

فرم طرح تحقیق

درخواست تصویب طرح پایان نامه کارشناسی ارشد - دکتری
(PROPOSAL)

عنوان تحقیق:

الف: فارسی: الگوریتم مبتنی بر اتاماتای سلولی یادگیرنده به منظور انجمن یابی در شبکه های پیچیده
ب: انگلیسی:

A cellular learning automata based algorithm for detecting community structure in complex networks

نام و نام خانوادگی دانشجو: سمیه گل محمدی

شماره دانشجویی: 9613139111

رشته: علوم کامپیوتر - سیستم های هوشمند

مقطع: کارشناسی ارشد

امضا و تاریخ درخواست:

امضا:

فرم درخواست تصویب پایان نامه کارشناسی ارشد

1- اطلاعات مربوط به دانشجو:

نام و نام خانوادگی: سمیه گلمحمدی
مقطع: کارشناسی ارشد
رشته تحصیلی: علوم کامپیوتر - سیستم های هوشمند
سال ورود: 1396
نشانی پستی: s.golmohammadi@atu.ac.ir
شماره دانشجویی: 9613139111
دوره: روزانه
دانشکده: علوم ریاضی و رایانه

2- اطلاعات مربوط به استاد راهنما:

نام و نام خانوادگی: دکتر محمدرضا اصغری اسکویی
تخصص جنبی: هوش مصنوعی
آخرین مدرک تحصیلی دانشگاهی: دکتری
محل خدمت: دانشگاه علامه طباطبائی-دانشکده علوم ریاضی و رایانه
رتبه دانشگاهی: استادیار
تخصص اصلی: علوم رایانه
تعداد پایان نامه های کارشناسی ارشد در دست راهنمایی

3- اطلاعات مربوط به استاد مشاور:

نام و نام خانوادگی	تخصص اصلی	رتبه دانشگاهی یا درجه تحصیلی	محل خدمت	تعداد پایان نامه های در دست مشاوره	تعداد پایان نامه های در دست راهنمایی
دکتر حسین تیموری	علوم رایانه	استادیار	دانشگاه علامه طباطبائی		

4- اطلاعات مربوط به پایان نامه:

الف- عنوان پایان نامه:

1- فارسی: الگوریتم مبتنی بر اتاماتای سلولی یادگیرنده به منظور انجمن یابی در شبکه های پیچیده

2- انگلیسی:

A cellular learning automata based algorithm for detecting community structure in complex networks

ب- نوع کار پژوهشی¹: بنیادی نظری ☒ بنیادی راهبردی □ کاربردی ☒ توسعه‌ای □

پ- تعداد واحد پایان نامه : 6

ت- بیان مسئله: (شامل تشریح ابعاد و حدود مسئله، معرفی دقیق آن، بیان جنبه‌های مجهول و مبهم، متغیرهای مربوط، اهمیت و ضرورت تحقیق).

امروزه شبکه‌های زیادی وجود دارند که تحلیل آن‌ها هدف پژوهشگران در حوزه‌های مختلف است. یکی از راه‌های تحلیل ساختار شبکه یافتن انجمن‌های موجود در آن است. انجمن‌ها، زیرگراف‌هایی هستند که تراکم ارتباطات درون زیرگراف نسبت به ارتباطات با خارج از زیرگراف به صورت معناداری بیشتر است. روش‌های زیادی برای انجمن‌یابی ارایه شده اند که در آن‌ها دو هدف عمده دنبال می‌شود اول پیدا کردن انجمن‌های بهینه و دوم رفع مشکل رزولوشن، به این معنی که الگوریتم بتواند تمام انجمن‌های موجود در شبکه را صرف‌نظر از اندازه آن‌ها پیدا کند. در این تحقیق الگوریتمی مبتنی بر اتاماتای سلولی یادگیرنده مطرح شده است که هم توانایی یافتن انجمن‌های بهینه را دارد و هم مشکل رزولوشن کوچک و بزرگ را حل می‌کند.

ث- سابقه پژوهش: (بیان مختصر سابقه تحقیقات انجام شده پیرامون موضوع و نتایج حاصل در داخل و خارج و نظریات علمی موجود در رابطه با مسئله).

با توجه به اینکه تعداد تقسیم بندی‌های ممکن گراف به انجمن‌ها رشد بیشتری از هر توانی از اندازه گراف دارد، ثابت شده است مساله پیدا کردن مادولاریتی بهینه یک مساله NP_hard است. نیومن² یک الگوریتم حریصانه به نام FN پیشنهاد داد که در ابتدا هر گره را یک گروه در نظر گرفته سپس هردو گره را طوری ادغام می‌کند که مادولاریتی بیشتری حاصل شود. [1] کلازت³ از یک ساختمان داده‌ی پیچیده استفاده کرد تا پیچیدگی محاسبات مادولاریتی را کاهش دهد، با این کار الگوریتم FN برای شبکه‌های بزرگ هم قابل استفاده شد. [2] کومار⁴ از تکنیک بهینه‌سازی جستجو گروهی برای پیدا کردن انجمن‌های

1- انواع پژوهش:

- 1- پژوهش بنیادی: پژوهشی است که به کشف ماهیت اشیاء، پدیده‌ها و روابط بین متغیرها، اصول، قوانین و ساخت یا آزمایش نظریه‌ها می‌پردازد و به توسعه مرزهای دانش آن رشته علمی کمک می‌کند.
- 1-1- پژوهش بنیادی نظری: نوعی پژوهش بنیادی است و از روش‌های استدلال و تحلیل عقلانی استفاده می‌کند و بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای انجام می‌شود.
- 1-2- پژوهش بنیادی راهبردی: پژوهشی است که به منظور فراهم ساختن زمینه‌های علمی لازم برای حل مسائل جاری و آتی انجام می‌شود.
- 2- پژوهش کاربردی: پژوهشی است که با استفاده از نتایج تحقیقات بنیادی به منظور بهبود و به کمال رساندن رفتارها، روش‌ها، ابزارها، وسایل تولیدات، ساختارها و الگوهای مورد استفاده جوامع انسانی انجام می‌شود.
- 3- پژوهش توسعه‌ای: پژوهشی است که با هدف ترویج نتایج پژوهش‌های بنیادی و کاربردی به منظور استفاده در تولید مواد، فرآورده‌ها، وسایل، ابزار، فرایندها و روش‌های جدید و یا بهبود آن‌ها صورت می‌گیرد.

بهینه در شبکه‌های دنیای واقعی استفاده کرد [3]. شانگ^۱ یک الگوریتم ژنتیک بهبود یافته به نام MIGA معرفی کرد و رویکرد جدیدی برای ماکزیمم کردن مادولاریتی ساخت [4]. فرتاتو^۲ و همکاران نشان دادند که الگوریتم‌های مبتنی بر بهینه‌سازی مادولار ممکن است انجمن‌های کوچک‌تر از اندازه مشخصی را نتوانند شناسایی کنند. این اندازه به اندازه کل گراف و درجه ارتباط داخلی بین انجمن‌های مختلف بستگی دارد [5] این قضیه به محدودیت **رزولوشن** معروف شد. برای غلبه بر این محدودیت معیارهای زیادی برای ارزیابی انجمن‌ها در مقیاس‌های مختلفی مطرح شد.

آرناس^۳ یک پارامتر برای مادولاریتی معرفی کرد تا سطح رزولوشن را تنظیم کند [6]. لی^۴ نوع دیگر از مادولاریتی به نام چگالی مادولاریتی را تعریف کرد تا اهمیت انجمن را اندازه بگیرد [7]. پیزوتی^۵ معیار امتیاز انجمن^۶ (CS) را مطرح کرد تا تضمین کند که ارتباطات داخل انجمن باید زیاد و ارتباط با بقیه انجمن‌ها اندک باشد [8]. لانسچینتی^۷ پیشنهاد داد از معیار برازندگی انجمن^۸ (CF) استفاده کنیم و مقیاس انجمن‌ها را اندازه بگیریم. [9]

یک رویکرد دیگر برای حل محدودیت رزولوشن این است که مساله شناسایی انجمن را به صورت یک مساله بهینه‌سازی چندمنظوره تعریف کرد. الگوریتم بهینه‌سازی چندمنظوره با بهینه‌سازی همزمان چند هدف که از جهات مختلف مساله را ارزیابی میکند، میتواند نقطه پاریتو^۹ بهینه را پیدا کند. شی^{۱۰} مادولاریتی را به دو تابع هدف متضاد تقسیم کرد و با استفاده از الگوریتم تکاملی PESA-II آن را بهینه کرد. [10] پیزوتی با در نظر گرفتن دو معیار CF, CS به عنوان دو هدف و استفاده از الگوریتم ژنتیک NSGA-II به بخش‌بندی بهینه دست‌یافت [11]. هدف این تحقیق ارائه یک راه‌حل متفاوت برای پیدا کردن بهینه‌ی انجمن‌ها و حل مشکل رزولوشن با رویکرد اتاماتای سلولی یادگیرنده است. [12]

ج- مراجع:

- [1] M. E. J. Newman, Fast algorithm for detecting community structure in networks, Phys. Rev. E 69(2004)066133.
- [2] A. Clauset, M. E. J. Newman, C. Moore, Finding community structure in very large networks, Phys. Rev. E 70(2004)066111.
- [3] G. K. Kumar, V. K. Jayaraman, Clustering of Complex Networks and Community Detection Using Group Search Optimization, arXiv:1307.1372 [cs.NE].

1 SHANG
2 FORTUNATO AND BARTH'ELEMY
3 ARENAS
4 LI
5 PIZZUTI
6 COMMUNITY SCORE
7 LANCICHINETTI
8 COMMUNITY FITNESS
9 PARITO
10 SHI

- [4] R. Shang, J. Bai, L. Jiao, C. Jin, Community detection based on modularity and an improved genetic algorithm, *Physica A* 392(2013)1215-1231.
- [5] S. Fortunato, M. Barthélemy, Resolution limit in community detection, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104(2007)36-41
- [6] A. Arenas, A. Fernández, S. Gomez, Analysis of the structure of complex networks at different resolution levels, *New J. Phys.* 10(2008)053039.
- [7] Z. Li, S. Zhang, R.S. Wang, X. S. Zhang, L. Chen, Quantitative function for community detection, *Phys. Rev. E* 77(2008)036109.
- [8] C. Pizzuti, GA-Net: A genetic algorithm for community detection in social networks, In: *Parallel Problem Solving from Nature (PPSN)*, Springer, Berlin, 2008, pp. 1081-1090.
- [9] A. Lancichinetti, S. Fortunato, J. Kertesz, Detecting the overlapping and hierarchical community structure in complex networks, *New J. Phys.* 11(2009)033015.
- [10] C. Shi, Z. Y. Yan, Y. N. Cai, B. Wu, Multi-objective community detection in complex networks, *Appl. Soft Comput.* 12(2012)850-859.
- [11] C. Pizzuti, A multiobjective genetic algorithm to find communities in complex networks, *IEEE Trans. Evolutionary Computation* 16(2012)418-430
- [12] Zhao, Yuxin, et al. "A cellular learning automata based algorithm for detecting community structure in complex networks." *Neurocomputing* 151 (2015): 1216-1226.
- [13] A. Lancichinetti, S. Fortunato, J. Kertesz, Detecting the overlapping and hierarchical community structure in complex networks, *New J. Phys.* 11(2009)033015.
- [14] W. W. Zachary, An information flow model for conflict and fission in small groups, *J. Anth. Res.* 33(1997)452-473.
- [15] D. Lusseau, The emergent properties of a dolphin social network, *Proc. R. Soc. Lond. B* 270(2003)S1860-1888.
- [16] M. Girvan, M. E. J. Newman, Community structure in social and biological networks, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99(2002)7821-7826
- [17] M. E. J. Newman, Finding community structure in networks using the eigenvectors of matrices, *Phys. Rev. E* 74(2006)036104.
- [18] D. J. Watts, S. H. Strogatz, Collective dynamics of 'small-world' networks, *Nature* 393(1998)440-442.

چ – اهداف تحقیق: (شامل اهداف علمی، کاربردی و ضرورت‌های خاص انجام تحقیق).

الگوریتم ارایه شده بر مبنای اتاماتای سلولی یادگیرنده¹ است و CLA-net نام دارد که در آن کل شبکه به عنوان یک اتاماتای سلولی یادگیرنده نامنظم مدل می‌شود. اتاماتای سلولی یادگیرنده CLA یک مدل ریاضی قوی برای بسیاری از مسایل غیرمتمرکز و پدیده‌های پویا است. لینک‌ها نشانگر احتمال انتقال هستند و این احتمال انتقال یکسان نیست، تراکم بالای آنها نشانگر انجمن است. ایده اصلی اتاماتای سلولی یادگیرنده استفاده از اتاماتای یادگیری برای تنظیم احتمال انتقال حالت در اتاماتای تصادفی سلولی است، به اینصورت که احتمال انتقال ابتدا تصادفی قرار داده می‌شود سپس بر اساس اتصالات محلی این احتمال به‌روز رسانی می‌شود. اتاماتای سلولی یادگیرنده را می‌توان نوعی از اتاماتای سلولی در نظر

گرفت که در آن هرکدام از سلول‌های اتاماتای سلولی، مجهز به یک اتاماتای یادگیری است. اتاماتای یادگیری مقیم در هرسلول، حالت آن را بر اساس بردار احتمال اقدام تعیین میکند. هر اتاماتای یادگیری تلاش می‌کند اقدام بهینه را با تعامل با محیط محلی (اتاماتای یادگیری سلول‌های همسایه‌اش) یاد بگیرد. فرایند آن قدر تکرار می‌شود تا حالت بهینه هرکدام از سلول‌ها بدست بیاید با این روش الگوریتم به‌طور موثر مشکل محدودیت رزولوشن در بهینه‌سازی مادولار را حل می‌کند. الگوریتم روی داده‌های تولید شده‌ی فرضی و مجموعه داده‌های واقعی کاراته^۱ [13] و دلفین ها^۲ [14] و فوتبال^۳ و SFI [15] و شبکه علم^۴ [16] و داده قدرت گرید^۵ [17] اعمال شده است.

معیارهای ارزیابی نتایج این الگوریتم، مادولاریتی و معیار اطلاعات مشترک نرمال سازی شده، NMI است. همانطور که بیان شد معیار مادولاریتی اهمیت انجمن را در شبکه بررسی می‌کند، مقدار بزرگتر مادولاریتی نشان می‌دهد کیفیت انجمن‌ها بهتر و دورتر از حالت تصادفی مورد انتظار هستند. معیار NMI مخصوص شبکه‌های با انجمن‌های شناخته شده است. به این صورت که مقدار شباهت بین انجمن واقعی و انجمن بدست آمده توسط الگوریتم را می‌سنجد. ارزش آن بین [0, 1] است و مقدار بزرگتر نشان می‌دهد انجمن‌های به دست آمده مطابقت بیشتری با انجمن‌های واقعی دارند.

5- مفاهیم و تعاریف اختصاصی طرح:

شبکه: مجموعه‌ای از اجزا و ارتباط‌های بین آن‌هاست. در دنیای واقعی با شبکه‌های متفاوتی روبه‌رو هستیم، شبکه‌های بیولوژیکی، شبکه ترافیک، شبکه‌های زیستی و شبکه اطلاعات و ... انواع مختلفی از شبکه‌ها هستند. یکی از قالب‌های قابل کاربرد برای مدل کردن یک شبکه، گراف است. نمایش گرافی شبکه را ملموس‌تر و انجام اعمال مختلفی را روی آن ممکن می‌سازد. نمایش ریاضی یک گراف به صورت $G = (V, E)$ است. در این تعریف V مجموعه ای شامل راس‌ها یا گره‌ها، E زیرمجموعه های دوتایی از گره های گراف است که به آنها یال گفته میشود.

$$E = \{(i, j) | i, j \in V\}$$

ماتریس مجاورت: هر گراف را می‌توان با یک ماتریس مجاورت منحصر به فرد نمایش داد. ماتریس مجاورت A را به این صورت تعریف می‌کنیم که درایه $A_{ij} = 1$ اگر دو گره i و j به طور مستقیم به هم وصل بودند و در غیر این صورت $A_{ij} = 0$. یکی از راه‌های تجزیه و تحلیل شبکه و درک بهتر ماهیت آن پیدا کردن زیر گراف‌های گراف شبکه است. **زیرگراف C** خود یک گراف است که مجموعه راس‌های آن زیر مجموعه ای از مجموعه راس‌های گراف بزرگ‌تری باشد، واضح است که در

1 KARATE
2 DOLPHINS
3 FOOTBALL
4 NETSCIENCE
5 POWERGRID

این صورت یال‌های زیرگراف هم زیرمجموعه‌ای از یال‌های گراف بزرگ‌تر خواهد بود. تبدیل گراف به زیر گراف‌های معنا دار در حقیقت تلاش برای شناخت بهتر شبکه است و اطلاعات بسیاری در مورد ماهیت آن در اختیار ما قرار می دهد.

انجمن^۱: یکی از ویژگی‌های مهم شبکه‌های بزرگ انجمن‌ها است. انجمن‌یابی در یک شبکه کاربردهای زیادی دارد برای مثال از آنجایی که افراد حاضر در انجمن‌های تشکیل شده در یک شبکه اجتماعی به احتمال زیاد علایق مشترکی دارند، می توان با یافتن علایق آن‌ها از این اطلاعات در مسایل مربوط به تبلیغات و بازاریابی استفاده کرد. مثال دیگری از این کاربرد مربوط به انتشار اخبار است، اعضای یک انجمن باهم در ارتباط هستند لذا برای انتشار خبر یا تبلیغات می‌توان آن را برای اعضای ارسال کرد که در یک انجمن نباشند بدین ترتیب هرکدام خبر را در انجمن خود انتشار داده و بجای ارسال آن به تمام اعضا، به تعداد انجمن‌های موجود در شبکه خبر را ارسال و در هزینه‌های مربوطه صرفه‌جویی می شود. یک انجمن می‌تواند به‌طور کلی به‌عنوان مجموعه‌ای از راس‌ها که چگالی بالایی در ارتباط با زیرگراف خود (ارتباط داخلی) و ارتباط کمی با سایر زیرگراف‌ها دارند، توصیف شود. این تعریف از جهت‌هایی مبهم است، هنگام برخورد با مساله شناسایی انجمن‌ها ما باید تعریف دقیق و روشن‌تری از مفهوم انجمن داشته باشیم. لذا اینجا چند تعریف دقیق‌تر از آن را ارائه می‌دهیم که در حوزه شناسایی انجمن‌ها پذیرفته شده اند.

راداچی^۲ برای هر راس از زیرگراف C (مفهوم) (درجه راس) را به شکل زیر مطرح کرد. k_i درجه راس i را نمایش می دهد که مجموع دو مقدار زیر است، تعداد یال‌هایی که از راس i به زیرگراف C وصل است و یال‌هایی از راس i که به زیرگراف C وصل نیستند. (به سایر زیر گراف‌ها وصل شده اند).

$$k_i = k_i^{in}(C) + k_i^{out}(C)$$

$$k_i^{in}(C) = \sum_{j \in C} A_{ij}$$

$$k_i^{out}(C) = \sum_{j \notin C} A_{ij}$$

یک انجمن قوی زیرگرافی است که تمام گره‌های انجمن ارتباط بیشتری با زیرگراف C (نسبت به سایر زیرگراف‌ها) دارند.

$$k_i^{in}(C) > \quad , \forall i \in C \quad (1)$$

یک انجمن ضعیف زیرگرافی است که جمع ارتباط‌هایی که گره‌های این گروه با زیرگراف C دارند بزرگتر باشد از جمع ارتباط‌هایی که گره‌ها با زیرگراف C ندارند.

$$\sum_{i \in C} k_i^{in}(C) > \sum_{i \in C} K_i^{out}(C) \quad (2)$$

انجمن قوی، انجمن ضعیف هم هست. ولی عکس قضیه همواره برقرار نیست. در ادامه تعریف دیگری برای انجمن‌ها توسط رغوان^۱ ارایه شده است. اگر Ω مجموعه شامل تمام انجمن‌های گراف باشد. پس $|\Omega|$ تعداد انجمن‌های گراف را نشان می‌دهد. کل درجه‌های هر گره نهایتاً به $|\Omega|$ بخش تقسیم می‌شود، یعنی درجه راس i برابر است با یال‌هایی که از آن به هر کدام از انجمن‌ها وصل است.

$$k_i = \sum_{C \in \Omega} k_i(C)$$

که درجه تعلق گره i به انجمن C برابر است با یال‌هایی که از آن گره به انجمن C وصل است.

$$k_i(C) = \sum_{j \in C} A_{ij}$$

پس برای انجمن C این تعریف به شکل زیر است:

$$k_i(C) \geq k_i(C'), \forall i \in C \quad \forall C' \in \Omega \quad (3)$$

یعنی تمام گره‌ها ارتباط بیشتری (یا مساوی) با انجمنی دارند، که متعلق به آن هستند. زمانی که فقط دو تا انجمن داریم این تعریف همان تعریف انجمن قوی است که پیشتر ارایه شد، اما زمانی که گراف بیشتر از دو تا انجمن دارد محدودیت رغوان ضعیف تر از انجمن قوی بودن است.

مادولاریتی^۲: هدف الگوریتم‌های انجمن‌یابی آن است که گراف را به مهمترین انجمن‌ها تقسیم کند. پس مساله مهمی که مطرح می‌شود داشتن معیار مناسبی برای ارزیابی کیفیت انجمن‌هاست. برای این منظور نیومن^۳ مفهوم مادولاریتی را ارایه داد. ایده ی مادولاریتی نشأت گرفته از این است که در یک گراف تصادفی بخاطر توزیع یکسان درجات، چگالی یال در قسمت خاصی بیشتر نمی‌شود لذا انتظار نداریم در این گراف هیچ انجمنی وجود داشته باشد. فرمول مادولاریتی را به شکل زیر می‌توان نوشت:

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j \in V} (A_{ij} - \frac{k_i k_j}{2m}) \delta(i,j) \quad (4)$$

m تعداد یال‌های گراف، $A_{i,j}$ تعداد درایه‌های ماتریس مجاورت گراف، k_i درجه گره i ، $\delta(.)$: تابع دلتای کرونیگر تعمیم یافته، به این صورت که برای زمانی که i, j یکسان باشند $\delta(i,j) = 1$ و در غیر اینصورت صفر است. ترم $\frac{k_i k_j}{2m}$ مقدار قابل انتظار ما از درجه ارتباط بین دو گره i, j در یک شبکه تصادفی با اندازه توزیع درجه یکسان است.

اگر نسبت یال‌ها در انجمن داده شده بزرگتر از مقدار قابل انتظار در شبکه تصادفی بود مقدار Q بزرگتر از 0 می‌شود. توجه به این نکته مهم است که مادولاریتی بازا کل انجمن‌ها تعریف می‌شود و بازا یک انجمن خاص نیست. به عبارتی هرچه Q بزرگتر باشد یعنی انجمن‌های شناسائی شده بهتر هستند. با این معیار مساله‌ی پیدا کردن بهترین انجمن تبدیل به مساله پیدا کردن مقدار بهینه‌ی Q شد.

6- فرضیه‌ها یا سؤال‌های پژوهش :

آیا به وسیله‌ی اتاماتای سلولی یادگیرنده می‌توان انجمن‌های یک گراف بزرگ را پیدا کرد؟

آیا انجمن‌های پیدا شده بهینه هستند؟

آیا مشکل محدودیت رزولوشن با این رویکرد حل میشود؟

نتایج ارایه شده توسط این الگوریتم روی مجموعه داده‌های معروف، به چه صورت است؟

7- مشکلات و تنگناهای احتمالی تحقیق:

در دسترس نبودن داده‌هایی که الگوریتم روی آن اعمال شده است

زمان بالای اجرای الگوریتم روی داده‌های حجیم

8- زمان و مراحل پیشرفت کار:

الف) طول مدت اجرای تحقیق: 10 ماه

ب) تاریخ شروع: 1397/8/1

پ) تاریخ احتمالی تنظیم و نگارش: 1398/4/31

ت) تاریخ احتمالی تحویل به استاد راهنما و مشاور برای مطالعه: 1398/5/31

ث) تاریخ احتمالی تایپ و تکثیر: 1398/5/31

ج) تاریخ احتمالی آمادگی برای دفاع: 1398/6/31

9- تأییدات:

الف - اساتید راهنما و مشاور

نام و نام خانوادگی استاد راهنما:

امضاء و تاریخ

نام و نام خانوادگی استاد مشاور اول:

امضاء و تاریخ

نام و نام خانوادگی استاد مشاور دوم:

امضاء و تاریخ

ب- نظر کمیته تخصصی تحصیلات تکمیلی گروه:

- | | | | |
|----------------------------------|---|--|---------------------------------------|
| 1- ارتباط با رشته تحصیلی دانشجو: | <input type="checkbox"/> ارتباط دارد | <input type="checkbox"/> ارتباط فرعی دارد | <input type="checkbox"/> ارتباط ندارد |
| 2- جدید بودن موضوع: | | | |
| الف- در جهان: | <input type="checkbox"/> بلی | <input type="checkbox"/> خیر | |
| ب- در ایران: | <input type="checkbox"/> بلی | <input type="checkbox"/> خیر | |
| 3- اهداف بنیادی و کاربردی: | <input type="checkbox"/> مطلوب است | <input type="checkbox"/> مطلوب نیست | |
| | <input type="checkbox"/> قابل دسترسی است | <input type="checkbox"/> قابل دسترسی نیست | |
| 4- تعریف مسأله: | <input type="checkbox"/> رسا است | <input type="checkbox"/> رسا نیست | |
| 5- فرضیه‌ها و سؤالها: | <input type="checkbox"/> درست تدوین شده است | <input type="checkbox"/> درست تدوین نشده است | |
| 6- روش تحقیق دانشجو: | <input type="checkbox"/> مناسب است | <input type="checkbox"/> مناسب نیست | |
| 7- محتوی و چهارچوب طرح: | | | |
| | <input type="checkbox"/> از انسجام برخوردار است | <input type="checkbox"/> از انسجام برخوردار نیست | |

مطرح شد و به دلایل زیر مورد موافقت

گروه آموزشی

در جلسه مورخ

قرار نگرفت ☐

قرار گرفت ☐

ذکر دلایل:

امضا و تاریخ:

نام و نام خانوادگی مدیر گروه:

پ - نظر شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده:

موضوع و طرح تحقیق دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد / دکتری رشته

که به تصویب کمیته تخصصی گروه رسیده است، در جلسه مورخ

شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده علوم ریاضی و رایانه طرح شد و پس از بحث و تبادل نظر مورد تصویب اکثریت اعضاء قرار گرفت/ نگرفت.

نام و نام خانوادگی معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده:

امضاء و تاریخ: