



دانشگاه صنعتی امیرکبیر
دانشکده مهندسی کامپیوتر و فن آوری اطلاعات

پایان نامه کارشناسی ارشد
در رشته
مهندسی فن آوری اطلاعات - شبکه های کامپیوتری

بررسی اثر الگوریتم های مسطح سازی **GG** و **RNG** در فاز ترمیم روش های مسیریابی جغرافیایی

توسط:
حمید رضا شهبابی

استاد:
دکتر مسعود صباپی

- مقدمه
- طبقه‌بندی پروتکل‌های مسیریابی در شبکه‌های بی‌سیم موردی
- مسیریابی جغرافیایی
 - مسیریابی حریصانه (Greedy) در پروتکل‌های جغرافیایی
 - مشکل مسیریابی حریصانه
 - وجه‌پیمایی در فاز محیطی پروتکل‌های جغرافیایی
 - قاعده Right-Hand Rule
 - مسطح‌سازی گراف‌ها
- گراف‌های GG و RNG
- ارزیابی روش‌های مسطح‌سازی GG و RNG
- نتیجه‌گیری و پژوهش‌های آتی

- تعریف شبکه‌های بی‌سیم
- کاربردهای شبکه‌های بی‌سیم
 - توسعه‌ای
 - دسترسی در حین جابجایی
 - ایجاد شبکه موقتی
- نمونه‌هایی از شبکه‌ها که از تکنولوژی بی‌سیم استفاده می‌کنند:
 - شبکه‌های بی‌سیم موردی (Ad-hoc Wireless Networks)
 - شبکه‌های بی‌سیم سیار (Mobile Wireless Networks)
 - شبکه‌های موردی متحرک (MANET)
 - شبکه‌های میان خودرویی (VANET)
 - شبکه‌های حسگر (Sensor Networks)

طبقه‌بندی روش‌های مسیریابی در شبکه‌های بی‌سیم موردی

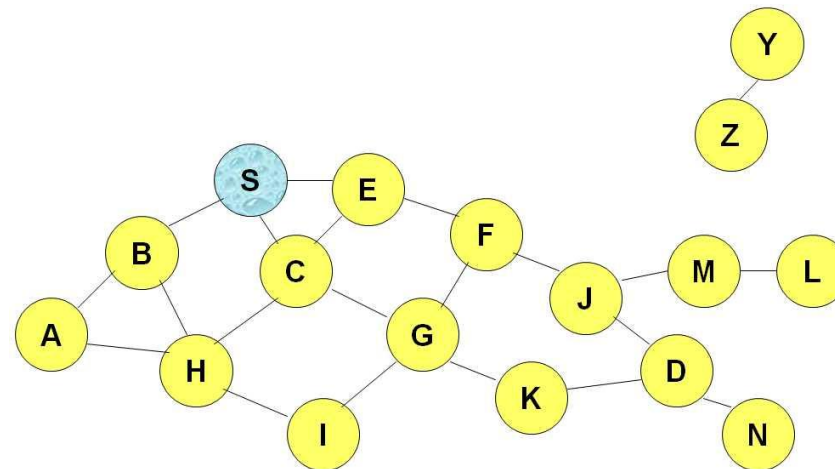
- روش‌های مسیریابی در شبکه‌های بی‌سیم موردی
 - مبتنی بر توپولوژی (Topology-based routing)
 - مبتنی بر موقعیت (Position-based routing or Geographical Routing)
- هر یک از روش‌های فوق را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:
 - پیش‌فعال (Proactive)
 - واکنشی (Reactive)
 - ترکیبی (Hybrid)

طبقه‌بندی پروتکل‌های مسیریابی در شبکه‌های بی‌سیم موردی

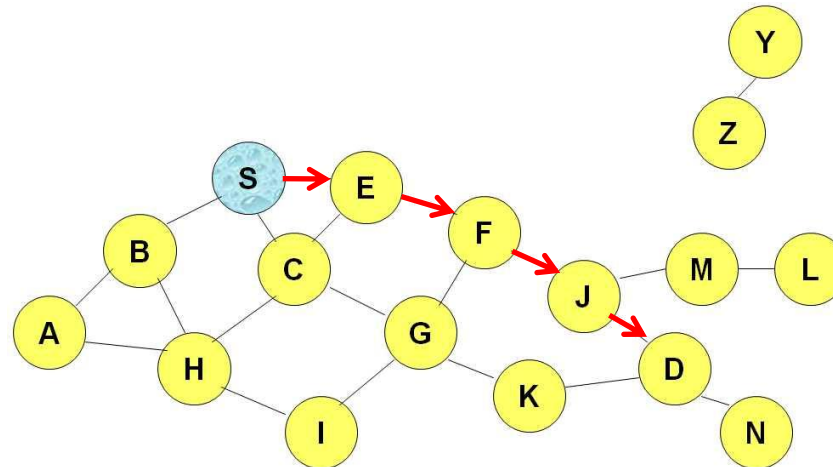
- پروتکل‌های شروع کننده توسط مبدأ (Source-Initiated Protocols)
- پروتکل‌های بر مبنای جدول (Table-driven Protocols)
- پروتکل‌های ترکیبی (Hybrid Protocols)
- پروتکل‌های جغرافیایی (Geographical Protocols)
- پروتکل‌های چندمسیری (Multipath Protocols)
- پروتکل‌های سلسله مراتبی (Hierarchical Protocols)
- پروتکل‌های چندپخشی (Multicast Protocols)
- پروتکل‌های چندپخشی جغرافیایی (Geocast Protocols)

■ مفروضات در روش مسیریابی جغرافیایی:

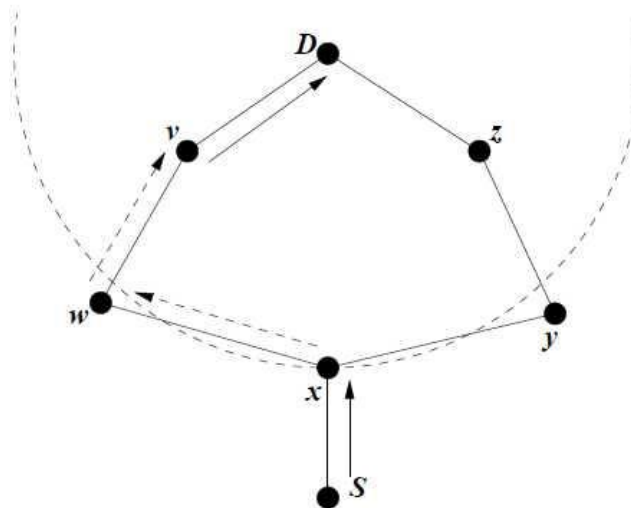
- هر گره از موقعیت جغرافیایی خود در شبکه اطلاع دارد.
- هر گره با تبادل چند پیام کوتاه موقعیت همسایگان خود را دریافت و نگهداری می کند.
- فرستنده از موقعیت جغرافیایی گیرنده را مطلع می باشد (سرویس مکانی).



- ارسال بسته به نزدیکترین همسایه به مقصد
- مسیر طی شده در شکل زیر: $S \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow J \rightarrow D$
- استفاده از مدل Most Forward within R (MFR)

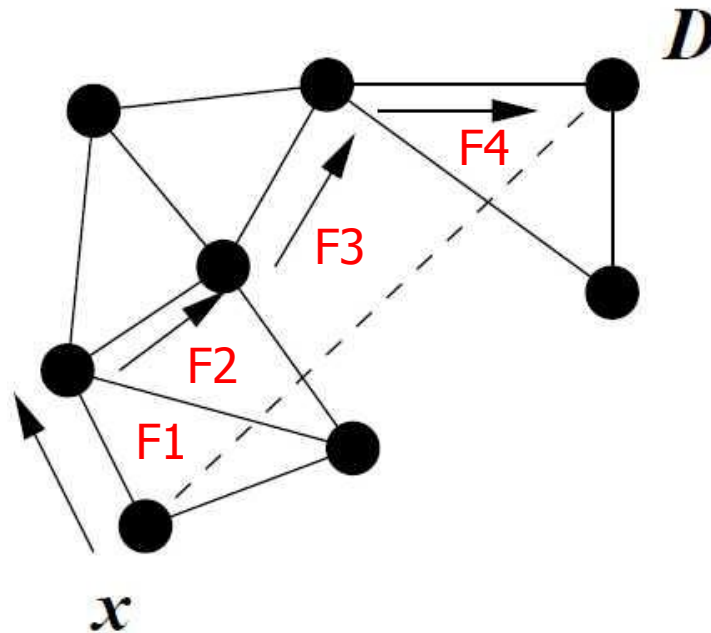


- اشکال مسیریابی حریصانه این است که رسیدن بسته به مقصد را تضمین نمی کند (حتی اگر مسیری از مبدأ به مقصد وجود داشته باشد). گاهی اوقات مسیریابی به روش حریصانه Fail می شود.

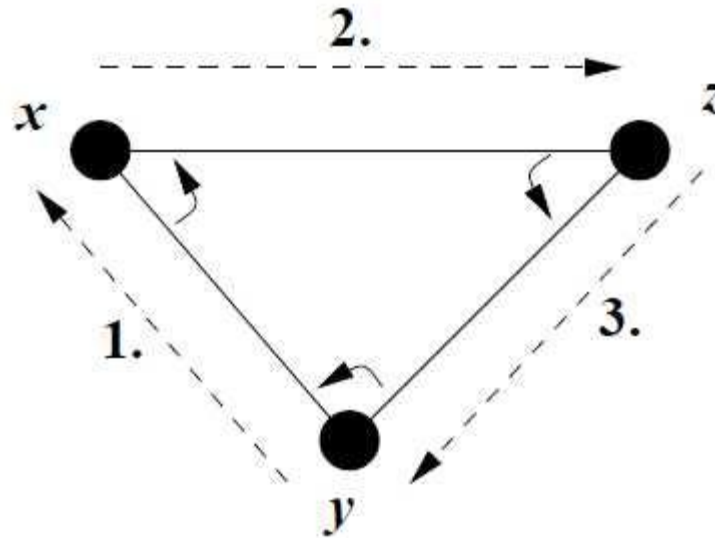


- در این صورت به گره x ، بیشینه محلی گفته می شود.

■ وجه‌پیمایی در یک گراف مسطح با کمک قاعده Right-Hand Rule برای رسیدن به مقصد D از مبدأ x



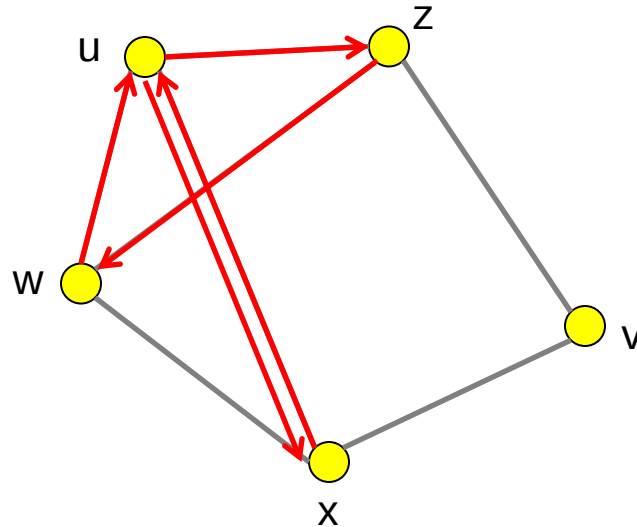
پیمایش یک چند ضلعی بسته: بعد از رسیدن به گره y از گره x ، خلاف جهت عقربه ساعت حرکت کرده و به اولین یالی که برخورد شد، ادامه حرکت داده می‌شود.



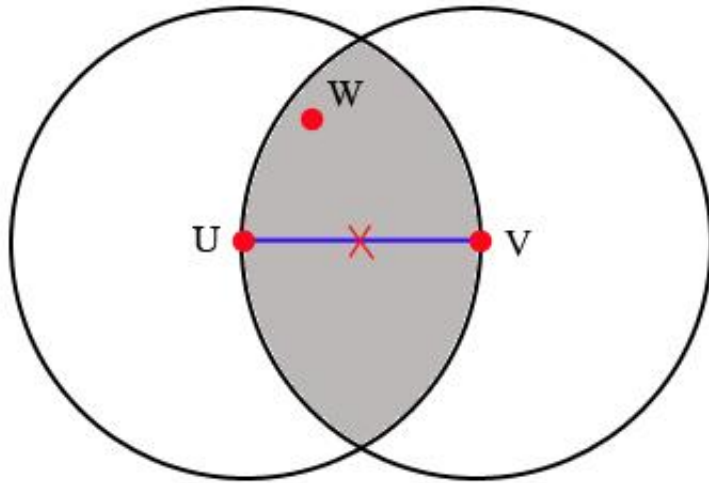
این یک قاعده شناخته شده است که با حرکت به شیوه Right-Hand Rule روی یک چندضلعی بسته (*Face*)، آن چند ضلعی در جهت عقربه ساعت طی خواهد شد. در مثال بالا حرکت بصورت $y \rightarrow x \rightarrow z \rightarrow y$ خواهد بود.

این قاعده زمانی که گراف ما غیرمسطح (Non Planar) باشد دچار مشکل می‌شود. شکل زیر این حالت را نشان می‌دهد. اگر هدف پیمایش وجه $XUZV$ باشد، چنانچه از گره X شروع کرده به گره U برویم مسیری که طی خواهد شد عبارت است از:

$X \rightarrow U \rightarrow Z \rightarrow W \rightarrow U \rightarrow X$

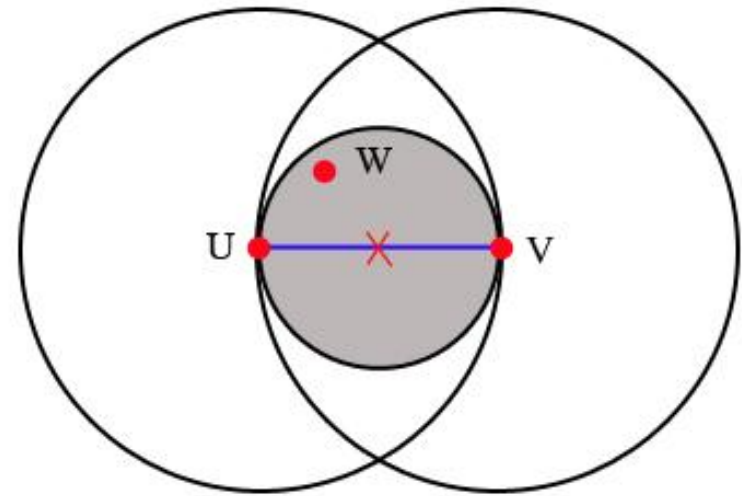


راه حل این است که این گراف را تبدیل به یک گراف مسطح کنیم. به عنوان مثال یال (W, Z) را حذف کنیم. در اینصورت مسیر پیموده شده برابر: $X \rightarrow U \rightarrow Z \rightarrow V \rightarrow X$ خواهد بود که بدین ترتیب کل وجه مورد نظر پیموده شد.



$$\forall w \neq u, v: d(u, v) \leq \max [d(u, w), d(v, w)]$$

روش RNG

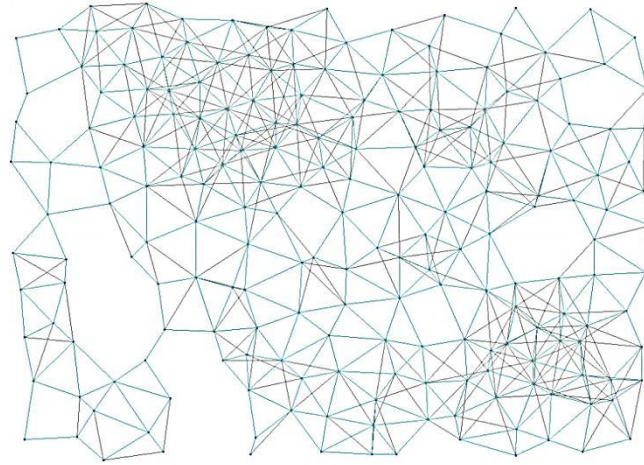


$$\forall w \neq u, v: d^2(u, v) \leq [d^2(u, w) + d^2(v, w)]$$

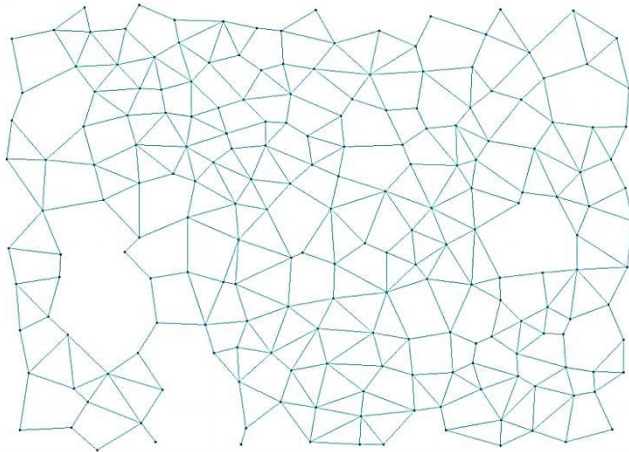
روش GG

نتیجه: $RNG \subseteq GG$

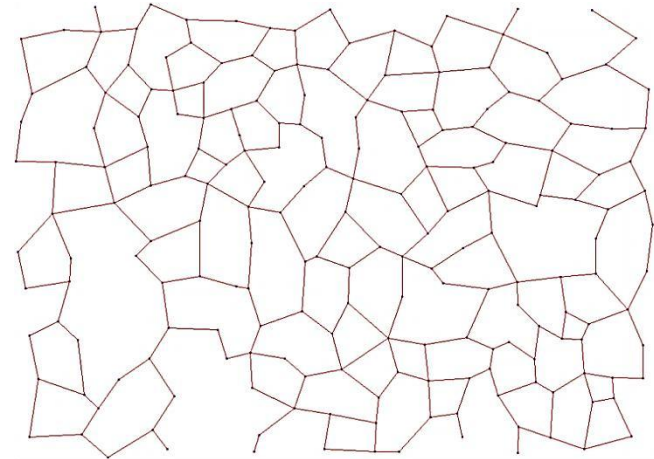
مثالی از گراف مسطح شده با روش‌های GG و RNG



گراف اصلی



گراف GG

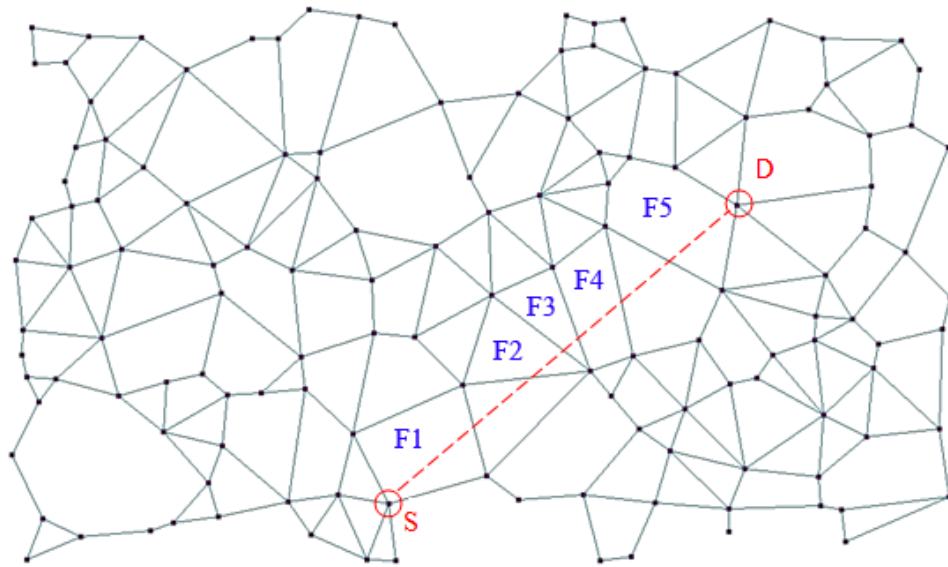


گراف RNG

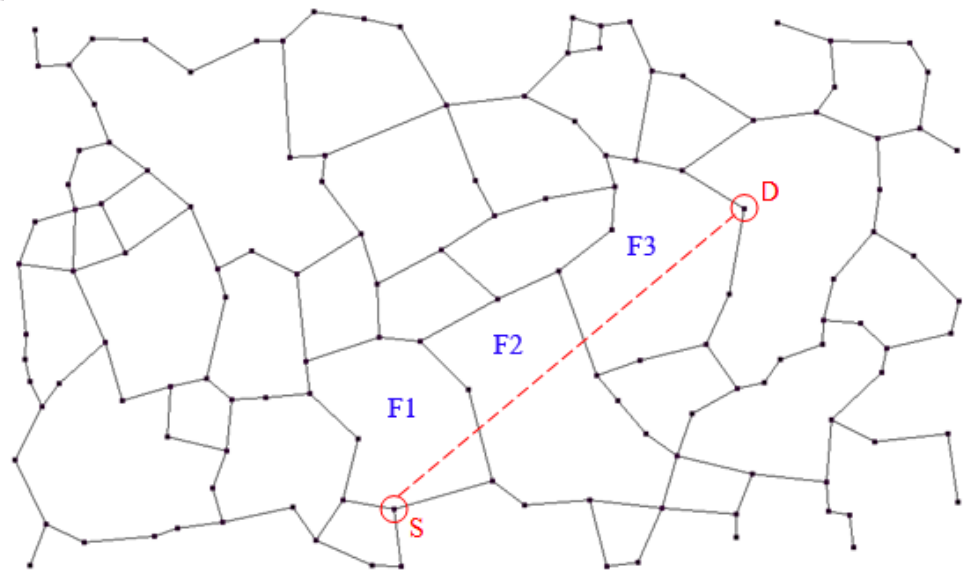
پروتکل مسیریابی (GPSR) Greedy Perimeter Stateless Routing

- در این پروتکل مسیریابی با روش حریصانه شروع می‌شود.
- در صورتیکه برخورد به گره بیشینه محلی سوئیچ به حالت Perimeter mode و ادامه مسیر با روش Face Routing.
- زمانی که در Perimeter mode بودیم و امکان سوئیچ به Greedy mode وجود داشت، این تغییر mode صورت خواهد گرفت.
- جدول زیر فیلدهای سرآیند بسته در پروتکل GPSR را نشان می‌دهد.

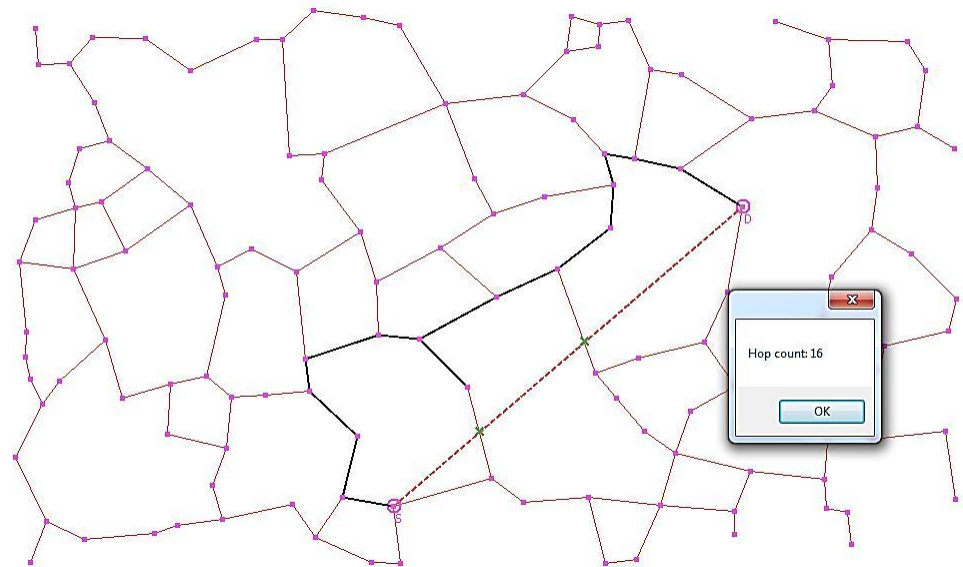
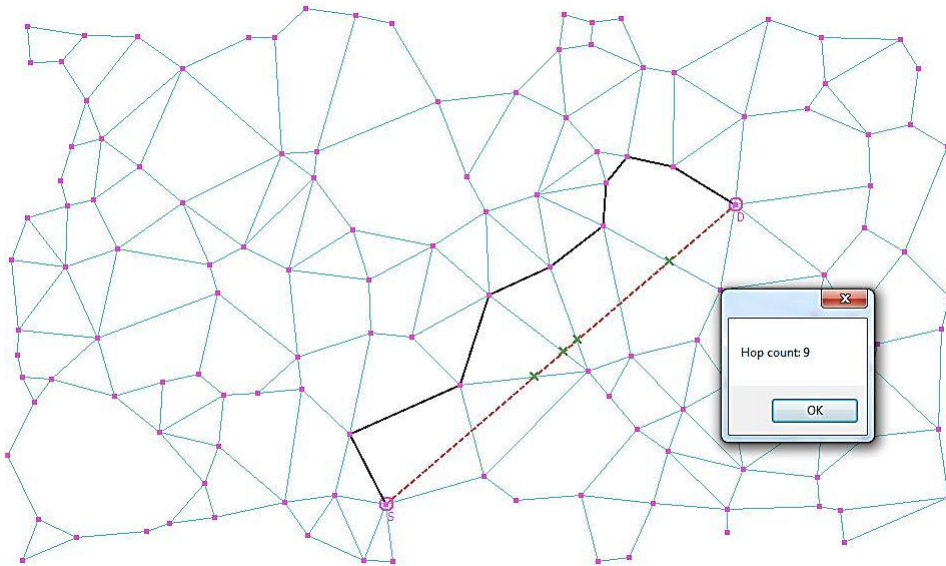
Field	توضیح
D	موقعیت جغرافیایی گره مقصد
L_p	گره‌ای که در آن وارد مد Perimeter شده‌ایم
L_f	نقطه‌ای که وارد وجه جاری شده‌ایم
e_0	اولین یالی از وجه جدید که وارد آن شده‌ایم
M	مد بسته: حریصانه یا Perimeter



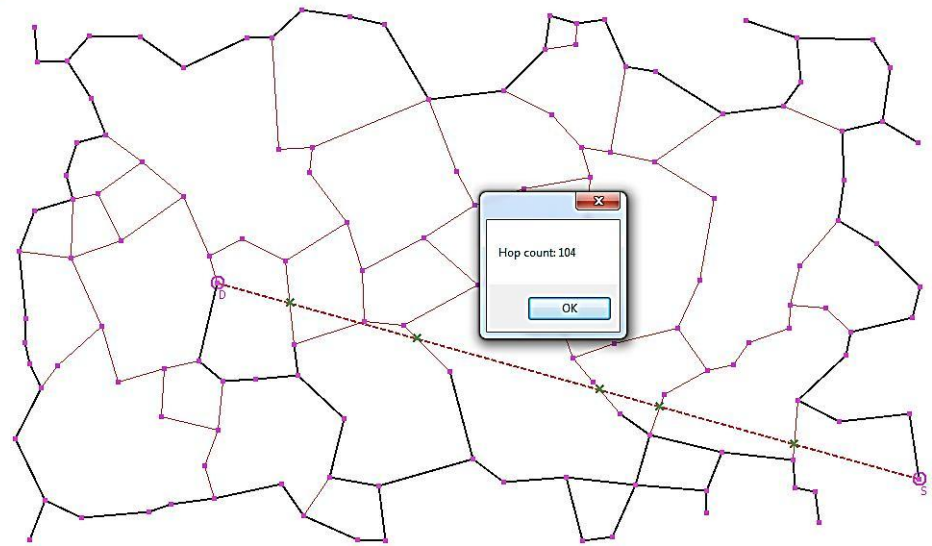
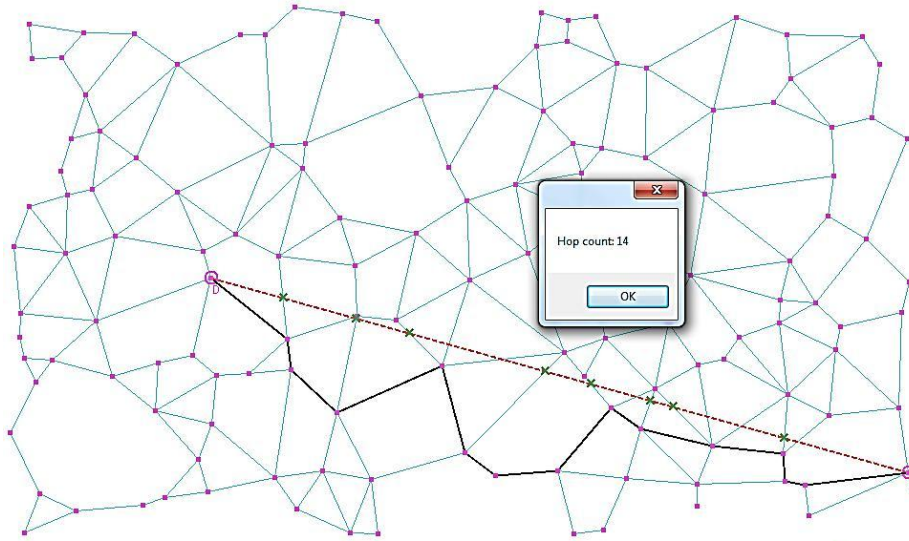
هدف اصلی پژوهش: کدام روش کارایی بیشتری دارد؟



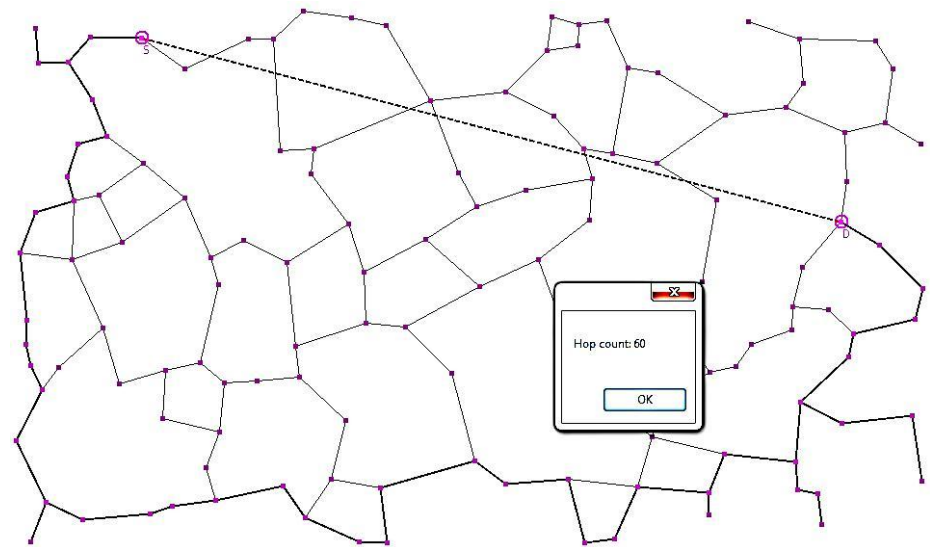
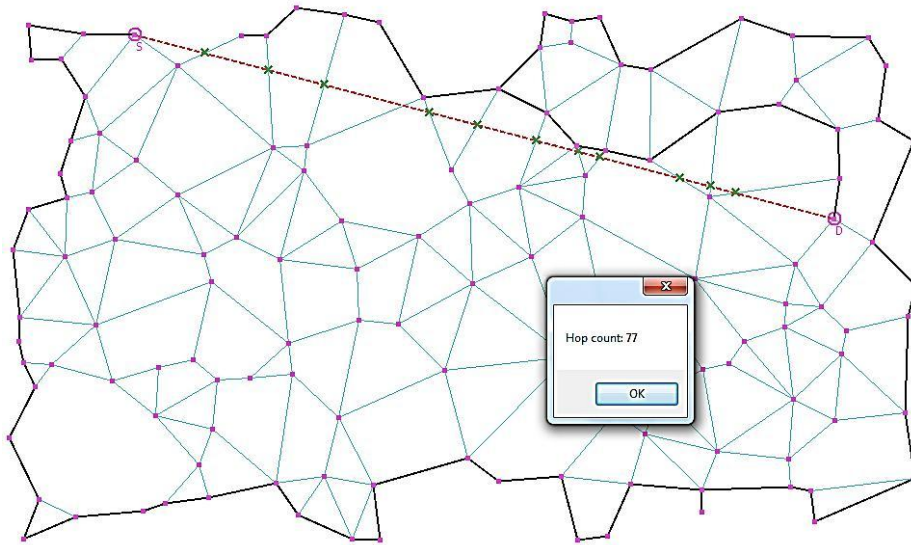
سناریوی ۱: روش GG نسبت به روش RNG بهبودی نزدیک 44% نشان داده است



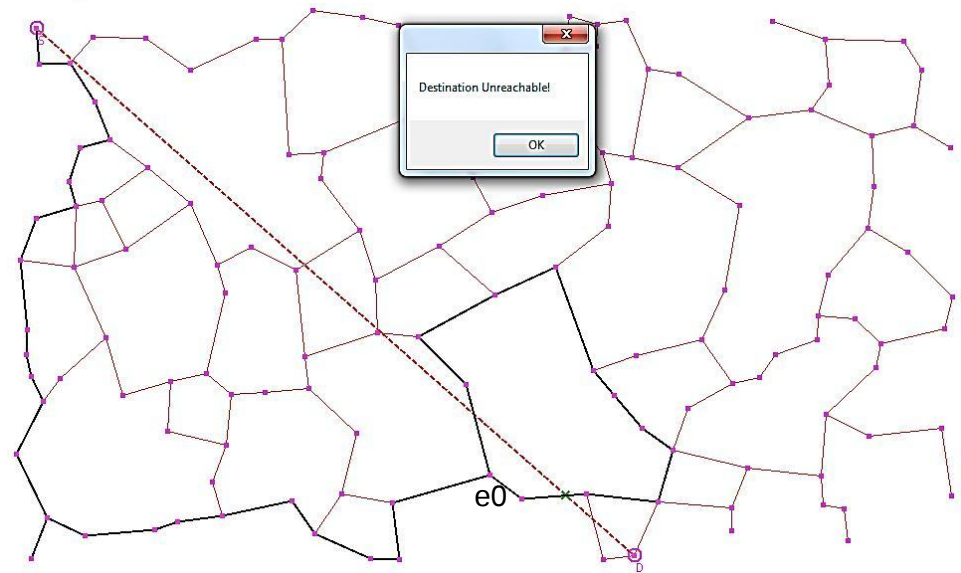
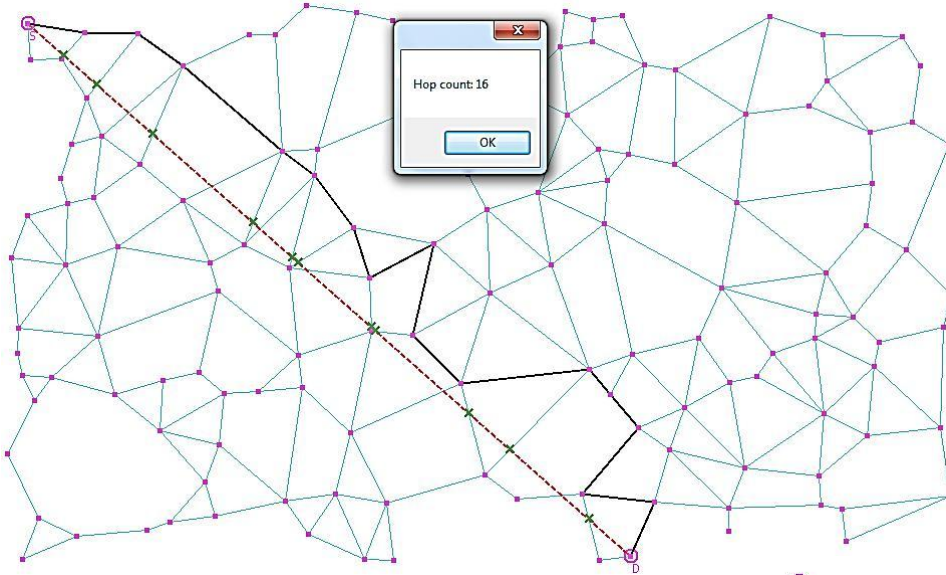
سناریوی ۲: روش GG نسبت به روش RNG بهبودی بیش از 86% نشان داده است



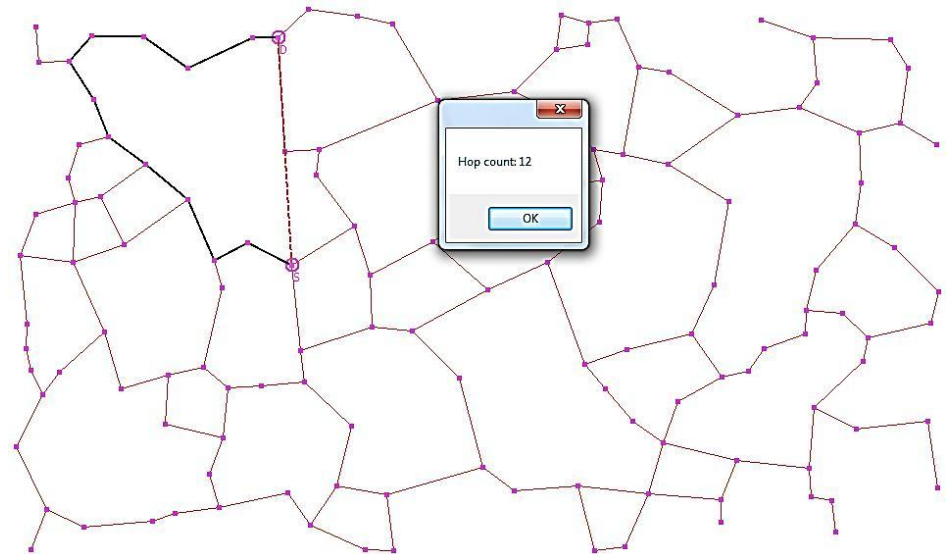
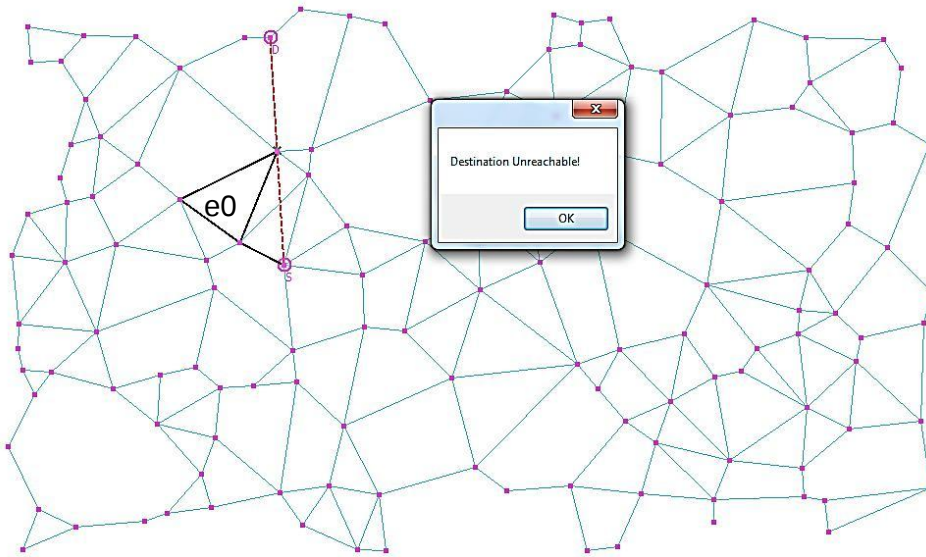
سناریوی ۳: RNG بهبودی بیش از 22% نشان داده است



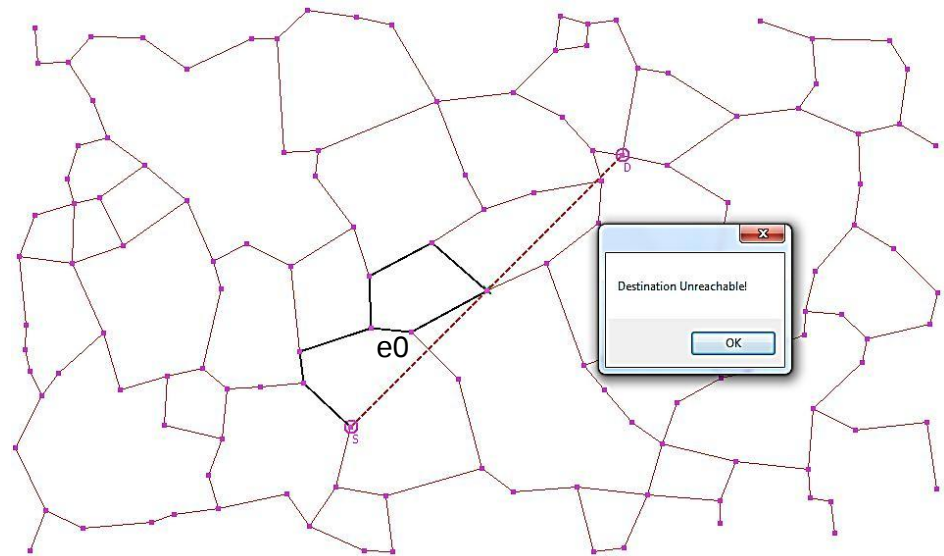
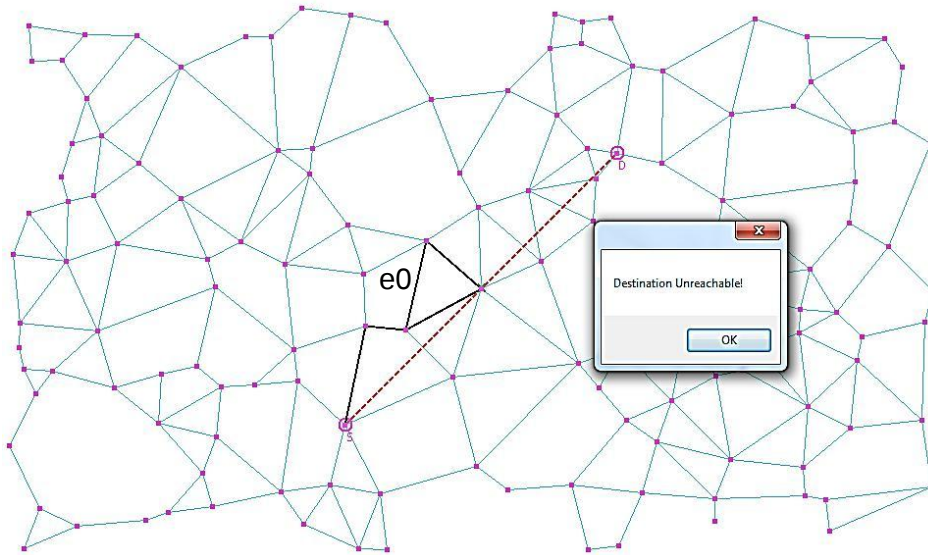
سناریوی ۴: بسته به روش GG به مقصد می‌رسد ولی با روش RNG، Fail می‌شود



سناریوی ۵: بسته با روش GG به مقصد نمی‌رسد ولی با روش RNG می‌رسد



سناریوی ۶: بسته توسط هیچکدام از روش‌های GG و RNG به مقصد نمی‌رسد



Number of Nodes:		136
Transmission Range:		150
Number of Full Graph Edges:		917
Number of RNG Edges:		166 (%18.1)
Number of GG Edges:		258 (%28.1)
RNG Edges / GG Edges:		%64.3
Number of Reachable Destinations	Same Hop Count:	1529 (%8)
	Different Hop Count:	16756 (%91)
Number of Unreachable Destinations	Both RNG and GG:	7 (%0)
	Using RNG:	62 (%0)
	Using GG:	6 (%0)
Average Hop Count	Using RNG	29.9
	Using GG:	14.5
Improvement Percentage:		%51.4
Average No. of Neighbors	Using RNG:	2.4
	Using GG:	3.8

- یک شبیه‌ساز با زبان C# و در محیط Microsoft Visual Studio 2010 امکان‌سنجی، طراحی و پیاده‌سازی گردید. در این شبیه‌ساز همه حالات ارسال بسته از مبدأ به مقصد برای شبکه‌های مختلف مطالعه گردید.
- تعداد زیادی شبکه بصورت تصادفی با توزیع یکنواخت و توزیع نرمال تولید و کلیه مسیرهای ممکن در هر یک از آنها مورد مطالعه قرار گرفت.
- بعنوان مثال اگر شبکه‌ای ۴۰۰ گره داشته باشد تعداد $۱۵۹'۶۰۰ = ۳۹۹ * ۴۰۰$ مسیر مطالعه خواهد شد. و این شبکه به تعداد زیادی تولید خواهد شد.
- شبکه‌ها با **تعداد گره‌های** مختلف و نیز **دامنه انتقال** متفاوت تولید و مطالعه شده‌اند.

■ معیارهای ارزیابی

- میانگین تعداد گام از مبدأ به مقصد
 - میانگین تعداد ارسال‌های ناموفق
 - میانگین حافظه مصرفی
- هنگام مقایسه‌ی تعداد گام‌ها در روش‌های GG و RNG اگر تعداد گام یکسان بوده است نتایج در نظر گرفته نشده است. حدود ۵٪ از کل حالات شامل این وضعیت می‌شوند.
- در محاسبه میانگین تعداد ارسال ناموفق حالاتی در نظر گرفته شده‌اند که تنها یکی از روش‌های GG یا RNG به مقصد نمی‌رسد.

نمایی از نرم افزار شبیه ساز

File Edit View Configuration Simulation About

Face Routing Source: 98 Destination: 207 Go

Nodes Number: 400

Transmission Range: 100

Iteration: 200

Distribution: Normal

Sigma (70 - 200): 200

Simulation Result File Name: ...

☐ Save All Networks

Simulation Result File Name: ...

OK Cancel

X

Hop count: 24

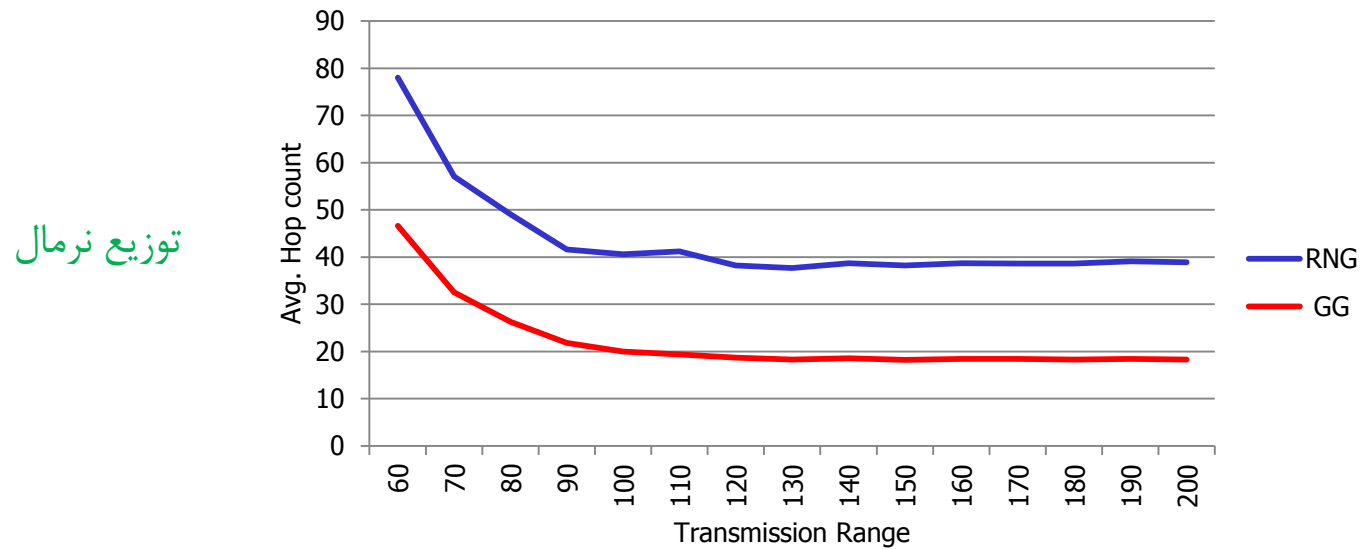
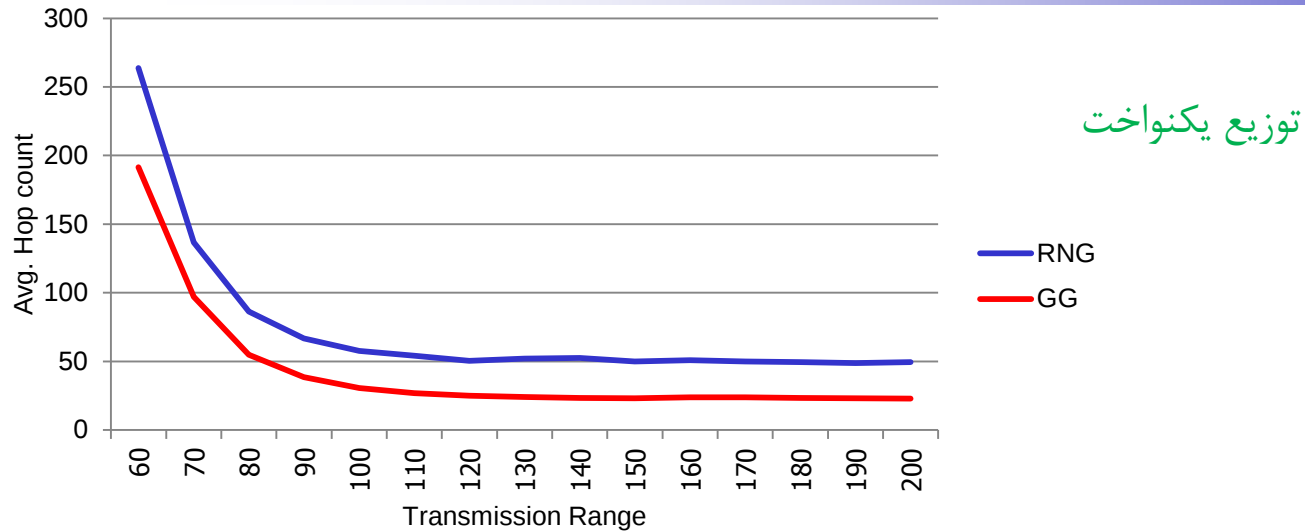
OK

X: 1014 Y: 719 File Name: "" Mode: GG

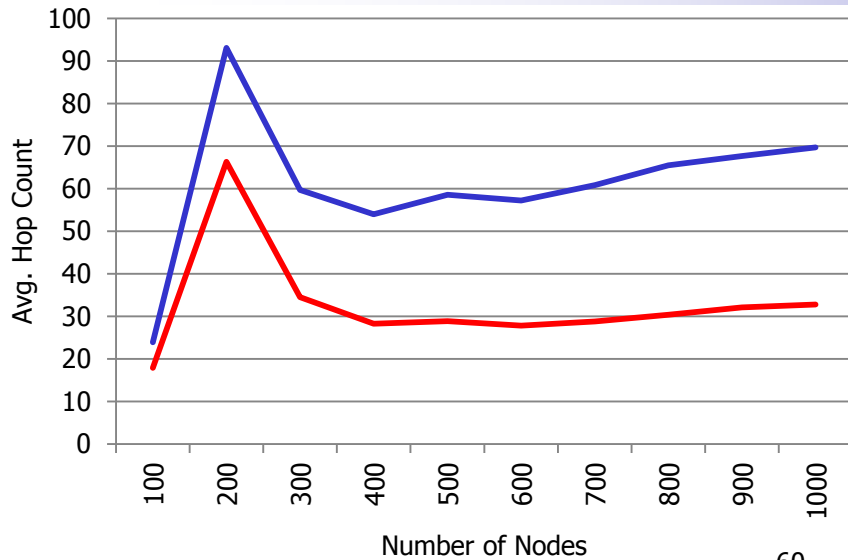
نتایج شبیه‌سازی شبکه‌ای با ۴۰۰ گره، توزیع نرمال و دامنه انتقال ۱۱۰

Net. ID	No. of Full Graph Edges	No. of RNG Edges	No. of GG Edges	RNG Edges / GG Edges	Reachable Paths of the same Hop Count	Reachable Paths of Different Hop Count	Unreachable Paths Using RNG and GG	Unreachable Paths Using RNG	Unreachable Paths Using GG	Avg. Hop Count Using RNG	Avg. Hop Count Using GG	Improvement Percentage	RNG Avg. Neigh.	GG Avg. Neigh.
1	6451	505 (%7.8)	785 (%12.2)	%64.3	7020 (%4)	152001 (%95)	167 (%0)	151 (%0)	261 (%0)	36.8	18.7	%49.3	2.5	3.9
2	6247	486 (%7.8)	783 (%12.5)	%62.1	5519 (%3)	152407 (%95)	169 (%0)	1104 (%1)	401 (%0)	53.4	20.6	%61.4	2.4	3.9
3	6462	490 (%7.6)	760 (%11.8)	%64.5	6738 (%4)	152204 (%95)	146 (%0)	214 (%0)	298 (%0)	44.2	19.7	%55.4	2.4	3.8
4	6696	494 (%7.4)	774 (%11.6)	%63.8	6202 (%4)	152833 (%96)	146 (%0)	158 (%0)	261 (%0)	44.1	21.7	%50.7	2.5	3.9
5	6740	499 (%7.4)	761 (%11.3)	%65.6	7413 (%5)	151528 (%95)	158 (%0)	267 (%0)	234 (%0)	38.1	19.6	%48.7	2.5	3.8
6	6237	489 (%7.8)	767 (%12.3)	%63.8	7012 (%4)	151634 (%95)	151 (%0)	560 (%0)	243 (%0)	52.5	19.7	%62.5	2.4	3.8
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Avg.	6546	498 (%7.6)	772 (%11.8)	%64.5	6838 (%4)	152033 (%95)	216 (%0)	250 (%0)	262 (%0)	41.2	19.4	%52.9	2.5	3.9

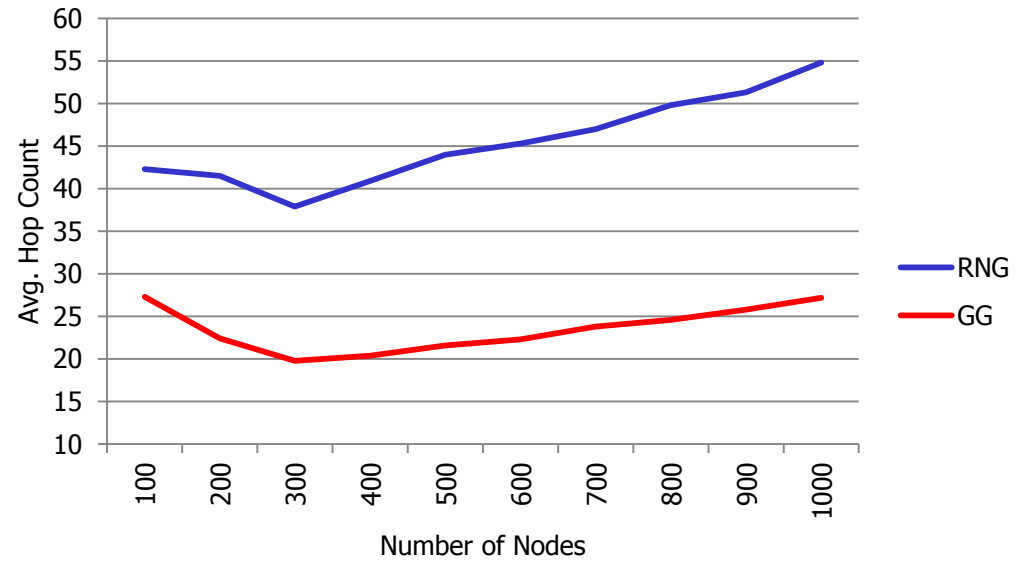
میانگین تعداد گام در گراف‌های GG و RNG در شبکه‌ای با ۴۰۰ گره



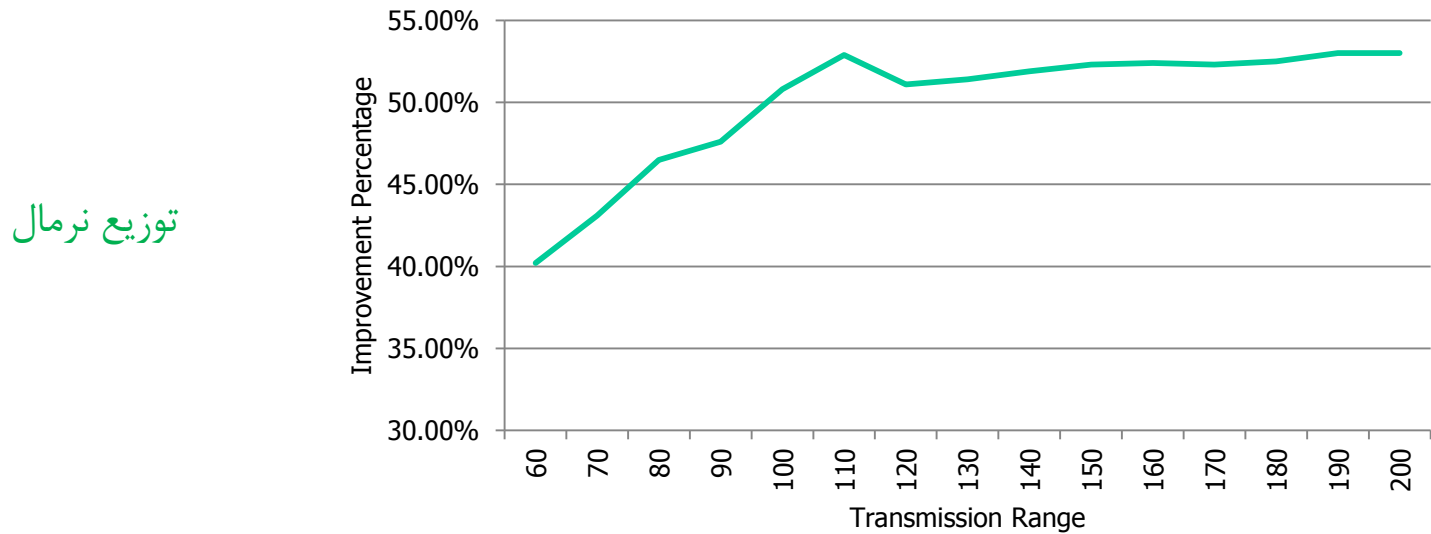
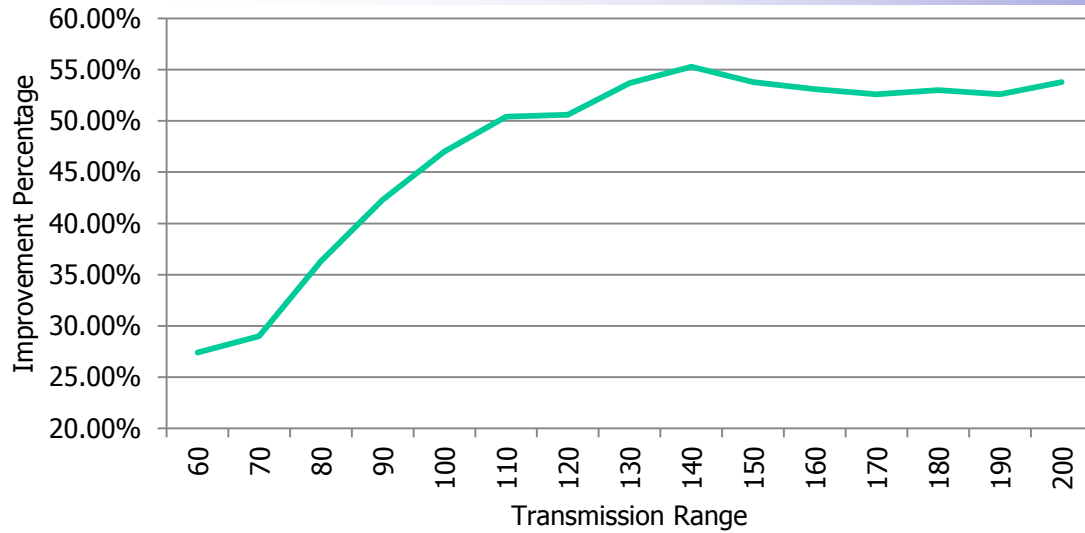
میانگین تعداد گام در گراف‌های GG و RNG در شبکه‌ای با دامنه انتقال ۱۰۰



توزیع نرمال



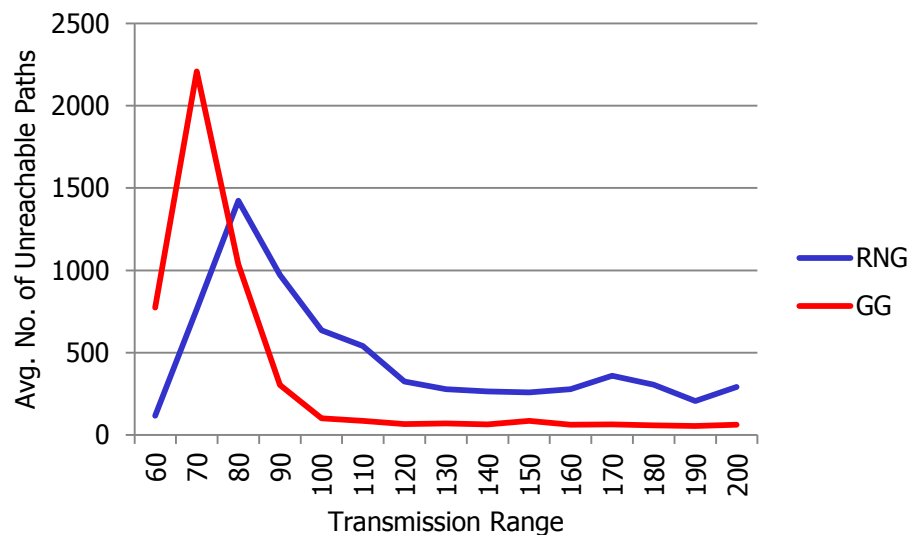
درصد بهبود روش GG نسبت به روش RNG در شبکه‌ای با ۴۰۰



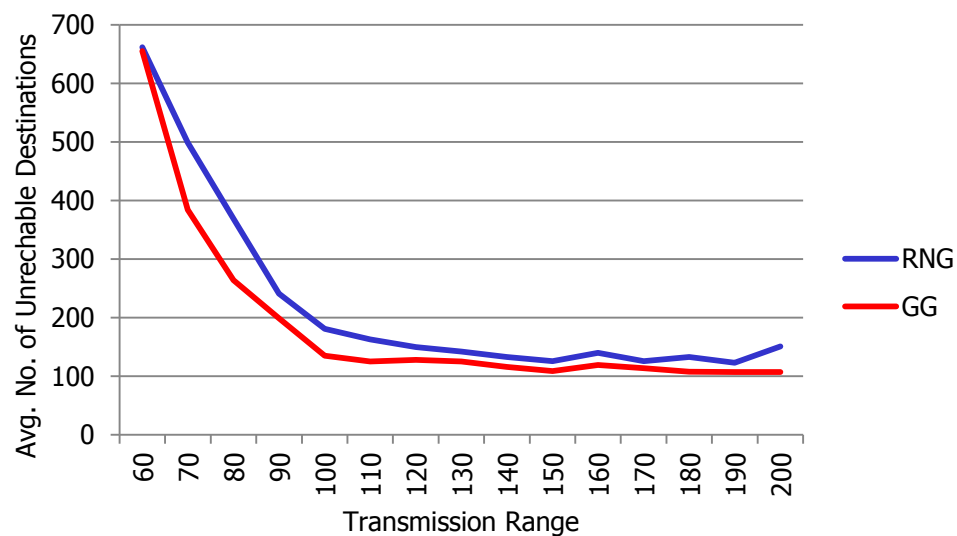
اطلاعات تعداد لبه‌ها و ارسال‌های ناموفق

Transmission Range	No. of Full Graph Edges	No. of RNG Edges	No. of GG Edges	RNG Edges / GG Edges	Unreachable both RNG & GG	Unreachable RNG	Unreachable GG
60	1979	474	687	69%	13170	737	805
70	2684	486	726	66.90%	5311	541	508
80	3526	492	748	65.80%	2228	408	401
90	4438	496	762	65.10%	1061	320	336
100	5439	499	770	64.80%	424	233	301
110	6543	500	775	64.50%	214	215	268
120	7677	500	774	64.60%	227	216	259
130	8985	500	778	64.30%	191	196	256
140	10315	500	776	64.40%	156	180	253
150	11723	499	777	64.20%	144	207	255
160	13252	500	775	64.50%	153	164	264
170	14828	500	775	64.50%	142	184	250
180	16325	501	779	64.30%	139	159	254
190	18184	500	778	64.30%	141	186	253
200	19688	502	778	64.50%	141	184	256
210	21528	501	781	64.10%	144	190	266
220	23395	501	777	64.50%	141	157	254
230	25095	500	776	64.40%	144	209	254
240	26820	499	775	64.40%	144	163	253
250	28714	501	777	64.50%	143	200	254
260	30685	501	776	64.60%	144	150	255
270	32434	501	776	64.60%	148	216	249
280	34357	500	777	64.40%	146	180	271
290	36352	500	777	64.40%	142	194	251
300	38114	500	778	64.30%	142	191	252

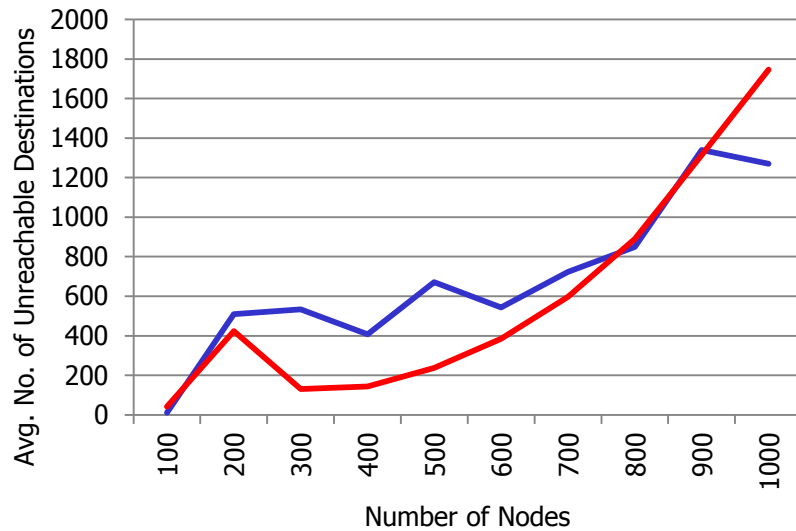
مقایسه ارسال‌های ناموفق در روش GG و RNG در شبکه‌ای با ۳۰۰ گره



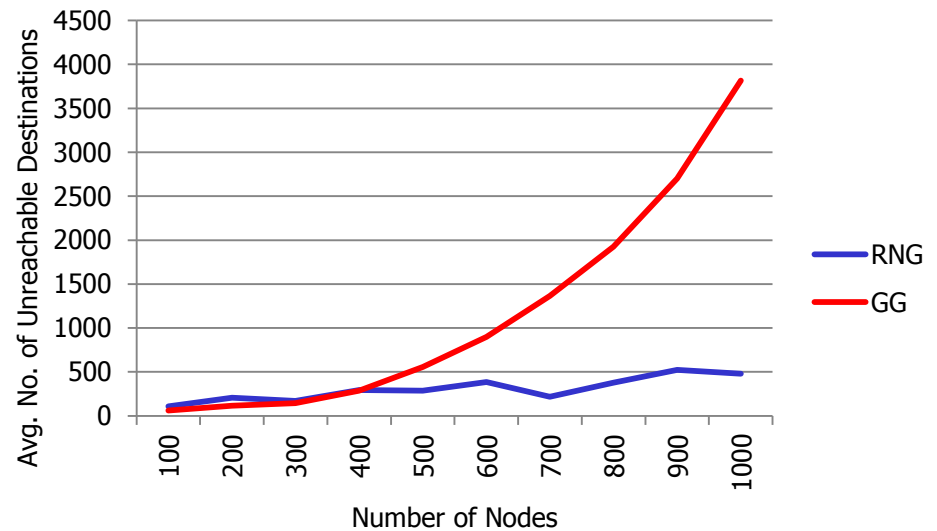
توزیع نرمال



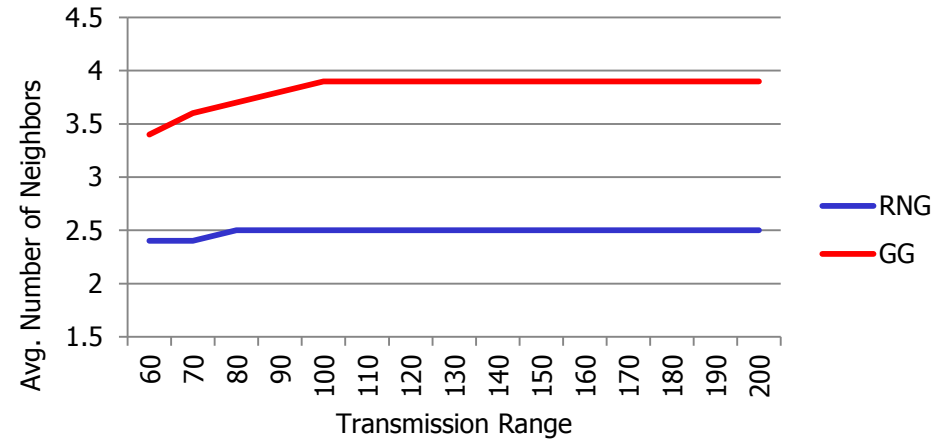
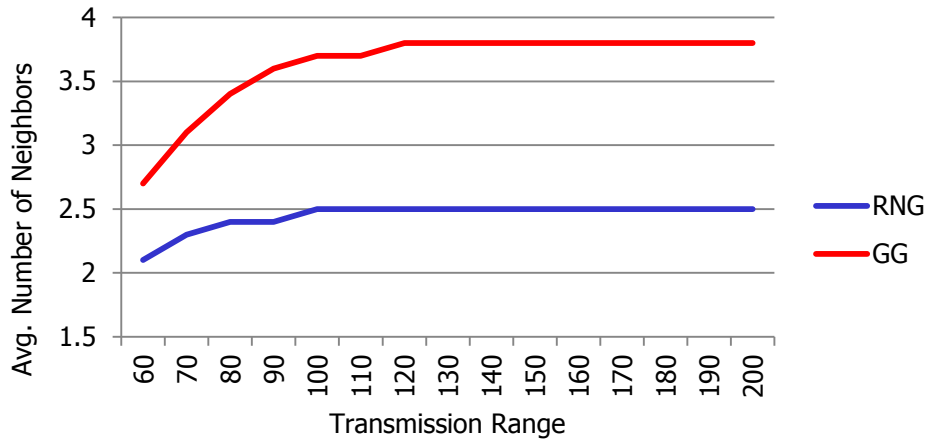
مقایسه ارسال‌های ناموفق در روش GG و RNG با دامنه انتقال ۱۰۰



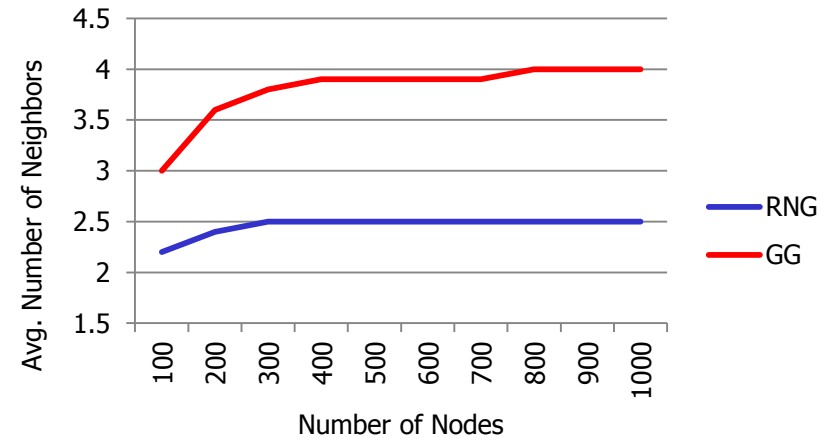
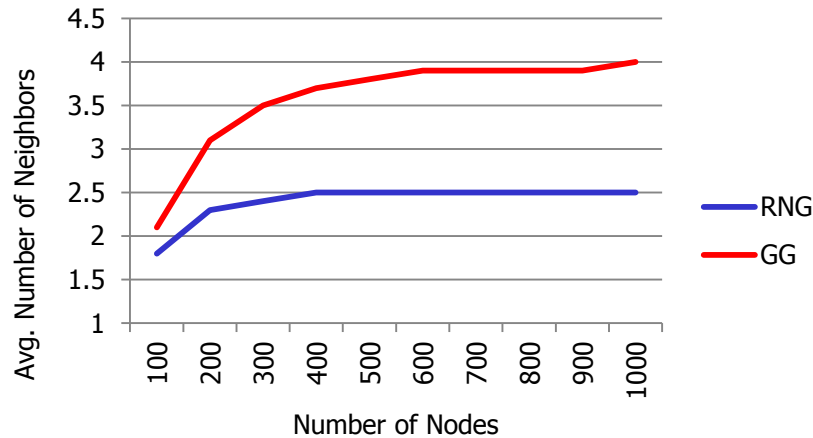
توزیع نرمال



حافظه مورد نیاز هر گره در روش GG و RNG با توزیع گره‌ها بصورت یکنواخت و نرمال



تعداد گره‌ها: ۴۰۰



دامنه انتقال: ۱۰۰

- از نظر میانگین تعداد گام رسیدن بسته به مقصد، روش GG کارایی خیلی بهتری نسبت به روش RNG دارد.
- به لحاظ میانگین تعداد ارسال های ناموفق در پروتکل هایی که ارسال بسته را تضمین نمی کنند، در توزیع گره ها بصورت یکنواخت روش GG عملکرد بهتری نسبت به روش RNG دارد. ولی در توزیع نرمال روش RNG عملکرد بهتری دارد.
- از نظر حافظه مصرفی، روش GG نیاز به حافظه بیشتری به منظور نگهداری اطلاعات مکانی همسایه های خود دارد.

- بررسی اثر روش‌های مسطح‌سازی در الگوریتم‌های مسیریابی جغرافیایی دیگر مانند GFG و یا OFR.
- مطالعه اثر این روش‌ها بر شبکه‌هایی که آرایش خاصی دارند مانند شبکه‌های VANET در محیط شهری.

با تشکر