

بررسی مشخصه های الکتریکی و تحلیل حساسیت در ترانزیستور اثر میدان نانو لوله بدون پیوند

محمد معظمانی^۱، زهرا آهانگری^۱

گروه الکترونیک، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهری

Moazamani.m@gmail.com

z.ahangari@iausr.ac.ir

چکیده

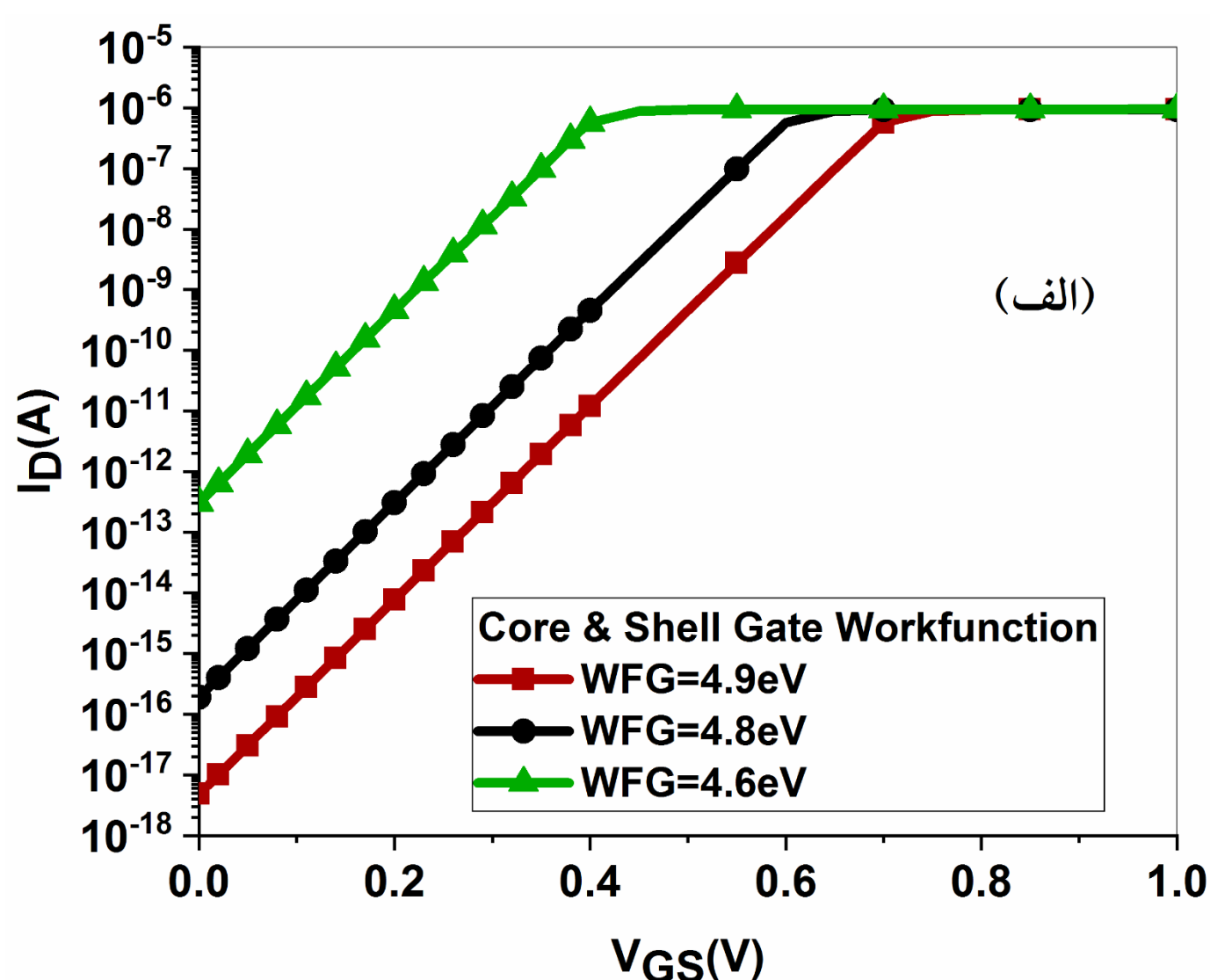
در این مقاله مشخصه های الکتریکی ترانزیستور نانولوله بدون پیوند سیلیسیومی (دارای گیت داخلی و خارجی) مورد شبیه سازی و مطالعه قرار گرفته است. به دلیل افزایش کنترل گیت بر کانال، این افزاره دارای جریان حالت خاموش پایینتر و عملکرد بهتری نسبت به ساختار بدون پیوند نانوسیم با یک گیت خارجی می باشد. اثر متغیرهای ساختاری و فیزیکی بر عملکرد افزاره مورد بررسی قرار گرفته است و با محاسبه انحراف معیار و میانگین جریان حالت خاموش، جریان حالت روشن و ولتاژ آستانه، حساسیت مشخصه های الکتریکی نسبت به پارامترهای ساختاری و فیزیکی افزاره تبیین گردیده است. نتایج نشان می دهند که تابع کار گیت و آلایش کانال از مهمترین متغیرهای ساختاری افزاره هستند و لازم است مقدار بهینه ای برای آنها تعیین گردد.

نتایج و بحث

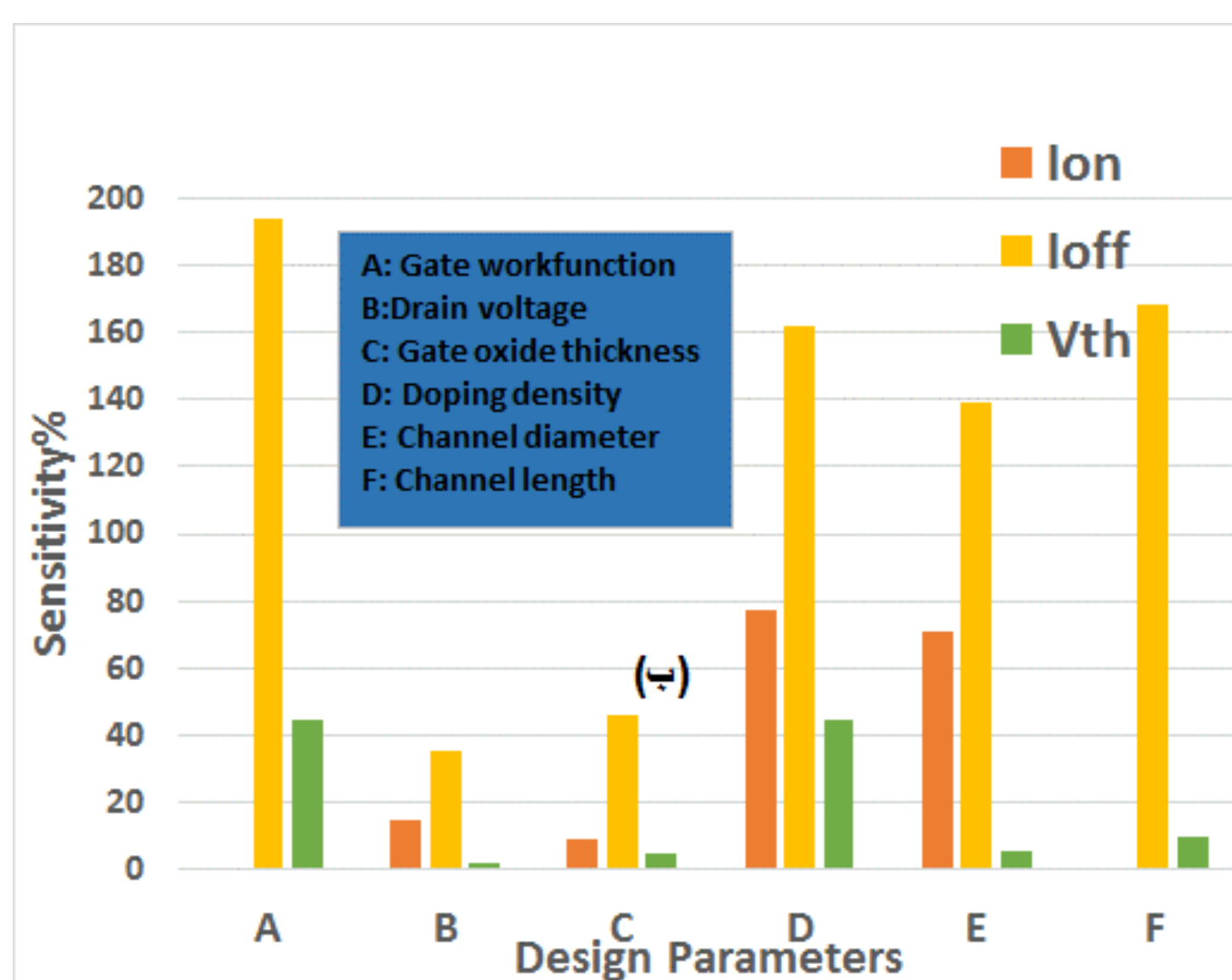
□ تابع کار گیت، آلایش کانال و قطر نانوسیم نقش بسیار مهمی در جریان حالت خاموش افزاره دارند که لازم است مقدار بهینه ای برای این پارامترها تعیین گردد..

□ پایین بودن حساسیت جریان حالت خاموش به ولتاژ درین بکارگیری افزاره در ابعاد نانو را تسهیل میکند.

□ آلایش کانال میزان حاملهای شرکت کننده در جریان افزاره را تعیین می نماید. همچنین، قطر نانولوله بر میزان عرض ناحیه تخلیه شده در کانال و تراکم حاملهای شرکت کننده در جریان نقش دارد.



اثر تابع کار گیت بر مشخصه الکتریکی



نمودار حساسیت مشخصه های الکتریکی بر حسب پارامترهای ساختاری

نتیجه گیری

❖ در این مقاله عملکرد ترانزیستور نانولوله بدون پیوند مورد بررسی قرار گرفت. براساس نتایج شبیه سازی، به دلیل افزایش کنترل گیت در افزاره نانولوله نسبت به افزاره نانوسیم، این افزاره گزینه مناسبی برای کاربرد در ابعاد نانو می باشد. تابع کار گیت و آلایش کانال نقش مهمی در عملکرد افزاره دارند و لازم است مقدار بهینه ای برای آنها تعیین گردد.

مراجع

1. He, J., Zhang, X., Chan, M., Wu, W., Zhao, W., Wang, W., He, P. and Song, L., 2016. A Physics Based Analytic Model for Gate All Around MOSFETs with SiO₂-Core Si-Shell Architecture. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 13(8), pp.4866-4871.

مقدمه

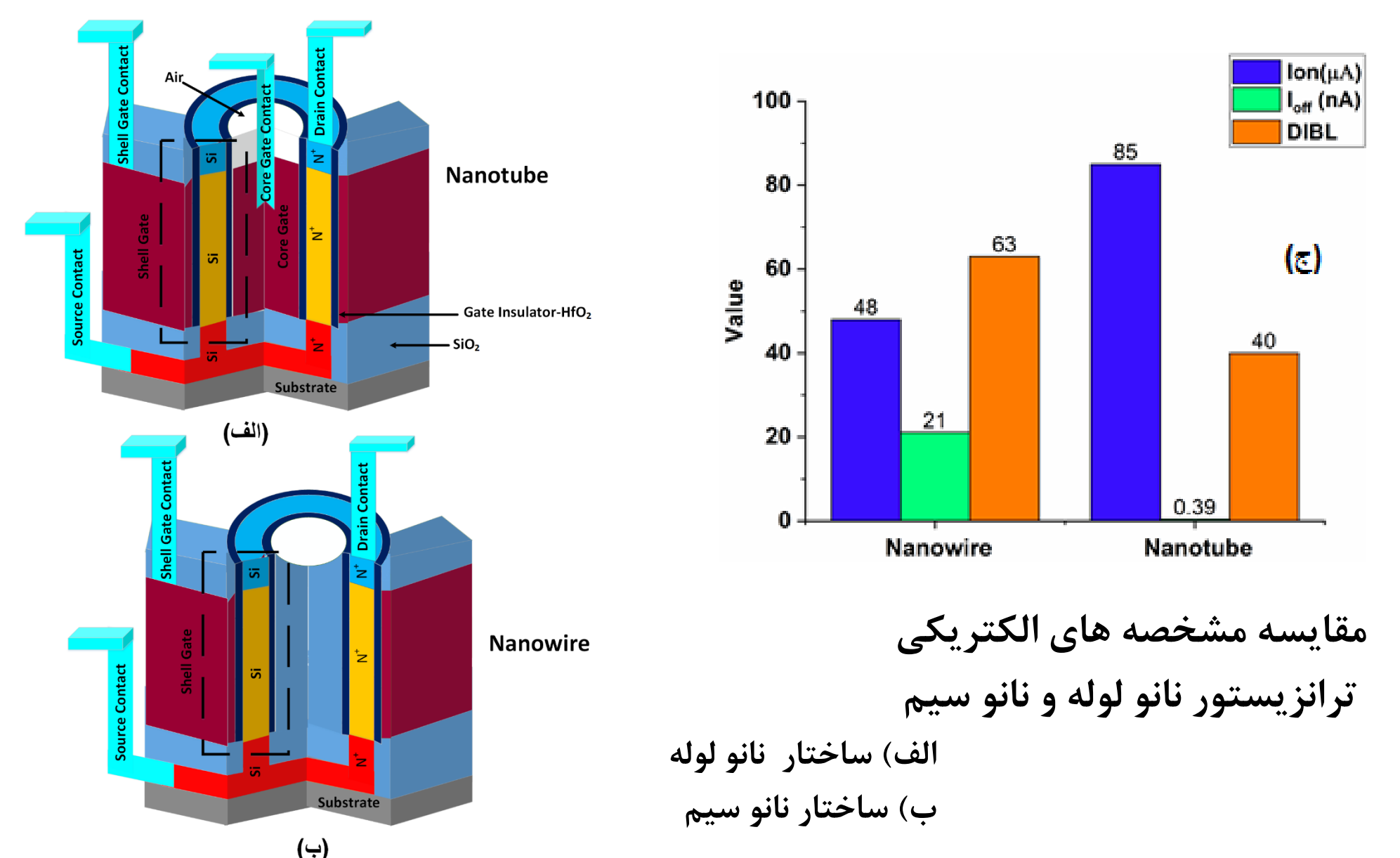
□ در این تحقیق از هر دو مزایای ترانزیستور بدون پیوند و ترانزیستور نانولوله استفاده گردیده است و اثر پارامترهای ساختاری و فیزیکی بر عملکرد این افزاره به طور کامل مورد بررسی قرار گرفته است.

□ افزاره های مورد بررسی توسط نرم افزار ATLAS و به صورت سه بعدی مورد مطالعه قرار گرفته است. برای انجام شبیه سازی مدل های زیر در نظر گرفته شده است: ۱- مدل رانش و نفوذ که ساز و کار اصلی جریان در ترانزیستور اثر میدانی است. ۲- مدل مربوط به اثر میدان الکتریکی گیت و درین بر قابلیت حرکت حاملها. ۳- مدل مربوط به اثر تراکم ناخالصی بر قابلیت حرکت حاملها. ۴- مدل مربوط به اثر کوانتومی خصوصا وقتی قطر نانوسیم به کمتر از 5nm میرسد. ۵- مدل مربوط به اثر کاهش شکاف انرژی به دلیل افزایش تراکم ناخالصی نیمه هادی.

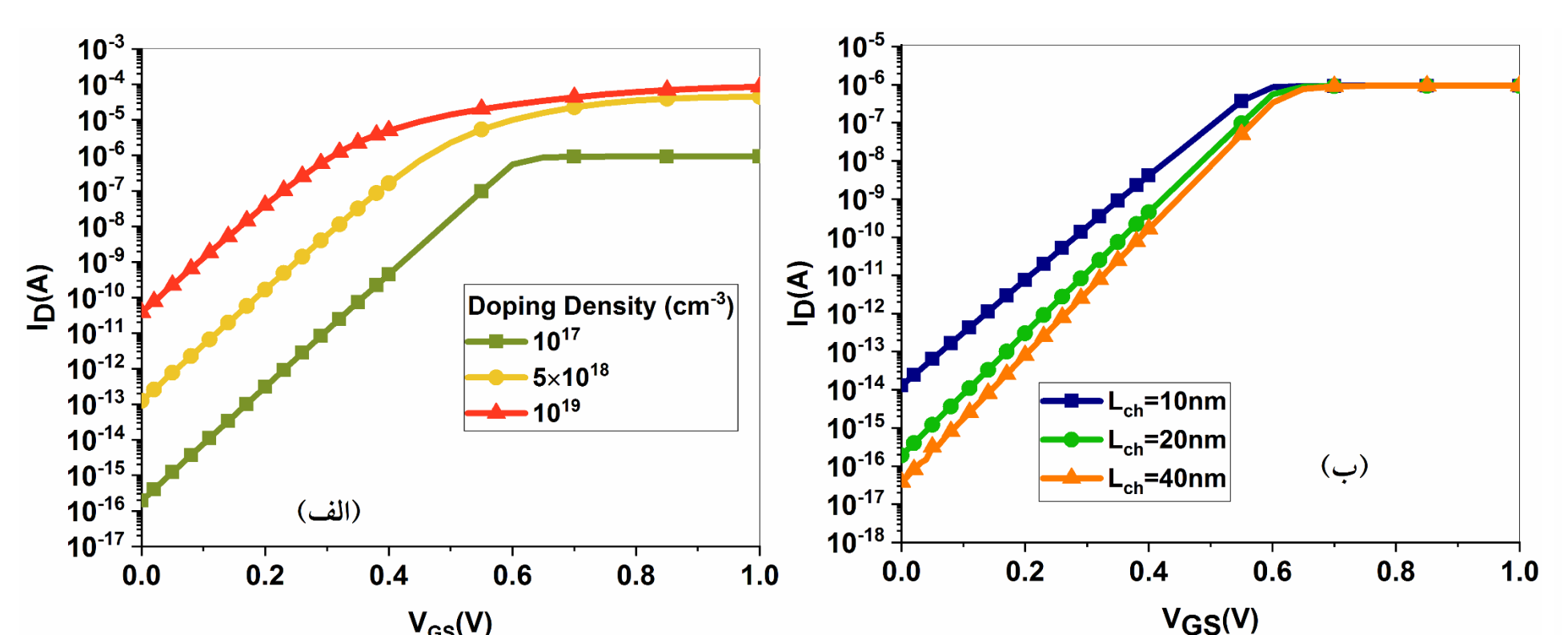
مواد و ابعاد

□ در این افزاره سیلیسیومی، طول کانال برابر ۲۰ نانومتر، آلایش سورس، درین و کانال برابر 10¹⁹cm⁻³، تابع کار گیت برابر 4.8eV و شعاع نانولوله برابر 10nm می باشد. ضخامت عایق گیت برابر 2nm می باشد. عملکرد ترانزیستور اثر میدان نانو لوله بدون پیوند براساس اختلاف تابع کار گیت و کانال می باشد.

□ مشخصه های الکتریکی دو ساختار نانوسیم و نانولوله را به ازای ولتاژ درین برابر V_{DS}=1V مورد مقایسه قرار داده است.



مقایسه مشخصه های الکتریکی ترانزیستور نانو لوله و نانو سیم (الف) ساختار نانو لوله (ب) ساختار نانو سیم



الف) اثر تراکم ناخالصی (ب) اثر طول کانال بر مشخصه الکتریکی ترانزیستور نانو لوله