

## بسمه تعالی

گزارش تکلیف دوم - علیرضا صادقی نسب ۹۷۷۲۳۲۹۹

۱. **جمع‌آوری مجموعه داده:** مجموعه‌های داده‌ای که در این تمرین استفاده شده‌اند، همگی از سایت اسنپ دانشگاه استنفورد<sup>۱</sup> دانلود شده‌اند. مجموعه داده‌های دانلود شده برای شبکه اجتماعی فیس‌بوک و مقاله‌های فیزیک می‌باشد. برای بخش گراف مصنوعی، یک گراف مشابه گراف زنجیره غذایی دانشگاه پرتلند<sup>۲</sup> ساخته شده است.
۲. **محاسبه متریک‌های گراف:** برای محاسبات برخی خواص گراف، از کتابخانه نتورک‌ایکس<sup>۳</sup> استفاده شده است. شما می‌توانید کد برنامه و همچنین فایل مجموعه داده‌ها را در آدرس گیت‌هاب<sup>۴</sup> مشاهده کنید.
- i. **شبکه فیس‌بوک:** برای شبکه فیس‌بوک مقادیر زیر به دست آمده است:

تعداد گره‌ها	۴۰۳۹
تعداد یال‌ها	۸۸۲۳۴
میانگین درجه‌ها	۴۳,۶۹۱۰
چگالی گراف	۰,۰۱۰۸
ضریب خوشه‌بندی ۱	۰,۵۱۹۱
ضریب خوشه‌بندی ۲	۰,۶۰۵۵
قطر	۸
میانگین کوتاه‌ترین مسیر	۳,۶۹۲۵
همبستگی درجه	۰,۱
مرکزیت بر حسب درجه	گره ۱۰۷ با عدد ۰,۲۵۸۷ گره ۱۶۸۴ با عدد ۰,۱۹۶۱ گره ۱۹۱۲ با عدد ۰,۱۸۶۹ گره ۳۴۳۷ با عدد ۰,۱۳۵۴ گره صفر با عدد ۰,۰۸۵۹ مرکزیت با فرمول فریمن: ۰,۹۵۹۱۰
مرکزیت بر حسب نزدیکی	گره ۱۰۷ با عدد ۰,۴۵۹۷ گره ۵۸ با عدد ۰,۳۹۷۴ گره ۴۲۸ با عدد ۰,۳۹۴۸ گره ۵۶۳ با عدد ۰,۳۹۴۰ گره ۱۶۸۴ با عدد ۰,۳۹۳۶

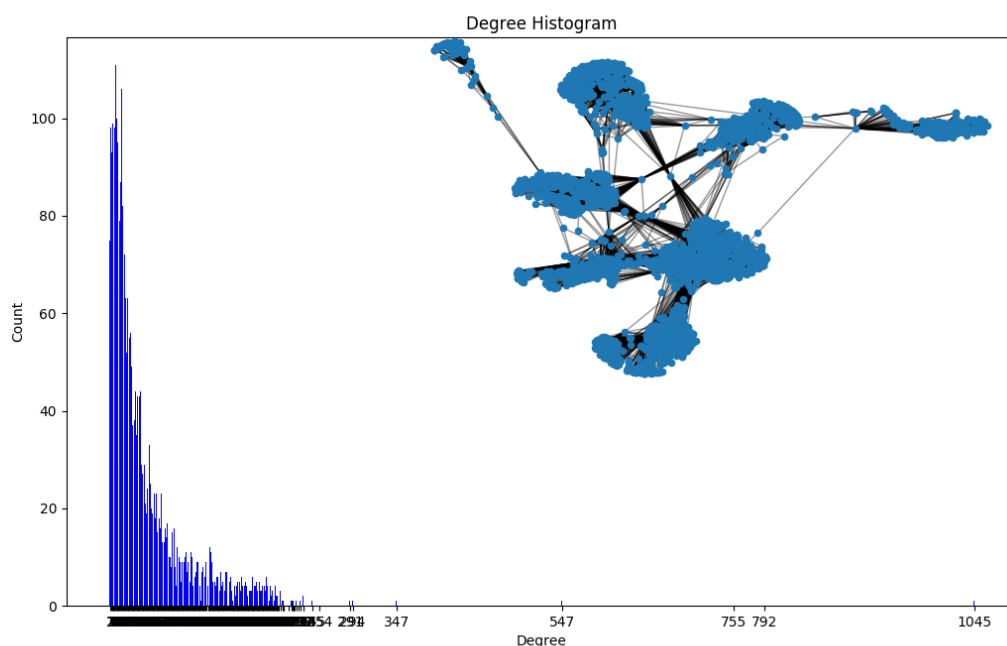
<sup>۱</sup>Stanford Network Analysis Project: <https://snap.stanford.edu>

<sup>۲</sup>Portland State University: <http://web.cecs.pdx.edu/~mm/ExploringComplexityFall2009/pdfslides/Networks.pdf>

<sup>۳</sup>NetworkX: <https://networkx.github.io>

<sup>۴</sup><https://github.com/AlirezaSN/Graph-Homework>

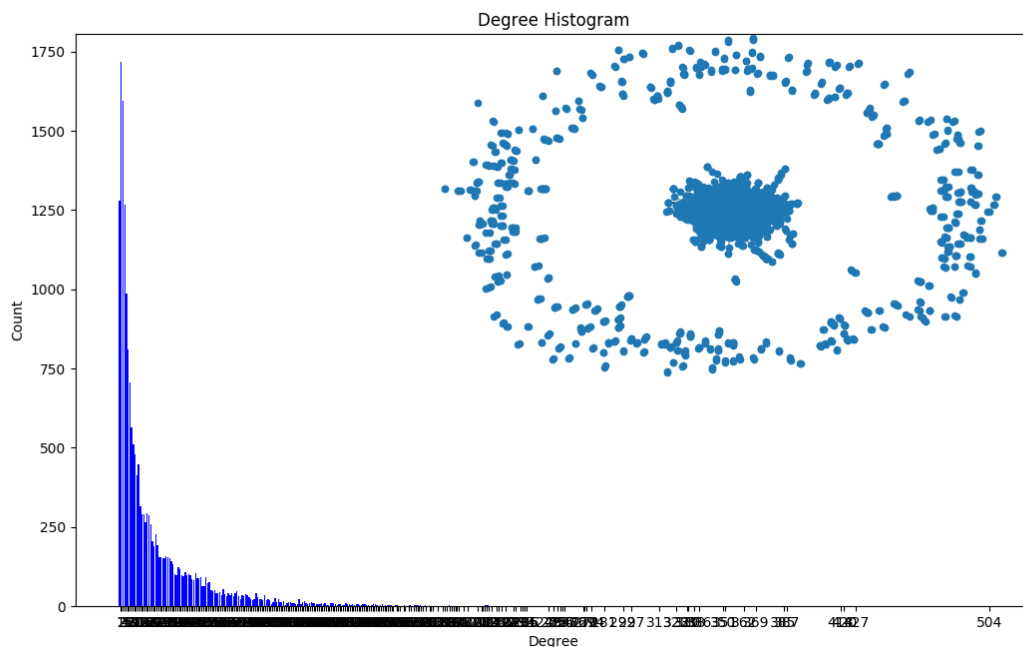
مرکزیت با فرمول فریمن: ۰,۶۵۲۱	
گره ۱۰۷ با عدد ۰,۴۸۰۵ گره ۱۶۸۴ با عدد ۰,۳۳۷۷ گره ۳۴۳۷ با عدد ۰,۲۳۶۱ گره ۱۹۱۲ با عدد ۰,۲۲۹۲ گره ۱۰۸۵ با عدد ۰,۱۴۹۰ مرکزیت با فرمول فریمن: ۰,۹۹۸۶	مرکزیت بر حسب بینابینی



ii. شبکه مقاله‌های فیزیک: برای شبکه مقاله‌های فیزیک، مقادیر زیر به دست آمده است:

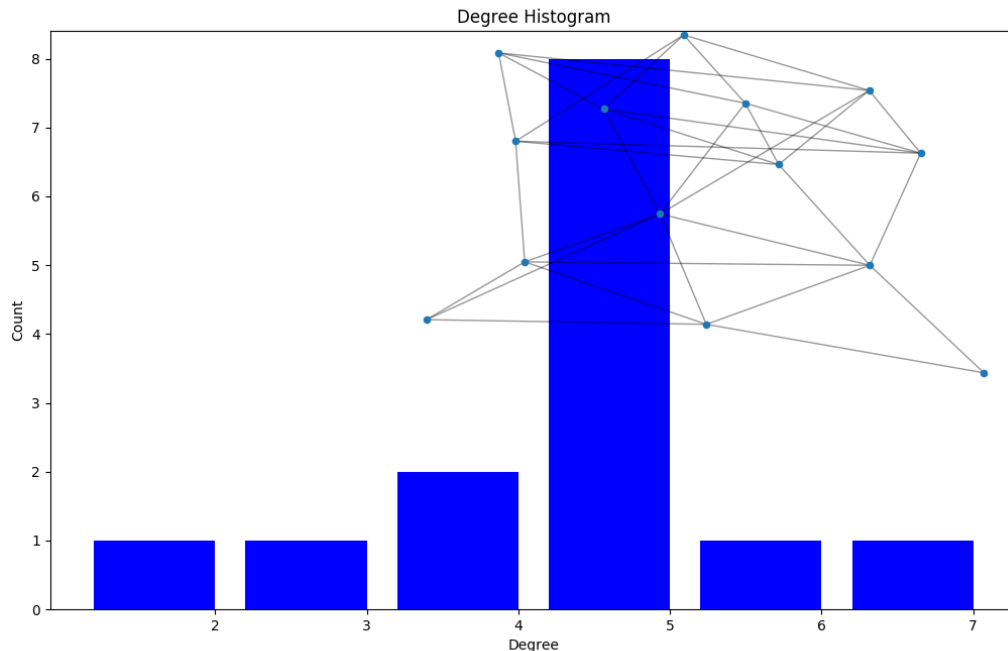
۱۸۷۷۲	تعداد گره‌ها
۱۹۸۱۱۰	تعداد یال‌ها
۲۱,۱۰۶۹	میانگین درجه‌ها
۰,۰۰۱۱	چگالی گراف
۰,۳۱۸۰	ضریب خوشه‌بندی ۱
۰,۶۳۰۵	ضریب خوشه‌بندی ۲
۱۴	قطر
۱,۰۶۱	میانگین کوتاه‌ترین مسیر
۰,۲	همبستگی درجه
گره ۵۳۲۱۳ با عدد ۰,۰۲۶۸	مرکزیت بر حسب درجه

گره ۳۵۲۹۰ با عدد ۰,۰۲۲۷ گره ۳۸۱۰۹ با عدد ۰,۰۲۲۳ گره ۶۲۸۲۱ با عدد ۰,۰۲۲۲ گره ۹۳۵۰۴ با عدد ۰,۰۲۰۶ مرکزیت با فرمول فریمن: ۰,۹۶۰۱	
گره ۶۲۸۲۱ با عدد ۰,۳۳۳۶ گره ۵۳۲۱۳ با عدد ۰,۳۳۲۵ گره ۱۰۸۶ با عدد ۰,۳۳۱۶ گره ۹۲۷۹۰ با عدد ۰,۳۳۱۲ گره ۳۵۲۹۰ با عدد ۰,۳۳۱۱ مرکزیت با فرمول فریمن: ۰,۳۳۵۵	مرکزیت بر حسب نزدیکی
گره ۱۰۸۶ با عدد ۰,۰۲۴۱ گره ۱۱۱۱۶۱ با عدد ۰,۰۱۲۲ گره ۸۵۱۷۶ با عدد ۰,۰۱۱۶ گره ۴۶۳۶ با عدد ۰,۰۱۱۱ گره ۳۵۲۹۰ با عدد ۰,۰۱۰۱ مرکزیت با فرمول فریمن: ۰,۹۹۳۶	مرکزیت بر حسب بینابینی



iii. شبکه زنجیره غذایی: برای شبکه زنجیره غذایی مقادیر زیر به دست آمده است:

۱۴	تعداد گره‌ها
۳۳	تعداد یال‌ها
۴,۷۱۴۲	میانگین درجه‌ها
۰,۳۶۳۶	چگالی گراف
۰,۱۸۱۸	ضریب خوشه‌بندی ۱
۰,۲۵۷۴	ضریب خوشه‌بندی ۲
۴	قطر
۱,۸۱۳۱	میانگین کوتاه‌ترین مسیر
-۰,۱	همبستگی درجه
<p>پرنده حشره‌خوار با عدد ۰,۵۳۸۴</p> <p>مار با عدد ۰,۴۶۱۵</p> <p>روباه با عدد ۰,۳۸۴۶</p> <p>جغد با عدد ۰,۳۸۴۶</p> <p>شاهین با عدد ۰,۳۸۴۶</p> <p>مرکزیت با فرمول فریمن: ۰,۴۵۷۱</p>	مرکزیت بر حسب درجه
<p>مرغ حشره‌خوار با عدد ۰,۶۸۴۲</p> <p>حشره گیاهخوار با عدد ۰,۶۱۹۰</p> <p>روباه با عدد ۰,۵۹۰۹</p> <p>جغد با عدد ۰,۵۹۰۹</p> <p>شاهین با عدد ۰,۵۹۰۹</p> <p>مرکزیت با فرمول فریمن: ۰,۴۴۲۸</p>	مرکزیت بر حسب نزدیکی
<p>مرغ حشره‌خوار با عدد ۰,۲۲۸۵</p> <p>مار با عدد ۰,۱۵۴۵</p> <p>گیاه با عدد ۰,۰۸۶۳</p> <p>حشره گیاهخوار با عدد ۰,۰۷۸۹</p> <p>روباه با عدد ۰,۰۶۲۸</p> <p>مرکزیت با فرمول فریمن: ۰,۷۰۳۴</p>	مرکزیت بر حسب بینابینی



همچنین شما می‌توانید با مراجعه به آدرس داده شده، این مقادیر را مشاهده نمایید.

### ۳. بررسی در مورد مقادیر به دست آمده در قسمت قبل:

- i. هر دو گراف فیس‌بوک و مقاله‌های فیزیک، خصلت جهان کوچک را دارا هستند.
- ii. گراف فیس‌بوک همبند بود که نشان از ارتباطات شبکه‌های اجتماعی دارد ولی گراف مقاله‌های فیزیک غیرهمبند بود (۲۹۰ مولفه همبندی دارد).
- iii. در مورد علت جزیره‌ای بودن گراف مقاله‌های فیزیک می‌توان گفت که چون عده‌ای از اساتید و دانشجویان همواره با یک مجموعه خاص فعالیت دارند، این رفتار مافیایی! قابل توجیه است.
- iv. علیرغم کم بودن تعداد گره‌ها و یال‌ها در گراف فیس‌بوک، میانگین درجه‌ها در این گراف به طور معناداری از گراف مقاله‌های فیزیک بیشتر است که به این مهم کماکان به خصلت شبکه اجتماعی بودن این گراف باز می‌گردد.
- v. در هر دو گراف به خصوص در شبکه فیس‌بوک، گره‌هایی هستند که در لیست مرکزیت‌ها تکرار می‌شوند که نشان از خاص بودن این گره‌ها دارد؛ برای مثال در شبکه فیس‌بوک می‌توانیم نتیجه بگیریم که به نوعی یک سلبریتی هستند.
- vi. هر دو شبکه فیس‌بوک و مقاله‌های فیزیک به شکل قانون توانی<sup>۵</sup> هستند.
- vii. متأسفانه در مورد شبکه زنجیره غذایی نمی‌توان اظهار نظر کرد چون تعداد گره‌های بسیار کمی دارد.

<sup>۵</sup>Power-law