

تلعب المحاكاة دوراً محورياً في الهندسة الميكانيكية الحديثة، حيث تُمكن من دراسة سلوك الأنظمة المعقدة، وتقليل تكاليف التجارب، وتسريع تصميم المنتجات، واتخاذ قرارات مدعومة بالأدلة طوال دورة حياة المنتج. تتداخل المحاكاة مع النمذجة الرياضية والتحليل العددي وهندسة البرمجيات، وتشمل أساليبها تحليل العناصر المحدودة (FEM/FEA)، وديناميكيات الموائع الحسابية (CFD)، وديناميكيات الأنظمة متعددة الأجسام (MBD)، والمحاكاة الحديثة المتقطعة (DES)، وطرائق الجسيمات (مثل DEM و SPH)، والنمذجة متعددة الفيزياء والنطاقات، وصولاً إلى التوأم الرقمي. يقدم هذا المقال استعراضاً شاملاً لمفاهيم المحاكاة، تصنيفاتها، مكوناتها، منهجية إجراء دراسة محاكاة كاملة (من تعريف المشكلة إلى التحقق والتحقيق بالمصادقة V&V&UQ)، وتطبيقاتها في الهندسة الميكانيكية. يناقش المقال "نموذج المحاكاة" كبنية خوارزمية معقدة تتعدى النماذج الرياضية البسيطة، مُستنداً إلى عمل دوران حول إعادة صياغة النماذج والبيانات ووحدات التكامل في بيئة حاسوبية واحدة. يُستكمل الاستعراض بإرشادات معيارية من AIAA، NASA، ASME، وNAFEMS لضمان مصداقية النتائج، بهدف خدمة الباحثين والمهندسين وطلاب الدراسات العليا. يُغطي المقال جوانب أساسية مثل التحقق، التحقيق، تقدير عدم اليقين، والأساليب العددية الرئيسة كطريقة العناصر المحدودة، ديناميكيات الموائع الحسابية، وديناميكيات متعددة الأجسام، بالإضافة إلى تطبيقاتها في مجالات مختلفة من الهندسة الميكانيكية، مع تسليط الضوء على اتجاهات حديثة كالتوأم الرقمي والذكاء الاصطناعي. أخيراً، يُناقش المقال تحديات المحاكاة، مؤكداً على أهمية ممارسات V&V&UQ المنهجية وشفافية البيانات.