک نقطه شکست در نمودار آن قابل مشاهده است. اما دیود زنر اینطور نیست و خاصیت آن به گونه ای است که جریان را در هر دو جهت از خود عبور می دهد و باعث شده است که نمودار آن دارای دو نقطه ی شکست باشد که یکی در ولتاژ های مثبت و دیگری در ولتاژ های منفی است.

در واقع دیود زنر در ولتاژ های مثبت تا قبل از ولتاژ آستانه خود خاموش است و بعد از آن روشن می شود و جریان را از خود عبور می دهد اما در ولتاژ های منفی در ولتاژ های 6.8- ولت به قبل دیود زنر بر خلاف دیود معمولی روشن می شود اما اینبار جریان را در جهت منفی از خود عبور

می دهد. به همین دلیل است که سر نمودار در سمت چپ به سمت پایین است که نشان دهنده ی جریان منفی میباشد و سر آن در سمت راست به سمت بالا است که نشان دهنده ی جریان مثبت میباشد.