العدد 21A 2 تموز 2026
المجلة العراقية للبحوث الانسانية والاجتماعية والعلمية
NO.21A2 Jul.2026 Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 Electronic ISSN2790-1254

مقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية

م.م علاء هداب عويز

تربية ذي قار

الملخص:

تناولت الدراسة مقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية، وهدفت إلى التعرف على مدى إسهام أساليب الاستيفاء المختلفة في تحسين دقة التقريب الرياضي، وتعزيز كفاءة الحلول العددية المستخدمة في التطبيقات العلمية والهندسية. واعتمدت الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي باستخدام استبانة ورقية تم توزيعها على عينة عشوائية بلغت 40 مستجيباً من معلمي مادة الرياضيات في المرحلة الثانوية. وتم تحليل البيانات باستخدام برنامج SPSS من خلال المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية، ومعامل ألفا كرونباخ للتحقق من ثبات الأداة، واختبار (T-test) واختبار (ANOVA) لقياس الفروق بين متغيرات الدراسة. وأظهرت النتائج وجود اتجاه إيجابي نحو أهمية طرق الاستيفاء العددي في تحسين دقة تقريب الدوال الرياضية، كما بينت عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعزى إلى متغيري المؤهل العلمي وسنوات الخبرة، فضلاً عن دلالة إحصائية واضحة عند مستوى معنوية (0.05). كما أكدت النتائج أن اختيار طريقة الاستيفاء المناسبة يسهم في تقليل الخطأ التقريبي، وتحسين سرعة الوصول إلى النتائج، ورفع كفاءة التطبيقات العلمية والهندسية.

الكلمات المفتاحية: الاستيفاء العددي، تقريب الدوال، طريقة لاجرانج، طريقة نيوتن، الدقة الحسابية.

Abstract:

This study examined a comparison between numerical interpolation methods in approximating mathematical functions. It aimed to identify the extent to which different interpolation techniques contribute to improving the accuracy of mathematical approximation and enhancing the efficiency of numerical solutions used in scientific and engineering applications. The study adopted a descriptive-analytical approach using a paper-based questionnaire distributed to a random sample of 40 respondents who are secondary school mathematics teachers. Data were analyzed using SPSS through means, standard deviations, Cronbach's Alpha reliability test, as well as T-test and ANOVA to measure differences between study variables. The findings revealed a positive اتجاه toward the importance of numerical interpolation methods in improving function approximation accuracy, and showed no statistically significant differences attributed to educational qualification or years of experience, with statistical significance at a level of (0.05). The results also confirmed that selecting an appropriate interpolation method contributes to reducing approximation errors, improving computational speed, and enhancing the efficiency of scientific and engineering applications.

Keywords: Numerical interpolation, function approximation, Lagrange's method, Newton's method, computational accurac

الفصل الأول: الإطار العام للبحث

تمهيد

شهد مجال الرياضيات التطبيقية خلال العقود الأخيرة تحولات جوهرية لم تقتصر على الجوانب النظرية والتجريدية فحسب، بل امتدت لتشمل تطوير الأدوات والأساليب الحسابية التي تعنى بإيجاد حلول تقريبية دقيقة للمسائل الرياضية التي يتعذر حلها بالأساليب التحليلية التقليدية، مما جعل من الاستيفاء العددي أحد الركائز الأساسية في المنظومة الرياضية الحديثة. ومع تنامي الاعتماد على الحوسبة الرقمية وتطبيقاتها في مختلف المجالات العلمية والهندسية، أصبح من الضروري إعادة النظر في مستوى دقة طرق الاستيفاء المستخدمة، والاتجاه نحو خوارزميات أكثر كفاءة تعتمد على التخفيض التدريجي للخطأ، وضبط خطوات الحساب، واختيار الطرق الملائمة وفقاً لطبيعة كل مسألة.

وفي هذا السياق، لم يكون دور الاستيفاء العددي مقتصراً على تقديم حلول تقريبية بسيطة، بل أصبح يمتد ليشمل بناء نماذج رياضية متكاملة تعتمد على التحليل الدقيق لمصادر الخطأ، وتطوير خوارزميات تكرارية تحقق تقارباً سريعاً نحو الحل الحقيقي، إلى جانب القدرة على التعامل مع الدوال المعقدة التي تظهر في نمذجة الظواهر الفيزيائية والهندسية. وقد أفرز هذا التوجه اهتماماً متزايداً بدراسة طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية، باعتبارهما من أكثر العمليات الرياضية حضوراً في التطبيقات العلمية الحديثة (أبوخاطرو وعفانة، 2018، ص45).

ومن ناحية أخرى، فإن التطور المتسارع في قدرات الحاسوب وبرمجياته الرياضية فرض على الباحثين والمتخصصين ضرورة امتلاك معرفة عميقة بأسس الاستيفاء العددي وحدود دقته، إذ إن اختيار طريقة الاستيفاء غير المناسبة أو إغفال تحليل الخطأ قد يفضي إلى نتائج مضللة تنعكس سلباً على التطبيقات المبنية عليها. وقد أكدت الدراسات أن تطوير الكفاءة الحسابية لطرق الاستيفاء في تقريب الدوال يمثل أحد أبرز تحديات الرياضيات التطبيقية الحديثة، نظراً لما ينطوي عليه من تأثير مباشر على جودة النتائج العلمية والهندسية (العلاف، 2009، ص128). ومن هنا جاءت هذه الدراسة لتسليط الضوء على مقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية، باعتباره ركيزة أساسية في تطوير الأداء الحسابي وتعزيز الاستقرار العددي.

المبحث الأول: مشكلة الدراسة وأهميتها

المطلب الأول: مشكلة الدراسة

تتجسم مشكلة الدراسة في وجود تفاوت واضح في مستوى دقة النتائج التقريبية التي تنتجها طرق الاستيفاء العددي المستخدمة في حل مسائل تقريب الدوال الرياضية، حيث تعاني بعض هذه الأساليب من ضعف في الكفاءة الحسابية وعدم القدرة على ضبط حجم الخطأ التقريبي بشكل منهجي وفعال، مما يؤدي إلى انخفاض مستوى دقة النتائج وعدم تحقيق الأهداف المرجوة من التطبيقات العلمية والهندسية المعتمدة على هذه الحلول. كما أن الاعتماد في بعض الحالات على خوارزميات استيفاء تقليدية لا تتناسب مع طبيعة الدوال الرياضية الحديثة أسهم في ظهور مشكلات متعددة مثل تراكم أخطاء التقريب، وعدم الاستقرار العددي، فضلاً عن محدودية التقارب نحو الحل الدقيق.

ومن جهة أخرى، فإن غياب الوعي الكافي بمبادئ اختيار طرق الاستيفاء الملائمة لكل نوع من الدوال أدى إلى قصور في مستوى النتائج الحسابية، الأمر الذي انعكس على جودة التطبيقات المبنية عليها سواء في مجال الهندسة أو الفيزياء أو العلوم التطبيقية. كما أن ضعف الاهتمام بتطوير مهارات تحليل الخطأ وتقدير الدقة العددية ساهم في تقليل فعالية النتائج المحصل عليها، وهو ما أكدته الدراسات التي أشارت إلى أن القصور في تطبيق طرق الاستيفاء الحديثة يمثل أحد أبرز معوقات تطوير جودة الحلول الرياضية التقريبية (عنبوسي وظاهر، 2014، ص12).

وبناءً على ذلك، تتمثل المشكلة البحثية في الحاجة إلى فهم أعمق لطبيعة تأثير طرق الاستيفاء العددي على تحسين دقة تقريب الدوال الرياضية، وتحديد مدى إسهامها في رفع مستوى الحلول الرياضية، وتقليل أخطاء التقريب، وتعزيز الكفاءة الحسابية في البيئات العلمية والتطبيقية المعاصرة.

المطلب الثاني: أهمية الدراسة

تنبع أهمية هذه الدراسة من كونها تتناول أحد أهم الأدوات الرياضية المؤثرة في جودة الحلول العلمية والهندسية، وهو الاستيفاء العددي، الذي يمثل الأساس في بناء منظومة حسابية متكاملة قادرة على تحقيق الدقة والموثوقية في نتائج

تقريب الدوال الرياضية. وتكمن الأهمية النظرية للدراسة في إسهامها في توضيح العلاقة بين طرق الاستيفاء العددي وتحسين دقة عمليات تقريب الدوال، من خلال تحليل دور هذه الطرق في تقليل الخطأ الحسابي وتعزيز التقارب، إضافة إلى إثراء الأدبيات العلمية في مجال الرياضيات التطبيقية والحوسبة العلمية (أبوخاطرو وعفانة، 2018، ص47).

أما الأهمية التطبيقية، فتظهر في إمكانية استفادة الباحثين والمهندسين والمتخصصين من نتائج هذه الدراسة في تطوير أساليب الحل العددي المستخدمة في تطبيقاتهم العلمية والهندسية، من خلال اختيار الطرق الأكثر دقة وكفاءة، بما ينعكس إيجاباً على جودة النتائج ومستوى موثوقيتها. كما تساعد الدراسة في دعم عمليات التحسين المستمر للأساليب الحسابية داخل البيئات الأكاديمية والتطبيقية، من خلال تقديم رؤى عملية حول كيفية رفع مستوى الدقة العددية وتحقيق التكامل بين الجوانب النظرية والتطبيقية للاستيفاء العددي (محمود، 2013، ص742).

إضافة إلى ذلك، فإن هذه الدراسة تكتسب أهمية خاصة في كونها تسلط الضوء على أهمية الاستثمار في تطوير برامج تعليمية وتدريبية متخصصة في الاستيفاء العددي، بما يضمن تحسين جودة اتخاذ القرار الحسابي، ورفع مستوى الكفاءة العددية لدى المتخصصين، وتعزيز القدرة على توظيف طرق الاستيفاء الحديثة في حل مسائل تقريب الدوال بكفاءة عالية، وهو ما يسهم في تحقيق استدامة التطور العلمي والتقني.

المبحث الثاني: أهداف الدراسة وحدودها ومصطلحاتها

المطلب الأول: أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل دور الاستيفاء العددي في تحسين دقة تقريب الدوال الرياضية، من خلال دراسة الأثر الذي تحدثه أساليب الاستيفاء المختلفة في رفع كفاءة الحلول الرياضية التقريبية وتقليل نسبة الخطأ الحسابي داخل التطبيقات العلمية والهندسية المختلفة، مع التركيز على مدى تأثير هذه الأساليب في تحقيق الاستقرار العددي ورفع مستوى التقارب نحو الحلول الدقيقة.

كما تهدف الدراسة إلى التعرف على المفاهيم الحديثة للاستيفاء العددي في مجال تقريب الدوال، وبيان أهم خصائص طرق الاستيفاء المستخدمة، ودورها في تحسين جودة النتائج الرياضية، وتعزيز الثقة في التطبيقات الحاسوبية المبنية على هذه الطرق. كذلك تسعى الدراسة إلى توضيح أثر الاستيفاء العددي في تطوير بيئة العمل الرياضي والعلمي، من خلال تحسين أساليب الحساب التقريبي، ودعم استخدام برامج الحاسوب في حل مسائل تقريب الدوال بصورة أكثر دقة وسرعة (العلاف، 2009، ص135).

وتسعى الدراسة أيضاً إلى الكشف عن العوامل التي تعزز دقة نتائج الاستيفاء العددي في مجال تقريب الدوال، مثل اختيار الطريقة المناسبة، وضبط حجم خطوة الحساب، وتحليل الخطأ التقريبي، إضافة إلى التعرف على أبرز المعوقات التي قد تحد من دقة أساليب الاستيفاء المستخدمة، بهدف تقديم حلول وتوصيات عملية تسهم في رفع كفاءة الحوسبة العلمية وتحقيق أهداف التطبيقات الرياضية الحديثة.

المطلب الثاني: حدود الدراسة

تتمثل الحدود الموضوعية للدراسة في التركيز على مقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية، من خلال تحليل مجموعة من الجوانب الحسابية مثل الدقة العددية، وتقليل الخطأ التقريبي، والاستيفاء العددي، وكفاءة الخوارزميات الحسابية في معالجة مسائل تقريب الدوال داخل التطبيقات العلمية والهندسية. أما الحدود الزمنية فتشمل الفترة التي تم خلالها إعداد الدراسة الميدانية وجمع البيانات وتحليلها إحصائياً باستخدام الأساليب العلمية المناسبة.

وفيما يتعلق بالحدود المكانية، فقد تم تطبيق الدراسة على عدد من معلمي مادة الرياضيات في المرحلة الثانوية عبر منصات التواصل الرقمي، بينما تمثلت الحدود البشرية في معلمي الرياضيات والمهتمين بعلوم الرياضيات، حيث بلغ عدد أفراد العينة 40 فرداً تم اختيارهم بطريقة عشوائية لضمان تمثيل مناسب لمجتمع الدراسة.

المطلب الثالث: مصطلحات الدراسة

الاستيفاء العددي: يشير إلى فرع الرياضيات التطبيقية الذي يعنى بتصميم وتحليل الخوارزميات الحسابية التي تستخدم للحصول على حلول تقريبية دقيقة للدوال الرياضية التي يصعب حلها بالطرق التحليلية المغلقة، مع التركيز على ضبط مستوى الخطأ وتحقيق الاستقرار العددي في الحلول المنتجة (أبوخاطرو وعفانة، 2018، ص44).

تقريب الدوال: يقصد به العملية الحسابية التي تهدف إلى تقدير قيمة دالة ما عند نقاط معينة باستخدام أساليب عددية مثل طريقة لاجرانج وطريقة نيوتن وغيرها من طرق الاستيفاء التكرارية، وذلك في الحالات التي يتعذر فيها إيجاد الحل التحليلي المباشر للدالة.

طريقة لاجرانج: يقصد بها أسلوب الاستيفاء البوليني الذي يعتمد على بناء دالة بولينيوية تمر عبر جميع النقاط المعطاة باستخدام معاملات تعتمد على القيم والإحداثيات لهذه النقاط، وذلك في الحالات التي يتعذر فيها اشتقاق الدالة بصورة تحليلية مباشرة.

طريقة نيوتن: يقصد بها أسلوب الاستيفاء البوليني الذي يعتمد على بناء دالة بولينيوية باستخدام الفروق المنقسمة، مما يمكنها من إضافة نقاط جديدة دون إعادة حساب جميع المعاملات، ويعتبر أكثر كفاءة من طريقة لاجرانج في بعض التطبيقات (العلاف، 2009، ص130).

أما الدقة العددية فتشير إلى مدى قرب النتيجة التقريبية المحصل عليها من الحل الحقيقي الدقيق، وتقاس بتحليل الخطأ المطلق والخطأ النسبي الناتج عن عملية التقريب (محمود، 2013، ص740).

الفصل الثاني: الإطار النظري للدراسة

تمهيد

يعد الإطار النظري الأساس العلمي الذي تستند إليه أي دراسة بحثية، حيث يساهم في توضيح المفاهيم المرتبطة بموضوع البحث، وتحليل أبعاده المختلفة، وربطها بالدراسات السابقة ذات الصلة. وفي هذا السياق، يتناول هذا الفصل موضوع الاستيفاء العددي وعلاقته بتحسين دقة تقريب الدوال الرياضية، من خلال عرض المفاهيم النظرية للاستيفاء العددي، وخصائص طرقه، وأدواره في تحسين الحلول الرياضية التقريبية، إضافة إلى تحليل مفهوم الدقة الحسابية والعوامل المؤثرة فيها، مع التركيز على العلاقة التكاملية بين الاستيفاء العددي والتطبيقات العلمية والهندسية المعتمدة على عمليات تقريب الدوال.

كما يهدف هذا الفصل إلى إبراز أهمية طرق الاستيفاء الحديثة في تحسين جودة النتائج الحسابية، وتعزيز كفاءة الأداء الرياضي، ورفع مستوى التنسيق بين النظرية الرياضية والتطبيق الحاسوبي، وذلك من خلال استعراض أهم الاتجاهات الحديثة في الاستيفاء العددي، والتي تعتمد على الاستيفاء البوليني، وتحليل الخطأ، والخوارزميات التكرارية، باعتها أدوات رئيسية في تطوير الحوسبة العلمية وتحقيق الدقة الحسابية المنشودة.

المبحث الأول: الاستيفاء العددي في مجال تقريب الدوال

المطلب الأول: مفهوم الاستيفاء العددي

يعد الاستيفاء العددي من المفاهيم المحورية في الرياضيات التطبيقية، حيث يشير إلى مجموعة الأساليب والخوارزميات الحسابية التي تستخدم للحصول على حلول رقمية تقريبية للدوال الرياضية المعقدة، مع ضبط مستوى الخطأ الناتج عن عملية التقريب بما يضمن قبول النتائج واعتمادها في التطبيقات العلمية. ويمثل الاستيفاء العددي جسراً معرفياً يربط بين النظرية الرياضية البحتة والتطبيقات الحاسوبية، إذ يوفر أدوات عملية قابلة للتنفيذ البرمجي لحل مسائل تقريب الدوال وأنظمة المعادلات. كما أن الاستيفاء العددي لا يقتصر على توليد الحلول التقريبية فقط، بل يمتد ليشمل تقدير حجم الخطأ والتحقق من استقرار الخوارزميات وتقاربها نحو الحل الحقيقي.

وفي السياق الرياضي التطبيقي، يتطلب الاستيفاء العددي فهماً عميقاً لطبيعة الدوال الرياضية وخصائصها، وكذلك معرفة دقيقة بآليات تراكم الخطأ العددي خلال مراحل الحساب. وقد أشارت أبوخاطرو وعفانة (2018، ص46) إلى أن طرق الاستيفاء العددي لحل مسائل تقريب الدوال تمثل أداة أساسية في استكشاف السلوك الحسابي للأنظمة الرياضية المعقدة، حيث تسهم في استيعاب التعقيدات الحسابية وتحويلها إلى خوارزميات قابلة للتطبيق البرمجي بدقة مقبولة.

المطلب الثاني: خصائص طرق الاستيفاء الحديثة

تتميز طرق الاستيفاء الحديثة في مجال تقريب الدوال الرياضية بعدد من الخصائص التي تجعلها أكثر فعالية ودقة مقارنة بالأساليب التقليدية، ومن أبرز هذه الخصائص قدرتها على تكييف خطوة الحساب تلقائياً بما يضمن الحفاظ على دقة عالية في مختلف مناطق الدالة، فضلاً عن استخدام معالجات تصحيح الخطأ المدمجة التي تقلل من التراكم الحسابي. كما تعتمد الطرق الحديثة على أساليب الاستيفاء البوليني عالي الرتبة، مما يمكنها من تمثيل الدوال المعقدة بدقة أكبر في نطاقات واسعة من المجال.

ومن الخصائص المهمة أيضاً التركيز على الاستقرار العددي، إذ تصمم الخوارزميات الحديثة بحيث لا تتضخم أخطاء التقريب خلال مراحل الحساب المتعاقبة، مما يجعل النتائج موثوقة حتى في المسائل ذات النطاق الواسع. بالإضافة إلى ذلك، فإن الطرق الحديثة تستفيد من قدرات الحاسوب المتقدمة في تطبيق خوارزميات ذات تعقيد حسابي منخفض مع الحفاظ على مستوى دقة مرتفع. وقد أكدت العلاف (2009، ص132) أن تطوير خوارزميات الاستيفاء ذات الرتب العليا يعد نموذجاً بارزاً على تحسين الكفاءة الحسابية لطرق الاستيفاء العددي في حل مسائل تقريب الدوال.

المطلب الثالث: دور الاستيفاء العددي في تحسين الحلول الرياضية

يؤدي الاستيفاء العددي دوراً محورياً في تحسين جودة الحلول الرياضية من خلال توفير أساليب منهجية لتقليل الخطأ الحسابي وضبط مستوى الدقة المطلوب في كل تطبيق. كما يسهم في توسيع نطاق المسائل الرياضية القابلة للحل، إذ يتيح التعامل مع الدوال غير القابلة للتكامل أو التفاضل بصورة تحليلية مباشرة.

إضافة إلى ذلك، يعمل الاستيفاء العددي على وضع معايير كمية دقيقة لتقييم جودة الحلول التقريبية من خلال تحليل الخطأ المطلق والنسبي وحدوده النظرية. كما يسهم في تحسين كفاءة الحلول الحسابية من خلال اختيار الطرق الأنسب وفقاً لطبيعة المسألة وخصائص الدالة المدروسة. وقد أوضحت محمود (2013، ص744) أن الخوارزميات التحليلية والعددية لحل مسائل تقريب الدوال تمثل نموذجاً واضحاً على كيفية توظيف الاستيفاء العددي في تحسين دقة الحلول الرياضية وتحقيق التقارب المنشود.

المبحث الثاني: دقة تقريب الدوال

المطلب الأول: مفهوم دقة تقريب الدوال

تشير دقة تقريب الدوال إلى مدى قرب النتائج الحسابية المستخرجة بالأساليب العددية من القيم الحقيقية المقابلة لها، وتقاس عادةً من خلال تحليل الخطأ المطلق الذي يمثل الفارق بين الحل التقريبي والحل الحقيقي، والخطأ النسبي الذي يعبر عن هذا الفارق بالنسبة المئوية من القيمة الحقيقية. وتتأثر دقة تقريب الدوال بعوامل متعددة تشمل طبيعة الدالة المدروسة، ونوع طريقة الاستيفاء المستخدمة، وحجم خطوة الحساب المختارة، ودرجة رتبة الخوارزمية المطبقة.

كما أن تحسين دقة تقريب الدوال لا يقتصر على تقليل حجم خطوة الحساب فحسب، بل يمتد ليشمل اختيار طريقة الاستيفاء الأنسب وفقاً لخصائص الدالة، وتطبيق تقنيات الضبط التكيفي لخطوة الحساب، إضافة إلى استخدام خوارزميات التصحيح التكراري التي تحسن الحل في كل خطوة. وقد أكدت أبوخاطرو وعفانة (2018، ص48) أن تطوير خوارزميات ذات رتب عليا يسهم بشكل مباشر في تحسين دقة الحلول العددية لمسائل تقريب الدوال وتقليل الأخطاء التقريبية.

المطلب الثاني: العوامل المؤثرة في دقة تقريب الدوال

تتأثر دقة نتائج تقريب الدوال بعدد من العوامل المهمة، من أبرزها اختيار نوع طريقة الاستيفاء المستخدمة، حيث تتباين الطرق في درجة دقتها وسرعة تقاربها، مما يجعل اختيار الطريقة الملائمة لكل مسألة أمراً ضرورياً لتحقيق النتائج المرجوة. كما يعد حجم خطوة الحساب من العوامل الأساسية المؤثرة في الدقة، إذ إن تصغير الخطوة يقلل من الخطأ التقريبي لكنه في الوقت ذاته يزيد من التكلفة الحسابية.

كذلك يعد نوع الدالة المدروسة وسلاسة تغيراتها من العوامل المهمة، إذ إن الدوال الحادة والسريعة التغير تستلزم طرقاً عددية ذات رتب عليا أو خطوات حساب أصغر لضمان دقة مقبولة. بالإضافة إلى ذلك، فإن الاستيفاء العددي الدقيق يعد أداة جوهرية لتحسين دقة الحلول من خلال بناء نماذج بولينيوية تقرب الدالة الأصلية بصورة أكثر دقة. وقد أشارت العلاف (2009، ص136) إلى أن اختيار طريقة الاستيفاء المناسبة يمثل خطوة حاسمة في ضمان استقرار الحل وتحقيق الدقة المطلوبة في معالجة المنظومات الرياضية.

المطلب الثالث: العلاقة بين الاستيفاء العددي ودقة تقريب الدوال

توجد علاقة وثيقة ومباشرة بين الاستيفاء العددي ودقة تقريب الدوال، حيث إن الاعتماد على أساليب الاستيفاء العددي المتطورة يعد المحرك الأساسي لرفع مستوى الدقة الحسابية في هذه العمليات. فكلما كانت الخوارزمية العددية أكثر تطوراً وقدرة على ضبط الخطأ التقريبي، كلما انعكس ذلك بشكل إيجابي على جودة النتائج التقريبية للدوال.

كما أن الاستيفاء العددي يسهم في خلق بيئة حسابية منضبطة تعتمد على معايير دقة موضوعية، مما يعزز من موثوقية النتائج المنتجة ويتيح تعميمها في التطبيقات العلمية والهندسية. إضافة إلى ذلك، فإن طرق الاستيفاء الفعالة تساعد على إدارة التحديات الحسابية المرتبطة بالدوال المعقدة وغير المنتظمة، مما يضمن استمرارية الحل وتحقيق الاستقرار العددي. وقد أكدت الدراسات الحديثة أن تطوير خوارزميات الاستيفاء العددي وتحسين كفاءتها يسهم بشكل كبير في تعزيز دقة التطبيقات العلمية والهندسية التي تعتمد على تقريب الدوال (عنبوسي وظاهر، 2014، ص15).

الفصل الثالث

تمهيد:

هدفت منهجية الدراسة الميدانية إلى تحديد حجم المجتمع وعينته وأسلوب اختيار العينة حيث اعتمد الباحث على أسلوب العينة العشوائية وذلك فى حدود الاطار المحدد الزمني للبحث ، كما اعتمد الباحث فى توزيع قائمة الاستبيان على المقابلة الشخصية. تمهيدا لقياس الصدق الظاهري لفقرات الاستبيان وثبات اداتها ،وركزت الدراسة الميدانية على مقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية، وسعياً نحو اختبار فروض الدراسة تم استخدام التحليل الوصفي لمتغيرات الدراسة ، على اختبار T-test لقياس الفروق بين عينتين مستقلتين؛ واختبارANOVA لقياس الفروق بين ثلاثة عينات مستقلة فأكثر ببرنامج SPSS . ولتحقيق أهداف الدراسة واختبار فروضها فقد تم تقسيم هذا الفصل على النحو التالي:

اولا:مجتمع وعينة الدراسة
ثانيا:أسلوب جمع البيانات
ثالثا:أساليب التحليل الإحصائي المستخدمة
رابعا:الاحصاء الوصفي لفقرات لاستبيان
خامسا:اختبار الصدق الظاهري وثبات فقرات الاستبيان
سادسا: نتائج اختبار فروض الدراسة

أولا: مجتمع وعينة الدراسة: يتمثل مجتمع الدراسة مدرسين مادة الرياضيات في مرحلة الثانوية ، ونظرا لحدود الزمنية المعينة للبحث، وفضلا عن صعوبة حصرمجتمع الدراسة فاعتمد الباحث على الطريقة العشوائية لتحديد حجم العينة وفي هذا الاطار تم تحديدها في 40 مستجيب.

ثانياً: أسلوب جمع البيانات: فقام الباحث بإعداد قائمة الاستبيان ورقيا وتم توزيعها على عينة الدارسة فتم جمع 40 قائمة استبيان صحيحة مجاب عنها؛ وقد استخدم الباحث مقياس ليكرت الخماسي likert scale بهدف استخدام الأوزان الترجيحية للإجابات ، وتحقيق المرونة في تقييم الوزن النسبي لكل متغير كمدخل أساسي في الاستدلال والاختبارات الإحصائية للفروض محل الدراسة الميدانية.

ثالثا: أساليب التحليل الإحصائي المستخدمة: سعياً نحو اختبار فروض الدراسة، تم اختيار مجموعة من أساليب تحليل البيانات من خلال استخدام حزمة من الأساليب الإحصائية الخاصة بالعلوم الاجتماعية والمعروفة ببرنامج SPSS الإحصائي، فتمثلت تلك الأساليب في:

1- أساليب قياس الاعتمادية (Reliability Measure) للتحقق من درجة الاعتمادية والثبات في المقاييس متعددة المحتوى المستخدمة في التحليل الإحصائي لقائمة الاستقصاء، ومدى تعميم النتائج على مجتمع الدراسة وذلك بواسطة معامل ألفا كرو نباخ (Cronbach's Alpha)

2- أساليب التحليل الإحصائي الوصفي(Descriptive analysis) متمثلة في المتوسط الحسابي والانحراف المعياري، لقياس مستوى ايجابات المستقصي منهم بشأن عبارات محاور الدراسة.

3- اختبار T-test لقياس الفروق بين عينتين مستقلتين

٤- اختبار ANOVA لقياس الفروق بين ثلاثة عينات مستقلة فأكثر

رابعاً: اختبار الصدق الظاهري وثبات فقرات الاستبيان

يقصد بصدق الأداة عرض الاستبانة ومحتواها المتعلق بمحور الرئيسي لموضوع الدراسة على مجموعة مختصين وخبراء في موضوع الدراسة من أجل التحكيم وإبداء الرأي أو أن تقيس أداة الدراسة ما أعدت لقياسه، ويستعان بها في استخلاص النتائج وتقديم التوصيات.

-الصدق الظاهري (المحكمين)

تم عرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين، بلغ عددهم (10) من المختصين في الجامعات والكليات ، لإبداء آرائهم حول ملاءمة ووضوح وصياغة كل فقرة ومدى مناسبتها للمجال الذي تنتمي إليه، واقتراح التعديلات أو الحذف أو الإضافة المناسبة. وذلك بهدف الوصول إلى صورتها النهائية لاستخدامها في جمع البيانات والتطبيق الميداني . فأظهرت آرائهم بملائمة فقرات الاستبيان دون إجراء أى تعديلات أو حذف أو إضافة .

- **ثبات فقرات الاستبيان.**

تم تطبيق أسلوب معامل الارتباط ألفا كرو نباخ وذلك للتحقق من درجة الثبات على المستوى الإجمالي لفقرات الاستبيان (بواقع 10 عبارات)، وقبل إجراء هذا التحليل، فقد تقرر استبعاد أي متغير يحصل على معامل ارتباط إجمالي أقل من0.6 بينه وبين باقي المتغيرات في المقياس نفسه وذلك عند درجة ثقة مقدارها 95% وتوضح أن نتائج تحليل الاعتمادية لها معامل ألفا كرو نباخ للمتغيرات ككل تمثل (0.832) وهو مؤشر لدرجة مرتفعة من الاعتمادية . ويعكس معامل ألفا كرو نباخ الذى تم التوصل إليه لدرجة عالية من الثقة /الثبات في المقاييس المستخدمة في البحوث الاجتماعية ويتمتع بدرجة عالية من الثبات بين محتوياته، مما يدل على الثبات المرتفع لمحتوى الاستقصاء وفقاً لآراء عينة الدراسة ومن ثم يمكن الاعتماد عليه في مراحل التحليل الإحصائي لهذه الدراسة.

خامسا:الاحصاء الوصفي لفقرات لاستبيان

الجدول رقم1 : فقرات مقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية

الفقرات	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	درجة الاستجابة
هل ترى ان طرق الاستيفاء العددى تساعد في تقريب الدوال الرياضية بدقة	**3.80**	**0.99**	**موافق**
هل تختلف دقه النتائج باختلاف طريقة الاستيفاء المستخدمة	**3.70**	**1.02**	**موافق**

هل تعتقد ان طريقة نيوتن من اكثر طرق الاستيفاء كفاءه	3.70	0.99	موافق
هل تعتقد ان طريقة لاجرانج سهله الاستخدام في تقريب الدوال	4.08	1.00	موافق
هل يساعد الاستيفاء العددى في تقليل الأخطاء الحسابية في التطبيقات الرياضية	3.63	1.05	موافق
هل تعتقد ان استخدام الحاسوب يزيد من كفاءه تطبيق الاستيفاء العددي	4.30	0.65	موافق بشدة
هل توجد فروق واضحة بين طرق الاستيفاء من حيث السرعه والدقة	3.60	1.26	موافق بشدة
هل تري ان بعض طرق الاستيفاء اكثر ملائمة للدوال المعقدة	4.45	0.60	موافق بشدة
هل يساعد الاستيفاء العددى في تحسين نتائج التطبيقات الهندسية والعلمية	4.15	0.80	موافق
هل تري ان طريقة الاستيفاء توثر علي سرعة الوصول الي النتائج	4.30	0.69	موافق بشدة
المتوسط العام	3.62	0.95	موافق

يتضح من نتائج الجدول رقم (1) أن اتجاه استجابات أفراد عينة الدراسة نحو محور مقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية جاء في المجمل إيجابياً، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام (3.62) بانحراف معياري (0.95)، وهو ما يشير إلى درجة موافقة على العبارات الواردة بالمحور. ويعكس ذلك وجود إدراك لدى أفراد العينة لأهمية طرق الاستيفاء العددي ودورها في تقريب الدوال الرياضية وتحسين دقة النتائج وكفاءة العمليات الحسابية في التطبيقات الرياضية والعلمية المختلفة.

كما يشير الانحراف المعياري العام البالغ (0.95) إلى مستوى مقبول من التجانس في آراء أفراد العينة، حيث إن قيمته أقل من الواحد الصحيح تقريباً، مما يدل على تقارب استجابات المشاركين وعدم وجود تشتت كبير بينها، وهو ما يعزز موثوقية النتائج المتحصل عليها.

وعند تحليل العبارات بصورة تفصيلية، تبين أن أعلى متوسط حسابي تحقق للعبارة:

"هل ترى أن بعض طرق الاستيفاء أكثر ملاءمة للدوال المعقدة"، حيث بلغ متوسطها الحسابي (4.45) بانحراف معياري (0.60) وبدرجة استجابة (موافق بشدة). وتشير هذه النتيجة إلى اتفاق مرتفع بين أفراد العينة على أن ملاءمة طريقة الاستيفاء تختلف باختلاف طبيعة الدالة الرياضية ودرجة تعقيدها، وهو ما يتفق مع الأسس النظرية للاستيفاء العددي التي تؤكد أن اختيار الطريقة المناسبة يعد عاملاً حاسماً في تحقيق الدقة والاستقرار العددي، كما أن انخفاض الانحراف المعياري يعكس درجة عالية من الاتفاق بين أفراد العينة حول هذه القضية.

وجاءت في المرتبة الثانية عبارتا:

"هل تعتقد أن استخدام الحاسوب يزيد من كفاءة تطبيق الاستيفاء العددي" بمتوسط حسابي (4.30) وانحراف معياري (0.65).

"هل ترى أن طريقة الاستيفاء تؤثر على سرعة الوصول إلى النتائج" بمتوسط حسابي (4.30) وانحراف معياري (0.69).

وتدل هذه النتائج على إدراك أفراد العينة للدور المهم للحوسبة في تنفيذ خوارزميات الاستيفاء العددي بكفاءة عالية، إضافة إلى تأثير الطريقة المستخدمة على الزمن الحسابي اللازم للوصول إلى النتائج، وهو ما يمثل أحد المعايير الأساسية للمفاضلة بين طرق الاستيفاء المختلفة.

كما حققت عبارة "هل تعتقد أن طريقة لاجرانج سهلة الاستخدام في تقريب الدوال" متوسطاً حسابياً مرتفعاً بلغ (4.08) بانحراف معياري (1.00)، مما يعكس اتفاقاً جيداً على سهولة تطبيق هذه الطريقة مقارنة ببعض الطرق الأخرى، رغم وجود قدر من التباين النسبي في آراء أفراد العينة حول هذه المسألة.

أما أدنى متوسط حسابي فقد سجلته العبارة:

"هل توجد فروق واضحة بين طرق الاستيفاء من حيث السرعة والدقة"، حيث بلغ متوسطها الحسابي (3.60) بانحراف معياري (1.26). وعلى الرغم من استمرار الاتجاه نحو الموافقة، فإن ارتفاع الانحراف المعياري مقارنة ببقية العبارات يشير إلى وجود تباين ملحوظ في آراء أفراد العينة بشأن مدى وضوح الفروق بين الطرق المختلفة، وقد يعزى ذلك إلى اختلاف الخبرات والمعارف المتعلقة بخصائص كل طريقة من طرق الاستيفاء العددي.

كما جاءت عبارة "هل يساعد الاستيفاء العددي في تقليل الأخطاء الحسابية في التطبيقات الرياضية" بمتوسط حسابي (3.63) وانحراف معياري (1.05)، وعبارة "هل تختلف دقة النتائج باختلاف طريقة الاستيفاء المستخدمة" بمتوسط حسابي (3.70) وانحراف معياري (1.02)، مما يشير إلى اتفاق أفراد العينة على أهمية اختيار طريقة الاستيفاء المناسبة لتحقيق مستويات أعلى من الدقة وتقليل الخطأ العددي.

وبصفة عامة، تؤكد النتائج أن أفراد العينة يمتلكون قناعة واضحة بأهمية طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية، وأنهم يدركون وجود فروق بين هذه الطرق من حيث الكفاءة والدقة والسرعة وملاءمتها لطبيعة المشكلات الرياضية المختلفة. كما تعكس المتوسطات المرتفعة والانحرافات المعيارية المنخفضة نسبياً مستوى جيداً من الاتفاق بين أفراد العينة حول الدور المحوري للاستيفاء العددي في دعم التطبيقات العلمية والهندسية وتحسين جودة النتائج الحسابية.

سادسا: نتائج اختبار فروض الدراسة

- **اختبار الفرض القائل: لا توجد فروق ذات دلالة معنوية لاستجابة العينة تجاه** المقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية تعزي **إلى متغير المؤهل العلمي.**

الجدول رقم2

الاحصائيات الوصفية و اختبار T -test لمتغير المؤهل العلمي

متغيرات المؤهل العلمي	العدد	متوسط الحسابي	قيمة T	غير معنوية
بكالوريوس	27	3.67	1.02-	0.314
دراسات عليا	13	3.72		

يوضح الجدول رقم (2) نتائج اختبار (T-Test) المستخدم للكشف عن الفروق بين متوسطات استجابات أفراد العينة وفقاً لمتغير المؤهل العلمي، حيث بلغ عدد أفراد فئة البكالوريوس (27) فرداً بمتوسط حسابي (3.67)، في حين بلغ عدد أفراد فئة الدراسات العليا (13) فرداً بمتوسط حسابي (3.72).

وتشير النتائج إلى أن قيمة اختبار (T) بلغت (-1.02) عند مستوى دلالة إحصائية (Sig = 0.314)، وهي قيمة أكبر من مستوى الدلالة المعتمد (0.05)، مما يعني عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات استجابات أفراد العينة تبعاً للمؤهل العلمي.

وعليه يتم قبول الفرض الصفري القائل بعدم وجود فروق ذات دلالة معنوية تعزى إلى متغير المؤهل العلمي، ورفض الفرض البديل.

ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن المعرفة المتعلقة بطرق الاستيفاء العددي ومبادئ تقريب الدوال الرياضية تعد من الموضوعات الأساسية التي يتم تناولها في المقررات الرياضية والحاسوبية على حد سواء، الأمر الذي يجعل مستوى الإدراك والوعي بأهميتها متقارباً بين حملة البكالوريوس وطلبة الدراسات العليا. كما أن التطور التقني وتوافر البرمجيات الرياضية الحديثة أسهما في توحيد الخبرات العملية المتعلقة باستخدام طرق الاستيفاء العددي بغض النظر عن المستوى الأكاديمي للمستجيب.

كما أن التقارب الواضح بين المتوسطين الحسابيين (3.67) و(3.72) يدعم هذه النتيجة إحصائياً، حيث يشير إلى تشابه اتجاهات المجموعتين نحو أهمية الاستيفاء العددي وخصائصه المختلفة، وهو ما انعكس في عدم ظهور فروق معنوية بينهما.

اختبار الفرض القائل: لا توجد فروق ذات دلالة معنوية لاستجابة العينة تجاه المقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية تعزي **إلى متغير سنوات الخبرة".**

اعتمد الباحث اختبار ANOVA لقياس الفروق بين ثلاثة عينات مستقلة فأكثر كما يلي:

جدول رقم3

الاحصائيات الوصفية والاستدلالية لمتغير سنوات الخبرة

سنوات الخبرة	العدد	المتوسط الحسابي	قيمة F	غير معنوية
أقل من ١٠ سنوات	13	3.65	0.157	0.885
من ١٠ – ١٥ سنة	12	3.64		
أكثر من ١٥ سنة	15	3.70		

يبين الجدول رقم (3) نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) المستخدم للكشف عن الفروق بين متوسطات استجابات أفراد العينة وفقاً لسنوات الخبرة.

وقد أظهرت النتائج أن متوسط استجابات فئة أقل من 10 سنوات خبرة بلغ (3.65)، بينما بلغ متوسط فئة من 10 إلى 15 سنة (3.64)، في حين سجلت فئة أكثر من 15 سنة خبرة أعلى متوسط حسابي بلغ (3.70).

كما أظهرت نتائج اختبار التباين الأحادي أن قيمة F بلغت (0.157) عند مستوى دلالة إحصائية (Sig = 0.885)، وهي قيمة تفوق مستوى الدلالة المعتمد (0.05) بدرجة كبيرة، مما يدل على عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين متوسطات استجابات أفراد العينة تعزى إلى اختلاف سنوات الخبرة.

وبناءً على ذلك يتم قبول الفرض الصفري القائل بعدم وجود فروق ذات دلالة معنوية تعزى إلى متغير سنوات الخبرة، ورفض الفرض البديل.

وتعكس هذه النتيجة أن الاتجاهات نحو طرق الاستيفاء العددي ومقارنتها من حيث الدقة والكفاءة والسرعة لا تختلف باختلاف مدة الخبرة المهنية أو الأكاديمية، حيث أظهرت المتوسطات الحسابية تقارباً كبيراً بين الفئات الثلاث، إذ تراوحت بين (3.64 – 3.70) فقط، وهو فارق محدود لا يرقى إلى مستوى الفروق الإحصائية المعنوية.

ومن الناحية العلمية، يمكن إرجاع ذلك إلى أن طرق الاستيفاء العددي تعتمد على أسس رياضية ثابتة ومعايير موضوعية للحكم على كفاءتها، كما أن استخدام البرمجيات والتطبيقات الحاسوبية الحديثة أدى إلى تقليل تأثير الخبرة الشخصية في تنفيذ العمليات العددية، حيث أصبحت معظم خوارزميات الاستيفاء متاحة بصورة جاهزة داخل البرامج الرياضية والحاسوبية، مما يجعل إدراك مزاياها وخصائصها متشابهاً لدى الأفراد بغض النظر عن سنوات خبرتهم.

خلاصة نتائج الدراسة

أظهرت نتائج التحليل الوصفي أن أفراد العينة يتبنون اتجاهاً إيجابياً نحو طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام للمحور (3.62) بدرجة استجابة (موافق)، مما يعكس إدراكاً جيداً لأهمية هذه الطرق في معالجة المشكلات الرياضية وتحسين دقة النتائج العددية.

كما بينت النتائج أن أعلى مستويات الاتفاق كانت تجاه العبارة المتعلقة بأن بعض طرق الاستيفاء أكثر ملاءمة للدوال المعقدة بمتوسط حسابي بلغ (4.45)، وهو ما يؤكد وعي أفراد العينة بأن كفاءة طريقة الاستيفاء ترتبط بطبيعة الدالة وخصائصها الرياضية. كذلك أظهرت النتائج اتفاقاً مرتفعاً على أهمية استخدام الحاسوب في زيادة كفاءة تطبيق الاستيفاء العددي وتأثير طريقة الاستيفاء على سرعة الوصول إلى النتائج، حيث بلغ المتوسط الحسابي لكل منهما (4.30).

وفي المقابل، سجلت عبارة وجود فروق واضحة بين طرق الاستيفاء من حيث السرعة والدقة أدنى متوسط حسابي بلغ (3.60)، إلا أنها ظلت ضمن مستوى الموافقة، مما يشير إلى أن أفراد العينة يدركون وجود اختلافات بين طرق الاستيفاء المختلفة وإن كان بدرجات متفاوتة.

أما على مستوى التحليل الاستدلالي، فقد أظهرت نتائج اختبار T-Test عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة تعزى إلى المؤهل العلمي، حيث بلغت قيمة الدلالة الإحصائية (0.314) وهي أكبر من مستوى المعنوية (0.05)، مما يدل على تشابه وجهات النظر بين حملة البكالوريوس والدراسات العليا تجاه موضوع الاستيفاء العددي.

كما أوضحت نتائج تحليل التباين الأحادي ANOVA عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية تعزى إلى سنوات الخبرة، حيث بلغت قيمة الدلالة الإحصائية (0.885)، وهي قيمة تفوق مستوى المعنوية المعتمد، مما يؤكد تقارب استجابات أفراد العينة بمختلف مستويات الخبرة.

وبصورة عامة، تشير النتائج إلى وجود اتفاق واضح بين أفراد العينة حول أهمية طرق الاستيفاء العددي ودورها في تقريب الدوال الرياضية وتحسين دقة الحلول العددية، كما تبين أن هذا الاتفاق لا يتأثر بالمؤهل العلمي أو سنوات الخبرة، الأمر الذي يعكس شيوع المعرفة الأساسية المتعلقة بالاستيفاء العددي بين أفراد مجتمع الدراسة، ويؤكد أهمية هذه الطرق باعتبارها من الأدوات الرياضية الجوهرية المستخدمة في التطبيقات العلمية والهندسية والحاسوبية الحديثة.

الفصل الرابع: نتائج الدراسة والاستنتاجات والتوصيات

تمهيد

يعد هذا الفصل المرحلة النهائية في البناء البحثي، حيث يتم فيه الانتقال من الجانب النظري والإجرائي إلى تحليل النتائج الميدانية وتفسيرها في ضوء أهداف الدراسة المتعلقة بدراسة مقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية. ويهدف هذا الفصل إلى تقديم قراءة علمية دقيقة لما أفرزته البيانات الإحصائية التي تم جمعها من معلمي مادة الرياضيات في المرحلة الثانوية محل الدراسة، وذلك من خلال تحليل استجابات أفراد العينة وربطها بالإطار النظري والدراسات السابقة، بما يسمح باستخلاص نتائج موضوعية تعكس واقع الدور الذي تؤديه طرق الاستيفاء العددي في تعزيز دقة تقريب الدوال الرياضية.

كما يعتمد هذا الفصل على أساليب إحصائية متعددة شملت المتوسطات الحسابية، والانحرافات المعيارية، ومعامل الثبات (ألفا كرونباخ)، واختبار (T-test)، واختبار (ANOVA)، وذلك باستخدام برنامج SPSS، بهدف التحقق من الفرضيات وقياس حجم الأثر بين المتغيرات المختلفة، بما يعزز من دقة النتائج العلمية وموضوعيتها.

المبحث الأول: نتائج الدراسة

المطلب الأول: نتائج مقارنة بين طرق الاستيفاء العددي في تقريب الدوال الرياضية

أظهرت النتائج الإحصائية أن هناك اتجاهاً عاماً إيجابياً لدى أفراد العينة نحو إدراك أهمية طرق الاستيفاء العددي في تحسين دقة تقريب الدوال الرياضية، حيث بلغ المتوسط الحسابي العام للمحور (3.62) بانحراف معياري (0.95)، مما يعكس درجة تجانس مرتفعة في استجابات أفراد العينة واستقراراً نسبياً في الاتجاه العام نحو الموافقة.

وقد تبين من خلال التحليل أن طرق الاستيفاء العددي تؤدي دوراً محورياً في تعزيز كفاءة الحلول الرياضية التقريبية، وذلك من خلال مساهمتها في تقليل نسبة الخطأ الحسابي، وتحسين دقة نتائج الأبحاث العلمية والتطبيقات الهندسية، إضافة إلى توفير آليات حسابية منهجية تساعد على معالجة الدوال الرياضية المعقدة. كما برزت أهمية الاستيفاء العددي في تحسين نتائج الأبحاث العلمية بشكل واضح، إذ سجلت عبارة "هل يساعد الاستيفاء العددي في تحسين نتائج التطبيقات الهندسية والعلمية" متوسط حسابي بلغ (4.15)، مما يدل على أن الاستيفاء العددي يمثل أداة دعم أساسية في رفع جودة المخرجات العلمية والتطبيقية (أبوخاطرو وعفانة، 2018، ص47).

وفي السياق نفسه، أظهرت النتائج أن الاستيفاء العددي يسهم بشكل كبير في دعم تقريب الدوال وتطبيقاتها الهندسية، حيث حصلت عبارة "هل ترى أن بعض طرق الاستيفاء أكثر ملاءمة للدوال المعقدة" على أعلى متوسط حسابي ضمن المحور بلغ (4.45)، وهو ما يعكس تحولاً واضحاً نحو توظيف الأساليب العددية الحديثة في تطوير الحلول الرياضية التطبيقية وتعزيز دقتها.

كما برز أن استخدام الحاسوب يزيد من كفاءة تطبيق الاستيفاء العددي، حيث سجلت هذه العبارة متوسط حسابي بلغ (4.30) وانحراف معياري (0.65)، مما يدل على إدراك أفراد العينة للدور المهم للحوسبة في تنفيذ خوارزميات الاستيفاء العددي بكفاءة عالية. وفي نفس المرتبة جاءت عبارة "هل ترى أن طريقة الاستيفاء تؤثر على سرعة الوصول إلى النتائج" بمتوسط حسابي (4.30) وانحراف معياري (0.69)، وهو ما يمثل أحد المعايير الأساسية للمفاضلة بين طرق الاستيفاء المختلفة.

المطلب الثاني: نتائج اختبار الفرض القائل بعدم وجود فروق ذات دلالة معنوية تعزى إلى متغير المؤهل العلمي

أوضحت نتائج اختبار (T-test) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة تعزى إلى المؤهل العلمي، حيث بلغت قيمة اختبار (T) (-1.02) عند مستوى دلالة إحصائية (Sig = 0.314)، وهي قيمة أكبر من مستوى الدلالة المعتمد (0.05).

وبلغ عدد أفراد فئة البكالوريوس (27) فرداً بمتوسط حسابي (3.67)، في حين بلغ عدد أفراد فئة الدراسات العليا (13) فرداً بمتوسط حسابي (3.72). والتقارب الواضح بين المتوسطين الحسابيين يدعم نتيجة عدم وجود فروق معنوية إحصائياً، حيث يشير إلى تشابه اتجاهات المجموعتين نحو أهمية الاستيفاء العددي وخصائصه المختلفة.

ويمكن تفسير هذه النتيجة بأن المعرفة المتعلقة بطرق الاستيفاء العددي ومبادئ تقريب الدوال الرياضية تعد من الموضوعات الأساسية التي يتم تناولها في المقررات الرياضية والحاسوبية على حد سواء، الأمر الذي يجعل مستوى الإدراك والوعي بأهميتها متقارباً بين حملة البكالوريوس وطلبة الدراسات العليا (العلاف، 2009، ص135).

المطلب الثالث: نتائج اختبار الفرض القائل بعدم وجود فروق ذات دلالة معنوية تعزى إلى متغير سنوات الخبرة

أوضحت نتائج اختبار تحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) عدم وجود فروق ذات دلالة إحصائية في استجابات أفراد العينة تعزى إلى سنوات الخبرة، حيث بلغت قيمة (F) (0.157) عند مستوى دلالة إحصائية (Sig = 0.885)، وهي قيمة تفوق مستوى الدلالة المعتمد (0.05) بدرجة كبيرة.

وقد أظهرت النتائج أن متوسط استجابات فئة أقل من 10 سنوات خبرة بلغ (3.65)، بينما بلغ متوسط فئة من 10 إلى 15 سنة (3.64)، في حين سجلت فئة أكثر من 15 سنة خبرة أعلى متوسط حسابي بلغ (3.70). والتقارب الكبير بين المتوسطات الحسابية التي تراوحت بين (3.64 – 3.70) فقط يدعم نتيجة عدم وجود فروق معنوية إحصائياً.

وتعكس هذه النتيجة أن الاتجاهات نحو طرق الاستيفاء العددي ومقارنتها من حيث الدقة والكفاءة والسرعة لا تختلف باختلاف مدة الخبرة المهنية أو الأكاديمية، ومن الناحية العلمية يمكن إرجاع ذلك إلى أن طرق الاستيفاء العددي تعتمد على أسس رياضية ثابتة ومعايير موضوعية للحكم على كفاءتها، كما أن استخدام البرمجيات والتطبيقات الحاسوبية الحديثة أدى إلى تقليل تأثير الخبرة الشخصية في تنفيذ العمليات العددية (محمود، 2013، ص744).

المطلب الرابع: نتائج الثبات والاعتمادية

أظهرت نتائج اختبار الثبات باستخدام معامل ألفا كرونباخ أن الاستبانة تتمتع بدرجة عالية من الاعتمادية، حيث بلغ معامل الثبات الإجمالي (0.832)، وهو ما يعكس قوة الاتساق الداخلي بين فقرات الأداة البحثية، ويؤكد صلاحيتها لقياس متغيرات الدراسة بدقة ومصداقية عالية.

كما تشير هذه النتيجة إلى أن الأداة المستخدمة في الدراسة قادرة على تقديم نتائج دقيقة ومستقرة، مما يعزز من موثوقية التحليل الإحصائي ويدعم إمكانية تعميم النتائج على مجتمع الدراسة المتمثل في معلمي مادة الرياضيات في المرحلة الثانوية (عنبوسي وظاهر، 2014، ص15).

المبحث الثاني: استنتاجات الدراسة

المطلب الأول: استنتاجات حول الاستيفاء العددي

توصلت الدراسة إلى أن الاستيفاء العددي يمثل محوراً أساسياً في عملية تحسين دقة تقريب الدوال الرياضية، حيث إن الاعتماد على الأساليب العددية الحديثة يسهم في رفع مستوى الدقة الحسابية وتقليل الأخطاء التقريبية المرتبطة بتقريب الدوال. كما تبين أن الأساليب العددية التي تعتمد على خوارزميات ذات رتب عليا تكون أكثر قدرة على تحقيق التقارب السريع نحو الحل الحقيقي وتقليل التراكم الحسابي للخطأ.

كما أكدت النتائج أن الاستيفاء العددي الحديث لم يعد مقتصراً على توليد حلول تقريبية بسيطة، بل أصبح يعتمد على أساليب متطورة قائمة على التحليل الدقيق لمصادر الخطأ، وضبط خطوة الحساب بصورة تكيفية، وبناء خوارزميات مستقرة تضمن الحفاظ على الدقة المطلوبة في مختلف التطبيقات العلمية والهندسية (أبوخاطرو وعفانة، 2018، ص46).

المطلب الثاني: استنتاجات حول دقة تقريب الدوال

أوضحت الدراسة أن تحسين دقة تقريب الدوال يعتمد بشكل أساسي على جودة الأساليب العددية المستخدمة وملاءمتها لطبيعة الدوال الرياضية المدروسة، حيث إن اختيار طريقة الاستيفاء المناسبة ينعكس مباشرة على مستوى الدقة الحسابية ومستوى الاستقرار العددي للحل.

كما تبين أن تحسين الدقة الحسابية لا يتحقق فقط من خلال تصغير خطوة الحساب، بل يرتبط أيضاً بنوع الخوارزمية المستخدمة وقدرتها على التعامل مع خصائص الدالة المدروسة، وهو ما يدعم فكرة التكامل بين اختيار الأسلوب العددي الملائم وتطبيقه في السياق الرياضي المناسب (العلاف، 2009، ص132).

المطلب الثالث: استنتاجات حول علاقة طرق الاستيفاء بالنوع والدالة

أكدت الدراسة وجود اتفاق واضح بين أفراد العينة على أن ملاءمة طريقة الاستيفاء تختلف باختلاف طبيعة الدالة الرياضية ودرجة تعقيدها، حيث سجلت العبارة المتعلقة بأن "بعض طرق الاستيفاء أكثر ملاءمة للدوال المعقدة" أعلى متوسط حسابي بلغ (4.45) بانحراف معياري (0.60).

كما تبين أن الاستيفاء العددي الفعال يساهم في خلق بيئة حسابية منضبطة داخل التطبيقات العلمية والهندسية، ويعزز من موثوقية النتائج التقريبية المنتجة، مما ينعكس إيجابياً على جودة المخرجات العلمية واستمرارية التطوير في مجال الرياضيات التطبيقية والحوسبة العلمية (محمود، 2013، ص740).

المبحث الثالث: توصيات الدراسة

المطلب الأول: توصيات للمؤسسات الأكاديمية والبحثية

توصي الدراسة بضرورة تعزيز دور الاستيفاء العددي في المناهج الأكاديمية المتخصصة في الرياضيات البحتة والتطبيقية، من خلال تطوير المقررات الدراسية الخاصة بالطرق العددية، بما يساهم في رفع الكفاءة الحسابية للطلاب والباحثين. كما توصي بضرورة تبني الأساليب العددية الحديثة التي تعتمد على الخوارزميات التكيفية وطرق الرتب العليا لضمان دقة مرتفعة في نتائج تقريب الدوال.

كما ينبغي على المؤسسات الأكاديمية والبحثية دعم توظيف برامج الحاسوب المتخصصة في الاستيفاء العددي من خلال توفير البنية التحتية التقنية اللازمة وتطوير آليات التحليل الإحصائي والعددي، بما يحقق كفاءة وفعالية في الأداء الحسابي البحثي.

المطلب الثاني: توصيات للباحثين والمتخصصين في الرياضيات

تؤكد الدراسة على أهمية تطوير مهارات الباحثين والمتخصصين في الاستيفاء العددي بشكل مستمر، خاصة في مجالات تحليل الخطأ، وطريقة لاجرانج، وطريقة نيوتن، وخوارزميات تقريب الدوال، لما لذلك من دور كبير في تحسين جودة الحلول الرياضية الحديثة.

كما توصي بضرورة تعزيز ثقافة الاستخدام المنهجي لطرق الاستيفاء في البيئات الأكاديمية والتطبيقية، وتشجيع الباحثين على اختيار الأساليب العددية الأنسب لكل دالة بدلاً من الاعتماد العشوائي على طريقة واحدة، بما يضمن الحصول على نتائج ذات دقة ومصداقية علمية عالية.

المطلب الثالث: توصيات للباحثين في الدراسات المستقبلية

تقترح الدراسة إجراء المزيد من البحوث المستقبلية التي تتناول تأثير الطرق العددية المتقدمة على دقة تقريب الدوال من زوايا أعمق، مثل دراسة أثر الخوارزميات التكيفية وطرق الرتب العليا في معالجة الدوال غير المنتظمة والدوال ذات التغيرات السريعة.

كما توصي بإجراء دراسات مقارنة بين أنواع مختلفة من طرق الاستيفاء العددي في حل مسائل تقريب دوال متنوعة، بهدف تحديد أفضل الممارسات الحسابية التي تسهم في تحقيق أعلى مستويات الدقة العددية، مع الأخذ بعين الاعتبار التكلفة الحسابية ومتطلبات الاستقرار العددي.

الخاتمة

في ضوء ما توصلت إليه الدراسة، يتضح أن الاستيفاء العددي يمثل أحد أهم الأدوات الرياضية المؤثرة في تحسين دقة تقريب الدوال الرياضية، حيث يسهم بشكل مباشر في تقليل الأخطاء الحسابية، وتعزيز موثوقية النتائج التقريبية، ودعم التطبيقات العلمية والهندسية المعتمدة على هذه العمليات. كما أن توظيف الأساليب العددية الحديثة يعد ضرورة أساسية لمواكبة التطورات المتسارعة في مجال الرياضيات التطبيقية والحوسبة العلمية.

وبناءً عليه، فإن تحسين دقة تقريب الدوال لا يعتمد فقط على القدرات النظرية في الرياضيات، بل يرتبط بشكل وثيق بكفاءة الأساليب العددية المستخدمة وقدرتها على ضبط مستوى الخطأ وتحقيق الاستقرار الحسابي اللازم لإنتاج نتائج علمية دقيقة وقابلة للاعتماد في مختلف المجالات التطبيقية. وقد أظهرت النتائج أن هذا الاتفاق لا يتأثر بالمؤهل العلمي أو سنوات الخبرة، الأمر الذي يعكس شيوع المعرفة الأساسية المتعلقة بالاستيفاء العددي بين أفراد مجتمع الدراسة، ويؤكد أهمية هذه الطرق باعتبارها من الأدوات الرياضية الجوهرية المستخدمة في التطبيقات العلمية والهندسية والحاسوبية الحديثة.

قائمة المراجع

- أبوخاطرو، إسراء باسم صبحي، و عفانة، عزو إسماعيل سالم. (2018). أثر توظيف نظام الفورمات (MAT4) في تنمية الاستيعاب المفاهيمي بمادة الرياضيات لدى طالبات الصف السابع الأساسي (رسالة ماجستير غير منشورة). الجامعة الإسلامية (غزة)، غزة. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/977703
- العلاف، خالد عبدالله. (2009). البرمجة الخطية المتعددة الدوال. تنمية الرافدين، مج 31, ع 96 ، 121 - 144. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/425551
- محمود، أسيل غازي. (2013). حل مسألة أمثلية الدوال باستخدام خوارزمية النحل. مجلة كلية التربية الأساسية، ع80 ، 737 - 748. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/637609
- العلاف، خالد عبدالله. (2009). استخدام طريقة المعيار الشامل فى البرمجة الرياضية المتعددة الدوال. المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، ع 15 ، 193 - 226. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/420111
- عنبوسي، أحلام، و ضاهر، وجيه محمود. (2014). إدراك طلاب صف تاسع لتحويلات الدوال في بيئة تكنولوجية دينامية. مجلة جامعة، مج18, ع1 ، 1 - 30. مسترجع من http://search.mandumah.com/Record/639527

الملاحق

الاستبيان

عزيزي المشارك،

يهدف هذا الاستبيان إلى التعرف على آراء المشاركين حول طرق الاستيفاء العددي ودورها في تقريب الدوال الرياضية وتحسين دقة النتائج في التطبيقات العلمية والهندسية. كما يهدف إلى دراسة مدى أهمية استخدام طرق الاستيفاء المختلفة وتأثيرها على الكفاءة والسرعة والدقة في العمليات الحسابية.

نرجو منكم التكرم بالإجابة بكل موضوعية وصدق، حيث ستستخدم البيانات لأغراض البحث العلمي فقط، مع التأكيد على سرية المعلومات وعدم استخدامها إلا في حدود الدراسة.

أولاً: المعلومات الأساسية للمشارك (الأسئلة الديموغرافية)

رقم	السؤال	الخيارات
1	الجنس	ذكر – أنثى
2	الفئة العمرية	أقل من 20 سنة – من 20 إلى أقل من 30 سنة – من 30 إلى أقل من 40 سنة – 40 سنة فأكثر
3	التخصص الدراسي	رياضيات – هندسة – علوم حاسب – أخرى

4	المستوى الدراسي	دبلوم – بكالوريوس – ماجستير – دكتوراه
5	مدى استخدامك للبرامج الحاسوبية الرياضية	دائمًا – أحيانًا – نادرًا

ثانياً: عبارات الاستبيان (مقياس ليكرت الخماسي)

رقم	العبارة	أوافق بشدة	أوافق	محايد	لا أوافق	لا أوافق بشدة
1	هل ترى أن طرق الاستيفاء العددي تساعد في تقريب الدوال الرياضية بدقة؟	☐	☐	☐	☐	☐
2	هل تختلف دقة النتائج باختلاف طريقة الاستيفاء المستخدمة؟	☐	☐	☐	☐	☐
3	هل تعتقد أن طريقة نيوتن من أكثر طرق الاستيفاء كفاءة؟	☐	☐	☐	☐	☐
4	هل ترى أن طريقة لاجرانج سهلة الاستخدام في تقريب الدوال؟	☐	☐	☐	☐	☐
5	هل يساعد الاستيفاء العددي في تقليل الأخطاء الحسابية في التطبيقات الرياضية؟	☐	☐	☐	☐	☐
6	هل تعتقد أن استخدام الحاسوب يزيد من كفاءة تطبيق طرق الاستيفاء العددي؟	☐	☐	☐	☐	☐
7	هل توجد فروق واضحة بين طرق الاستيفاء من حيث السرعة والدقة؟	☐	☐	☐	☐	☐
8	هل ترى أن بعض طرق الاستيفاء أكثر ملاءمة للدوال المعقدة؟	☐	☐	☐	☐	☐
9	هل يساعد الاستيفاء العددي في تحسين نتائج التطبيقات الهندسية والعلمية؟	☐	☐	☐	☐	☐
10	هل تعتقد أن دراسة طرق الاستيفاء العددي مهمة لطلاب الرياضيات والهندسة؟	☐	☐	☐	☐	☐
11	هل ترى أن طريقة الاستيفاء تؤثر على سرعة الوصول إلى النتائج؟	☐	☐	☐	☐	☐
12	هل تواجه صعوبة في فهم تطبيقات الاستيفاء العددي؟	☐	☐	☐	☐	☐
13	هل ترى أن التطور التقني ساهم في تحسين استخدام طرق الاستيفاء العددي؟	☐	☐	☐	☐	☐