

پیشهاد (پروپوزال) طرح های کاربردی مسئله محور

الف) کلیات طرح

۱- عنوان طرح:

به فارسی :

آنالیز یک روش بدون شبکه مبتنی بر هسته برای حل معادلات دیفرانسیل - انتگرال ولترا-فردهلم

به انگلیسی:

Analysis of a meshless kernel-based method for solving Volterra-Fredholm integral equations

۲- مجری مسئول طرح:

دانشکده مستقر: دانشکده ریاضی

نام و نام خانوادگی : مهدی قاسمی

مرتبه علمی و سمت : دانشیار-مدیر گروه ریاضی کاربردی

۳- اعتبار کل طرح: ۲۰۰۰۰۰۰۰ ریال اعتبار معادل طرح (حق تحقیق، هزینه پرسنلی و مسافرت): ۲۰۰۰۰۰۰۰ ریال

۴- زمان اجرای طرح به ماه: ۱۲ شروع: ۹۷/۸/۲۹ خاتمه: ۹۸/۸/۲۹

۵- محل اجرای طرح : دانشگاه شهرکرد

SKU-1394-10MH1/2

۶- منابع تأمین کننده بودجه:

۷- مؤسساتی که با طرح همکاری خواهند داشت (نحوه همکاری) :

۸- خلاصه طرح (حداکثر ۵ سطر) : در این طرح با روش بدون شبکه مبتنی بر هسته برای حل معادلات دیفرانسیل - انتگرال ولترا-فردهلم مورد مطالعه قرار می گیرد. همگرایی و آنالیز روش بحث می شود و در انتها با ارایه چند مثال کارایی روش مشخص می شود.

ب) مشخصات مجری و همکاران طرح:

۱- مجری مسئول طرح:

الف) نام و نام خانوادگی : مرتبه علمی : دانشیار نوع استخدام: رسمی قطعی تاریخ استخدام : ۸۶/۷/۱

محل خدمت : دانشگاه شهرکرد

تلفن محل کار : ۳۳۳۲۱۶۲۲-۰۳۸

ب) نشانی منزل: شهرکرد- میرآباد شرقی - نبش بیست متری دوم و رودکی - مجتمع باران - واحد ۵

ج) به طور متوسط، چند ساعت در هفته به این پروژه اختصاص می دهید؟ ۱۵

د) سایر طرح های در دست اجرا:

ه) مدارج تحصیلی و تخصصی (در حد کارشناسی و بالاتر) :

ردیف	درجه تحصیلی / تخصصی	رشته تحصیلی / تخصصی	مؤسسه - کشور	سال دریافت
۱	کارشناسی	ریاضی	ایران - دانشگاه اصفهان	۱۳۷۹
۲	کارشناسی ارشد	ریاضی کاربردی	ایران - دانشگاه تربیت معلم تهران	۱۳۸۲
۳	دکتری	ریاضی کاربردی	ایران - دانشگاه تربیت معلم تهران	۱۳۸۶

و - فعالیتهای تحقیقاتی، پایان یافته، در حال اجرا و تألیفات در ارتباط با موضوع طرح:

1. M. Fardi, R. Khoshsiar Ghaziani, M. Ghasemi, The Reproducing Kernel Method for Some Variational Problems Depending on Indefinite Integrals, Mathematical Modelling and Analysis, 21(2016)412-429.
2. M. Fardi, M. Ghasemi, Solving nonlocal initial-boundary value problems for parabolic and hyperbolic integro-differential equations in reproducing kernel Hilbert space, Numerical Methods for Partial Differential Equations, (2016)174-198.
3. M. Ghasemi, M. Fardi, R. Khoshsiar Ghaziani, Numerical solution of nonlinear delay differential equations of fractional order in reproducing kernel Hilbert space, Applied Mathematics and Computation, 268(2015)815-831.
4. R. Khoshsiar Ghaziani, M. Ghasemi, M. Fardi, Solving multi-order fractional differential equations by reproducing kernel Hilbert space method, Computational Methods for Differential Equations, 4(3)(2016)170-190.
5. M. Ghasemi, M. Fardi, E. Moradi, A reproducing kernel method for solving systems of integro-differential equations with nonlocal boundary conditions, Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science, Accepted.

۲- سایر مجریان طرح:

ردیف	نام و نام خانوادگی	درجه تحصیلی	رشته تحصیلی	مرتبه علمی	محل کار	میزان مشارکت مالی
اول						
دوم						

۲- همکاران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	درجه تحصیلی	رشته تحصیلی	مرتبه علمی	محل کار	نوع همکاری	میزان همکاری (ساعت)
اول	مجتبی فردی گندمانی	دکتری ریاضی کاربردی	ریاضی کاربردی	استادیار			۵
دوم							

ج) اطلاعات تفصیلی طرح

۱- عنوان و نوع طرح پژوهشی

عنوان به فارسی: آنالیز یک روش بدون شبکه مبتنی بر هسته برای حل معادلات دیفرانسیل - انتگرال ولترا-فردهلم
به انگلیسی:

Analysis of a meshless kernel-based method for solving Volterra-Fredholm integral equations

۲- تشریح جزئیات طرح:

تعریف مسئله:

معادلات دیفرانسیل-انتگرال در بسیاری از رشته‌های علوم و مهندسی به صورت دستگاهی از مدل‌های ریاضی بوجود می‌آیند و به طور طبیعی در شماری از زمینه‌ها از قبیل مکانیک، فیزیک، بوم‌شناسی، زیست-شناسی و غیره ظاهر می‌شوند. مشاهده می‌شود که این دسته معادلات نقش مهمی در مدل‌سازی بسیاری از پدیده‌های مختلف تجزیه و تحلیل مدار و شبیه‌سازی فرآیندهای شیمیایی ایفا می‌کنند. بنابراین حل این نوع معادلات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به اهمیت معادلات دیفرانسیل-انتگرال در علوم مختلف، علاقه و نیاز به روش‌های تحلیلی و عددی روز به روز در حال افزایش است. بنابراین یافتن روش‌هایی با پایه‌ی نظری و آنالیزی قوی که به وسیله آن بتوان این نوع مسائل را حل نمود از اهداف دانشمندان علوم و مهندسی است. لازم به ذکر است که روش‌های بدون شبکه مبتنی بر هسته یکی از روش‌های توانمند در حل اکثر معادلات تابعی است و دارای نظریه قوی در پیدا کردن جواب‌های تحلیلی و تقریبی مسائل می‌باشد.

فرضیات:

درون‌یابی نقاط پراکنده:

فرض کنید $X = \{x_i\}_{i=1}^N \subset \Omega \subset \mathbb{R}^d$ نقاط داده شده باشند که در آن Ω کران‌دار و لپ‌شیتز است. همچنین فرض کنید که $y_i \in \mathbb{R}, i = 1, 2, \dots, N$ مقادیر نقاط متناظر با $\{x_i\}_{i=1}^N$ است و

$$f(x_i) = y_i, \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

مسئله درون‌یابی نقاط پراکنده:

در درون‌یابی نقاط پراکنده هدف یافتن تابع پیوسته P_f است به‌طریقه

$$P_f(x_i) = y_i, \quad i = 1, 2, \dots, N.$$

تابع پیوسته‌ی P_f به‌وسیله‌ی ترکیب خطی از توابع پایه $B_j, j = 1, 2, \dots, N$ داده می‌شود، یعنی؛

$$P_f(x) = \sum_{j=1}^N c_j B_j(x), \quad x \in \mathbb{R}^d$$

و لذا داریم

$$P_f(x_i) = y_i, \quad x_i \in \mathbb{R}^d, y_i \in \mathbb{R}$$

و نتیجه می‌شود

$$\sum_{j=1}^N c_j B_j(x_i) = y_i.$$

با فرض اینکه

$$C = (c_1, c_2, \dots, c_N)^T,$$

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_N)^T, \\ B = (B_{ij})_{n \times n}, \quad B_{ij} = B_j(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, N$$

داریم

$$BC = Y.$$

قضیه: مسأله‌ی درونیابی نقاط پراکنده یک جواب منحصر به فرد دارد (یا به عبارتی دیگر خوش‌وضع است) اگر و فقط اگر ماتریس B نامنفرد باشد.

نکته: اگر $d = 1$ باشد در این صورت مجموعه‌ی نقاط مجزای $\{x_i\}_{i=1}^N$ را می‌توان با یک چندجمله‌ای (از درجه‌ی $N - 1$) درونیابی نمود.

تعریف: فرض کنید فضای متناهی‌البعد $\beta \subseteq C(\Omega)$ پایه‌ای به صورت $\{B_1, B_2, \dots, B_N\}$ دارد. در این صورت β یک فضای هار است اگر برای هر مجموعه از نقاط مجزای $\{x_i\}_{i=1}^N$ در Ω داشته باشیم

$$\det B \neq 0$$

که در اینجا

$$B = (B_{ij})_{n \times n},$$

و

$$B_{ij} = B_j(x_i), \quad i, j = 1, 2, \dots, N.$$

مجموعه‌ی $\{B_1, B_2, \dots, B_N\}$ یک دستگاه هار (یا دستگاه چبیشف) است.

نکته: وجود فضای هار، وارون‌پذیری ماتریس

$$B = (B_{ij})_{n \times n}$$

را تضمین می‌کند.

قضیه: مجموعه $\{B_1, B_2, \dots, B_N\}$ (شامل توابع پیوسته) روی $[a, b]$ یک دستگاه هار است اگر و فقط اگر هر ترکیب خطی غیربدیهی از $B_1, B_2, \dots, B_N$ حداکثر $N - 1$ صفر در بازه (a, b) دارد.

نکته: در حالتی که $d = 1$ (یعنی $x_i \in \mathbb{R}$) مجموعه‌ی چندجمله‌ای‌های از درجه کمتر از $N - 1$ تشکیل یک فضای هار می‌دهد و بنابراین ماتریس

$$B = (B_{ij})_{n \times n}$$

نامنفرد است ولی در ابعاد بالاتر ($d \geq 2$) قضیه متفاوت است که در ادامه به آن می‌پردازیم.

قضیه هار: برای $d \geq 2$ و $N \geq 2$ هیچ دستگاه هار (یا چبیشف) $\beta = \{B_1, B_2, \dots, B_N\}$ روی $\mathbb{R}^d$ وجود ندارد یعنی مجموعه نقاط $X_1 = \{x_i\}_{i=1}^n \subset \Omega \subset \mathbb{R}^d$ موجود است به‌طوری‌که داریم

$$\det(B) = \det(B_j(x_i))_{n \times n} = 0.$$

نکته: در واقع قضیه‌ی هار-مایر هابر-کورتیس بیان می‌کند که اگر بخواهیم در بعد بالا (یعنی $d \geq 2$) مسأله‌ی درونیابی نقاط پراکنده خوش‌وضع باشد نمی‌توانیم فضای $\text{span}\{B_1, B_2, \dots, B_N\}$ را از ابتدا ثابت در نظر بگیریم و در ادامه خواهیم دید که بایستی فضای مذکور وابسته به داده‌های $\{x_j\}_{j=1}^N$ باشد یعنی $B_j(x)$ وابسته به نقاط $\{x_j\}_{j=1}^N$ باشد.

توابع و ماتریس‌های معین مثبت

به منظور به‌دست آوردن فضای هار برای ابعاد بالاتر ماتریس‌های معین مثبت و توابع معین مثبت را تعریف کرده و نتایج جالبی را بیان می‌کنیم.

تعریف: ماتریس متقارن حقیقی A نیمه معین مثبت است اگر

$$\sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N c_j c_k A_{jk} \geq 0, \forall C = (c_1, c_2, \dots, c_N)^T \in \mathbb{R}^N$$

همچنین ماتریس A را معین مثبت گوئیم اگر

$$\sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N c_j c_k A_{jk} > 0, \forall C = (c_1, c_2, \dots, c_N)^T \in \mathbb{R}^N$$

نکته: یک خاصیت مهم ماتریس‌های معین مثبت این است که مفادیر ویژه‌ی آن مثبت است و بنابراین ماتریس معین مثبت نامنفرد است.
تعریف: تابع پیوسته‌ی مقدار مختلط k روی $\mathbb{R}^d$ معین مثبت است اگر

$$\sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N c_j \bar{c}_k K(x_j - x_k) \geq 0, \forall \{x_i\}_{i=1}^N \in \mathbb{R}^d, \forall C \in \mathbb{C}^N,$$

همچنین k روی $\mathbb{R}^d$ اکیداً معین مثبت است هرگاه

$$\sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N c_j \bar{c}_k K(x_j - x_k) > 0, \forall \{x_i\}_{i=1}^N \in \mathbb{R}^d, \forall C \in \mathbb{C}^N,$$

استفاده از توابع اکیداً معین مثبت برای درونیابی نقاط پراکنده

اگر k تابع اکیداً معین مثبت باشد برای N نقطه متمایز $\{x_i\}_{i=1}^N$ ،

$\{k(x - x_1), k(x - x_2), \dots, k(x - x_N)\}$ مستقل خطی‌اند.

با توجه به آنچه بیان شد برای اینکه مسأله‌ی درونیابی نقاط پراکنده خوش‌وضع باشد از توابع اکیداً معین مثبت استفاده می‌کنیم. لذا پایه‌های $\{B_1, B_2, \dots, B_N\}$ روی $\mathbb{R}^d$ را به‌صورت زیر در نظر می‌گیریم:

$$B_j(x) = k(x - x_j), j = 1, 2, \dots, N, x \in \mathbb{R}^d$$

و لذا داریم

$$P_f(x) = \sum_{j=1}^N c_{jk}(x - x_j) = k(x)^T c$$

که در آن

$$k(x)^T = [k(x - x_1), k(x - x_2), \dots, k(x - x_N)]$$

$$C = (c_1, c_2, \dots, c_N)^T$$

با استفاده از داده‌های درونیابی داریم

$$k(x_i)^T c = y_i, i = 1, 2, \dots, N$$

و در نتیجه داریم

$$KC = Y$$

که در آن

$$K = (k_{ij})_{N \times N}, k_{ij} = k(x_i - x_j), i, j = 1, 2, \dots, N$$

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_N)^T$$

با توجه به نامنفرد بودن k داریم

$$C = K^{-1}y$$

و لذا نتیجه می‌شود

$$P_f(x) = K(x)^T K^{-1}y.$$

برخی خواص توابع معین مثبت (اکیداً معین مثبت)

قضیه: برای توابع معین مثبت خواص زیر را داریم:

الف) اگر $\{k_i\}_{i=1}^N$ روی $\mathbb{R}^d$ معین مثبت و مقادیر $c_i, i = 1, 2, \dots, N$ نامنفی باشند، آنگاه $K(x) = \sum_{i=1}^N c_i k_i(x)$ معین مثبت است.

همچنین اگر $\{k_i\}_{i=1}^N$ اکیداً معین مثبت و مقادیر $c_i, i = 1, 2, \dots, N$ مثبت باشند، آنگاه $K(x) = \sum_{i=1}^N c_i k_i(x)$ اکیداً معین مثبت است.

ب) اگر k معین مثبت باشد آنگاه $K(-x) = \overline{K(x)}$.

ج) اگر k معین مثبت باشد آنگاه $K(0) \geq 0, 0 \in \mathbb{R}^d$.

د) اگر k معین مثبت باشد و $K(0) = 0, 0 \in \mathbb{R}^d$ آنگاه $K \equiv 0$.

ه) ضرب توابع معین مثبت (اکیداً معین مثبت)، معین مثبت (اکیداً معین مثبت) است.

و) اگر k تابع معین مثبت باشد آنگاه

$$|K(x)|^2 \leq (K(0))^2, \forall x \in \mathbb{R}^d$$

قضیه: تابع پیوسته مقدار حقیقی k روی $\mathbb{R}^d$ معین مثبت است اگر و فقط اگر تابع k زوج باشد و

$$\forall \{x_i\}_{i=1}^n \in \mathbb{R}^d, \forall C \in \mathbb{C}^N \quad \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N c_j c_k K(x_j - x_k) \geq 0$$

همچنین k روی $\mathbb{R}^d$ اکیداً معین مثبت است هرگاه

$$\forall \{x_i\}_{i=1}^n \in \mathbb{R}^d, \forall C \in \mathbb{R}^d \neq 0 \quad \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N c_j c_k K(x_j - x_k) > 0$$

پایه‌های فضاهای مبتنی بر هسته

تعریف: فرض کنید Ω مجموعه‌ای غیر تهی و $k: \Omega \times \Omega \rightarrow \mathbb{R}$ هسته‌ای معین مثبت باشد، که به راحتی نتیجه می‌شود که متناظر با چنین هسته‌ای، فضای هیلبرت منحصربه‌فرد N_k معروف به فضای بومی با هسته بازتولید k وجود دارد.

مجموعه داده‌های $X = \{x_i\}_{i=1}^n \subseteq \Omega$ و زیرفضای $N_k(X) = \text{span}\{k(\cdot, x_j): x_j \in X\}$ را در نظر می‌گیریم. توابع $k(\cdot, x_j) (1 \leq j \leq n)$ را پایه‌های انتقال هسته می‌نامند. لازم به ذکر است که پایه‌های مبتنی بر هسته به دو دسته پایه‌های مستقل از داده و وابسته به داده تقسیم می‌شوند، که در پایه‌های مستقل از داده نهایتاً تقریب پایه مستقل از داده به پایه‌ای وابسته به داده تبدیل می‌شود. بنابراین در عمل تنها به بررسی داده‌های وابسته به داده می‌پردازیم.

پایه‌های وابسته به داده: مجموعه متناهی از نقاط $X = \{x_i\}_{i=1}^n$ و ماتریس هسته

$$A = \begin{pmatrix} k(x_1, x_1) & \cdots & k(x_1, x_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ k(x_n, x_1) & \cdots & k(x_n, x_n) \end{pmatrix}$$

را در نظر می‌گیریم. هر پایه وابسته به داده را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$u_k(x) = \sum_{j=1}^n k(x, x_j) c_{jk} \quad (3)$$

$$u(x) = T(x)C. \quad (4)$$

بنابراین برای ماتریس

$$\begin{pmatrix} u_1(x_1) & \cdots & u_n(x_1) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ u_1(x_n) & \cdots & u_n(x_n) \end{pmatrix}$$

که به ماتریس ارزیابی معروف است، داریم

$$V = AC$$

و در نتیجه

$$A = VC^{-1}$$

بنابراین عدد وضعیت ماتریس V از عدد وضعیت ماتریس A کمتر است و استفاده از پایه‌های جدید با ماتریس ارزیابی V به پایداری بیشتر در جواب منجر می‌شود.

اهداف اصلی:

اهداف کلی تحقیق به شرح زیر است:

الف) بررسی وجود جواب در فضای بومی در ارتباط با هسته های معین مثبت برای معادلات دیفرانسیل-انتگرال
ج) آنالیز همگرایی و ارائه برخی تقریب خطاها

روش و تکنیک‌های اجرایی:

در روش‌های بدون شبکه مبتنی بر هسته، هسته‌های متقارن و معین مثبت را در نظر گرفته و به یافتن جواب مسأله در فضای بومی متناظر با آن می‌پردازیم. در واقع فضای بومی ایجاد شده، یک $RKHS$ با هسته بازتولید K است و تابع جواب را می‌توان با استفاده از روش‌هایی همچون، روش هم‌مکانی و گالرکین و پترو گالرکین تقریب زد.

منابع:

- [1] Aronszajn, N., 1951, Theory of reproducing kernels, Cambridge, MA: Harvard University.
- [2] F. M. Larkin. Optimal approximation in Hilbert spaces with reproducing kernel functions. Mathematics of Computation, 24(112):911–921, 1970.

- [3] Geng, F., Solving singular second order three-point boundary value problems using reproducing kernel Hilbert space method, *Applied Mathematics and Computation*, 2009, 215,6: 2095-2102.
- [4] Zhou, Y., Cui, M., & Lin, Y., Numerical algorithm for parabolic problems with non-classical conditions, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 2009, 230,2: 770-780.
- [5] Jiang, W., Cui, M., & Lin, Y., Anti-periodic solutions for Rayleigh-type equations via the reproducing kernel Hilbert space method, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2010, 15,7: 1754-1758.
- [6] Geng, F., A novel method for solving a class of singularly perturbed boundary value problems based on reproducing kernel method, *Applied Mathematics and Computation*, 2011, 218,8: 4211-4215.
- [7] Geng, F., & Cui, M., A reproducing kernel method for solving nonlocal fractional boundary value problems, *Applied Mathematics Letters*, 2012, 25,5: 818-823.
- [8] Geng, F. Z., & Li, X. M., A New Method for Riccati Differential Equations Based on Reproducing Kernel and Quasilinearization Methods, *Abstract and Applied Analysis*, 2012, 2012: 1-8.
- [9] Arqub, O. A., Al-Smadi, M., & Shawagfeh, N., Solving Fredholm integro-differential equations using reproducing kernel Hilbert space method, *Applied Mathematics and Computation*, 2013, 219,17: 8938-8948.
- [10] Inc, M., Akgül, A., & Geng, F., Reproducing Kernel Hilbert Space Method for Solving Bratu's Problem, *Bulletin of the Malaysian Mathematical Sciences Society*, 2014, 38,1: 271-287.

۳- کلمات کلیدی: روش بدون شبکه-هسته معین مثبت-معادلات دیفرانسیل-انتگرال

۴- سایر توضیحات لازم:

۴-۱- دلایل ضرورت و توجیه انجام طرح

با توجه به اهمیت معادلات دیفرانسیل-انتگرال در علوم مختلف، علاقه و نیاز به روش‌های تحلیلی و عددی روز به روز در حال افزایش است. بنابراین یافتن روش‌هایی با پایه‌ی نظری و آنالیزی قوی که به وسیله آن بتوان این نوع مسائل را حل نمود از اهداف دانشمندان علوم و مهندسين است. لازم به ذکر است که روش‌های بدون شبکه مبتنی بر هسته یکی از روش‌های توانمند در حل اکثر معادلات تابعی است و دارای نظریه قوی در پیدا کردن جواب‌های تحلیلی و تقریبی مسائل می‌باشد.

۲-۴. نتایج طرح پاسخگوی کدامیک از نیازهای علمی - پژوهشی یا خدماتی و زیرساختی دانشگاه می‌باشد؟

با توجه به کاربردهای معادلات دیفرانسیل - انتگرال در شاخه‌های مختلف علوم و مهندسی نظیر فیزیک و مهندسی مخابرات، این طرح می‌تواند در دانشکده‌های فنی و مراکز تحقیقاتی مورد استفاده قرارگیرد.

۳-۴. چه بخش‌هایی از دانشگاه می‌توانند از نتایج طرح استفاده نمایند؟ (در صورت نیاز توضیح دهید)
پژوهشکده‌های زلزله، فیزیک و مکانیک که روی پدیده‌های طبیعی مانند گرما، موج و زلزله پژوهش می‌کنند.

۴-۴. سابقه علمی طرح و پژوهشهای انجام شده با ذکر مأخذ به ویژه در ایران؟
۴-۵. سابقه علمی طرح و پژوهشهای انجام شده با ذکر مأخذ به ویژه در ایران؟ آیا پیشنهاد طرح پژوهشی حاضر ارتباطی با پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی کارشناسی ارشد/دکتری که با راهنمایی جنابعالی انجام پذیرفته / در حال انجام است دارد؟
بلی ☐ خیر ☒
در صورت مثبت بودن پاسخ، ضمن ذکر عنوان پایان‌نامه‌های مربوطه لطفاً میزان انطباق را مشخص فرمائید.

۵- زمان بندی

مدت زمان لازم برای اجرای طرح (به ماه): تاریخ شروع: تاریخ خاتمه: مدت زمان:

جدول مراحل اجرای پروژه و پیش‌بینی زمان هر مرحله:

شرح مختصر مراحل	جدول زمانی به ماه																										ملاحظات*										
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	
۱ تهیه مطالب مقدماتی	*																																				
۲ یافتن شرایط برقراری حکم مورد نظر								*																													
۳ نتیجه گیری نهایی		*																																			

☐ خیر

☐ بلی

۶- برای این طرح از سازمانهای دیگر نیز درخواست اعتبار شده است؟
در صورت مثبت بودن جواب لطفاً نام سازمان، نوع و میزان همکاری را مرقوم فرمایند؟

۷- هزینه پرسنلی پیش بینی شده با ذکر مشخصات کامل، میزان اشتغال و حق الزحمه:

نوع مسئولیت	میزان ساعت کار	حق التحقیق * و حق الزحمه به ساعت	جمع کل
مجری مسئول			
سایر مجریان			
سایر مجریان			
سایر همکاران			
سایر همکاران			
سایر همکاران			
جمع			

توضیحات:

*- حداکثر تا میزان مقرر در آئین نامه طرح های کاربردی مسئله محور دانشگاه شهرکرد در کمیته بررسی کننده طرح های کاربردی مسئله محور و پس از تأیید هیئت رئیسه دانشگاه.

۸- فهرست وسائل و مواد مورد نیاز طرح که می‌باید از اعتبار طرح از داخل یا خارج کشور خریداری شود:

نام دستگاه / مواد	شرکت دارنده و یا فروشنده	کشور سازنده	مصرفی یا غیر مصرفی	آیا در ایران موجود است	تعداد/مقدار	قیمت ریال یا ارز	قیمت کل ریال یا ارز	در چه مرحله از طرح مورد نیاز است؟
جمع هزینه‌های وسایل و مواد				به ریال				
جمع هزینه‌های وسایل و مواد				به دلار				

توضیحات:

- در صورتیکه این مواد و یا دستگاه در ایران موجود باشد دلایل انتخاب نوع خارجی را ذکر نمایید.

- در صورتی که مواد و یا دستگاهها در دانشکده ها و یا مراکز تحقیقاتی دانشگاه جهت بهره‌گیری در دسترس باشد، دلایل خرید آنها مشخص کنید.

۱۰- پیش بینی هزینه مسافرت داخل (در صورت لزوم)

مقصد	تعداد مسافرت در مدت اجرای طرح و منظور آن	نوع وسیله نقلیه	تعداد افراد	هزینه به ریال
جمع هزینه‌های مسافرت				

۱۱- هزینه‌های دیگر مربوط به طرح

ریال	۱- ۱۱- هزینه‌های چاپ و تکثیر
ریال	۲- ۱۱- هزینه‌های تهیه نشریات و کتب لازم
ریال	۳- ۱۱- سایر هزینه‌ها (لطفاً نام ببرید) پیش بینی نشده
ریال	جمع هزینه‌های دیگر

۱۲- کل اعتبار طرح

جمع هزینه‌ها	ریال	ارز
جمع هزینه‌های پرسنلی		
جمع هزینه‌های وسایل و مواد		
جمع هزینه‌های مسافرت		
جمع هزینه‌های دیگر		
جمع هزینه‌های سالانه		
جمع کل هزینه‌های طرح ریال	ارزی	دلار
	ریالی	ریال

مبلغی که از منابع دیگر کمک خواهد شد و نحوه مصرف آن:

نام و امضاء مجری مسئول طرح:	امضاء	تاریخ:
نام و امضاء مجری (اول) طرح:	امضاء	تاریخ:
نام و امضاء مجری (دوم) طرح:	امضاء	تاریخ:
نام و امضاء همکار طرح:	امضاء	تاریخ:
نام و امضاء همکار طرح:	امضاء	تاریخ: