

آموزش آباکوس: شروع کار با آباکوس از صفر

در این آموزش آباکوس شما هر آنچه که برای ورود به این نرم افزار تحلیلی نیاز دارید را فرا می‌گیرید! (از اینکه آباکوس (ABAQUS) چیست؟! گرفته تا مقدمات شروع کار با آباکوس از صفر! و نکات لازم جهت یادگیری پیشرفته آباکوس و همچنین آنچه باید از اجزا محدود بدانید تا آموزش آباکوس برایتان لذت بخش تر و آسان تر باشد). بدون شک شناخت شما عزیزان از مسیر صحیح آموزش آباکوس به شما کمک می‌کند تا با سرعت بیشتر و کیفیت به مراتب بالاتر قدم در مسیر پیشرفت و تقویت توانایی‌های خود در زمینه [آموزش آباکوس](#) بردارید.

سرفصل‌های این آموزش:

1. [مقدمه](#)
2. [چرا آموزش آباکوس؟](#)
3. [خط مشی آموزش آباکوس](#)
 - [آموزش آباکوس: اجزا محدود](#)
 - [آموزش آباکوس - مقدماتی](#)
 - [آموزش آباکوس - پیشرفته](#)
 - [آموزش آباکوس - مثال‌های کاربردی و پروژه‌های صنعتی](#)
4. [شناخت الفبای نرم‌افزار آباکوس: آموزش روش اجزاء محدود](#)

5. [گام های حل مسئله در آباکوس](#)
 - [ترسیم هندسه مسئله در آباکوس](#)
 - [تعریف ماده و تخصیص آن به قطعات در ABAQUS](#)
 - [مونتاژ و جایابی قطعات](#)
 - [قلب تپنده تحلیل : انتخاب حلگر مناسب](#)
 - [تعیین برهم کنش بین قطعات در حل](#)
 - [بارگذاری و اعمال شرایط مرزی و اولیه در آباکوس](#)
 - [شناخت دقیق المانها، فرمول بندی حاکم، الگوریتم مشزنی](#)
 - [Submit کردن حل در ماژول Job](#)
 - [پس پردازش و مشاهده نتایج حل](#)
6. [سابروتین نویسی در آباکوس \(Fortran\)](#)
7. [اسکرپت نویسی در آباکوس \(Python\)](#)
8. [آموزش آباکوس در یک نگاه \(گام های حل مسئله\)](#)
9. [آموزش آباکوس PDF](#)

خط مشی آموزش آباکوس

....



تسلط بر مفاهیم اجزاء محدود



آموزش مقدماتی آباکوس



آموزش پیشرفته آباکوس



مجموعه مثال های کاربردی



1-1 مقدمه

مدل سازی پدیده‌های واقعی و تحلیل مسائل فیزیکی به شکل دقیق و کامل، تقریباً غیرممکن است و در این راه همواره ساده سازی‌هایی صورت می‌گیرد. حل معادلات حاکم بر رفتار پدیده‌ها یکی از معضلات و مشکلات مهندسين و محققين به شمار می‌آید اما رشد کامپیوترها در دهه‌های اخیر سبب وقوع انقلابی شگرف در تحلیل مسائل مهندسی و فیزیکی شد. در تحلیل‌های مهندسی، روش‌های حل عددی مختلفی مانند روش تفاضل محدود (FDM)، روش المان محدود (FEM) و روش حجم محدود (FVM) وجود دارد که از میان آن‌ها روش اجزای محدود به واسطه گستردگی حوزه کاربرد، از محبوبیت به مراتب بالاتری در میان محققین برخوردار است. روش اجزای محدود یک روش عددی است که می‌توان از آن برای حل مسائل متعدد مهندسی در حالت‌های مختلف پایدار، گذرا، خطی یا غیرخطی مانند تحلیل تنش، مسائل انتقال حرارت و جریان سیال بهره جست.

بدون شک روش اجزای محدود، سبب شد تا یک انقلاب در صنعت جهان و نحوه نگرش به تحلیل و طراحی مهندسی به وجود آید. حل مسائلی که روش‌های معمولی تحلیل از ارائه یک راه حل برای آن‌ها عاجز بود، قابلیت اطمینان بالا در پاسخ‌های به دست آمده، سرعت بالای روش حل، اعمال کمترین ساده‌سازی ممکن در اصول حاکم بر یک مسئله فیزیکی و افزایش قابلیت ایمنی در طراحی سبب شد تا روش اجزای محدود به عنوان بخش جدایی‌ناپذیر حلقه پیشرفت صنعت تبدیل شود.

1-2 چرا آموزش آباکوس؟

با گسترش روزافزون علوم کامپیوتر و قدرت یافتن پرشتاب سخت‌افزارها، نرم‌افزارهایی که بر روش المان محدود در حل مسائل مهندسی استوار بودند، توسعه یافتند. امروزه نرم‌افزارهای بی‌شماری در بازار موجودند که بر اساس همین روش عددی به حل مسائل مختلف صنعتی و پدیده‌های فیزیکی روزانه می‌پردازند و به عنوان یک بازوی قدرتمند به کمک محققین آمده‌اند. نرم‌افزار آباکوس

(ABAQUS)، انسیس (ANSYS)، Marc، Nastran/Patran، ALGOR و NSA نمونه‌های شناخته شده و معروفی از دریای بیکران این نرم‌افزارها هستند که توجه محققین و مهندسين را به خود جلب نموده‌اند. در میان این گروه از نرم‌افزارها، نرم‌افزار آباکوس با قابلیت‌های منحصر بفرد خود به‌عنوان یک نرم‌افزار بسیار قوی و دقیق تحقیقاتی و کاربردی در صنعت و دانشگاه، موقعیت بسیار مناسبی پیدا کرده است. محیط کاربری بسیار زیبا و کاربرپسند، محیط مدل‌سازی دوبعدی و سه‌بعدی بسیار پیشرفته و در عین حال قابل درک، ارتباط جامع با نرم‌افزارهای طراحی تراز اول دنیا مثل کتیا (CATiA) و سالیدورکس (SOLIDWORKS)، کدهای حلگر قدرتمند و دقیق غیرخطی، قابلیت توسعه به کمک اسکریپت‌های پایتون (Python)، فایل متنی ورودی (.inp)، قابلیت ایجاد GUI، امکان کاربری زیربرنامه‌های زبان فرترن (FORTRAN)، قابلیت تحلیل به‌روش پردازش موازی و مقبولیت بسیار بالا در جوامع دانشگاهی سبب شده تا آباکوس به‌عنوان یکی از جدی‌ترین گزینه‌های روی میز محققین حوزه مکانیک، متالورژی و عمران در حل مسائل اجزا محدود به‌شمار آید.



در این میان و با توجه به مقدمه فوق، لزوم آموزش صحیح نرم‌افزارهای اجزای محدود و در رأس آن‌ها، Abaqus، اهمیت فوق‌العاده‌ای می‌یابد. در این راستا، [مرجع آموزش نرم‌افزارهای مکانیک](#) در راستای آموزش دقیق، جامع و علمی شما همراهان گرامی، قدم در یک مسیر حرفه‌ای برداشته است. اعتقاد داریم که آموزش از طریق مثال تنها به درک سطحی منجر می‌شود و زمانی که کاربر درک درستی از عملکرد، الفبای حل و امکانات آباکوس نداشته باشد، روند صحیحی را درپیش نگرفته است. با حل یک مثال ممکن است حس خوشایندی در شما ایجاد شود اما بدون شک در مواجهه با یک مسئله متفاوت (حتی اندک تفاوت در صورت مسئله) ابتکار عمل نخواهید داشت. اگر در حین حل با خطایی مواجه

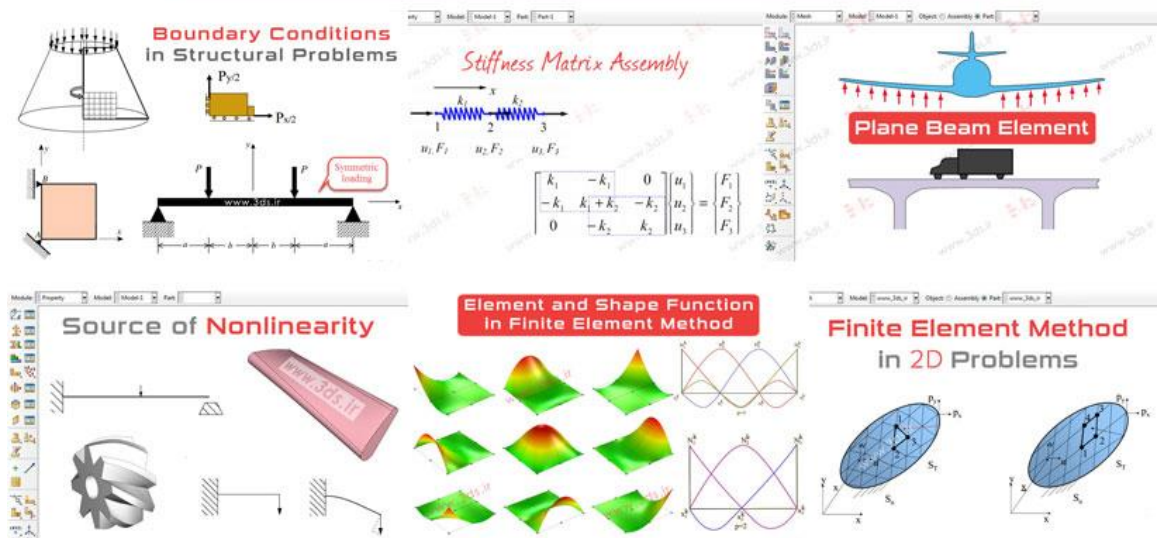
شاید توانایی اظهار نظر و حل آن را پیدا نخواهید کرد. روندی که در آموزش آباکوس بکار گرفته ایم، مبتنی بر درک صیحی اصول اجزای محدود، شناخت محیط و امکانات آباکوس و تثبیت آموخته ها به کمک مثال های کاربردی است. از این رو سرفصل های آموزش آباکوس را در چهار گروه زیر دسته بندی کرده ایم.

1. [آموزش آباکوس: اجزا محدود](#)
2. [آموزش آباکوس - مقدماتی](#)
3. [آموزش آباکوس - پیشرفته](#)
4. [آموزش آباکوس - مثال های کاربردی و پروژه های صنعتی](#)

1-3 خط مشی آموزش آباکوس

در ادامه به معرفی خطی مشی سایت 3ds.ir در آموزش Abaqus خواهیم پرداخت. بدون شک شناخت شما عزیزان از مسیر صحیح فراگیری آباکوس به شما کمک می کند تا با سرعت بیشتر و کیفیت به مراتب بالاتر قدم در مسیر پیشرفت و تقویت توانایی های خود و اعتلای صنعت ایران عزیز بردارید. با ما همراه باشید.

آموزش آباکوس - اجزاء محدود



1-3-1 آموزش آباکوس: اجزا محدود

با توجه به لزوم شناخت پایه ای و درک عملکرد نرم افزارهای اجزا محدود، در یک بخش جامع تحت عنوان روش اجزا محدود به تشریح جزئیات و اصول حاکم بر این روش حل عددی پرداخته شده است. سعی بر این بوده تا شما همراهان عزیز با مطالعه این بخش بتوانید لذت فراگیری اجزای محدود را درک کنید و بر اصول پایه و ضروری این علم که لازمه فراگیری و تسلط بر نرم افزارهایی نظیر آباکوس است مسلط شوید. آشنایی با روش اجزای محدود، تاریخچه روش اجزا محدود، آشنایی با نرم افزارهای مبتنی بر Finite Element Method، شناخت و درک تفاوت های حل Explicit و Implicit، آشنایی با اصول تنش صفحه ای/کرنش صفحه ای با هدف انجام ساده سازی در حل مسائل فیزیکی، درک تفاوت حل خطی و غیرخطی و آشنایی با آنالیزهای اویلری و لاگرانژی تنها بخشی از سرفصل هایی است که در بخش اجزا محدود از آموزش آباکوس برای شما عزیزان در نظر گرفته شده است.

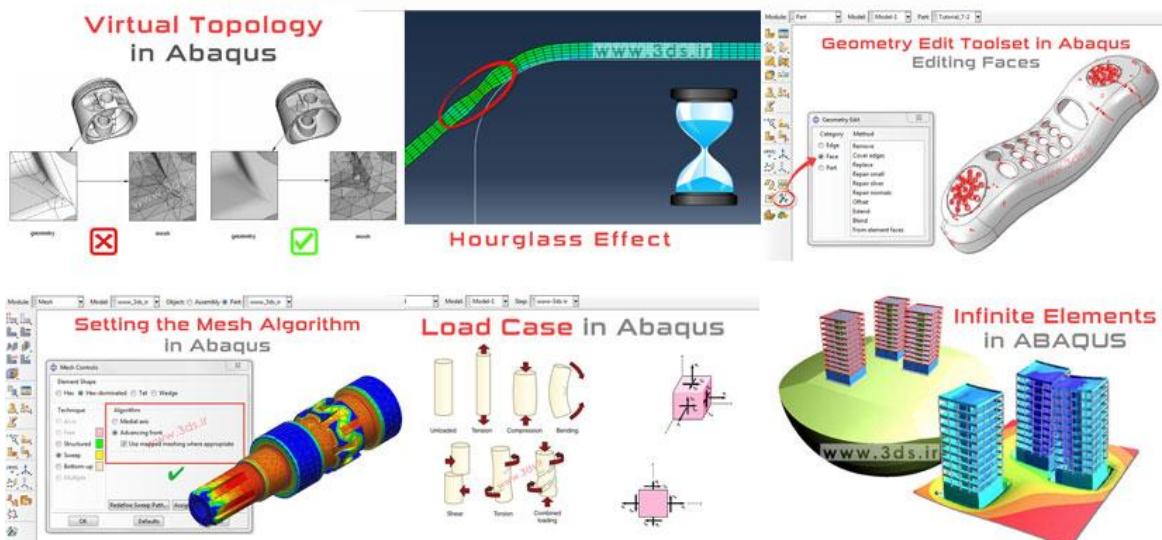
آموزش آباکوس - مقدماتی



1-3-2 آموزش آباکوس - مقدماتی

پس از درک صحیح اصول عملکرد نرم‌افزار آباکوس و شناخت روابط حاکم بر آن، باید قادر باشید تا به کمک شناخت ابزارها و محیط‌های مختلف آباکوس، گام‌های اولیه برای حل یک مسئله را بردارید. از این‌رو در بخش آموزش مقدماتی آباکوس مطالبی در حوزه شناخت محیط کاری و تنظیمات اولیه آباکوس، آشنایی با جعبه ابزارها و ماژول‌های آباکوس، نحوه تعریف و ذخیره‌سازی ترسیمه هندسی، شناخت واحدها و درجات آزادی در آباکوس، آشنایی با مسائل استاتیک و شبه استاتیک، آشنایی با خانواده المان‌ها در آباکوس و تأثیر تعداد المان‌ها بر همگرایی جواب، شناخت پارتیشن در آباکوس در کنار مطالب متنوع و بی‌نظیر دیگر برای برداشتن گامی استوار در مسیر آموزش آباکوس شما همراهان گرامی تعبیه شده است.

آموزش آباکوس - پیشرفته

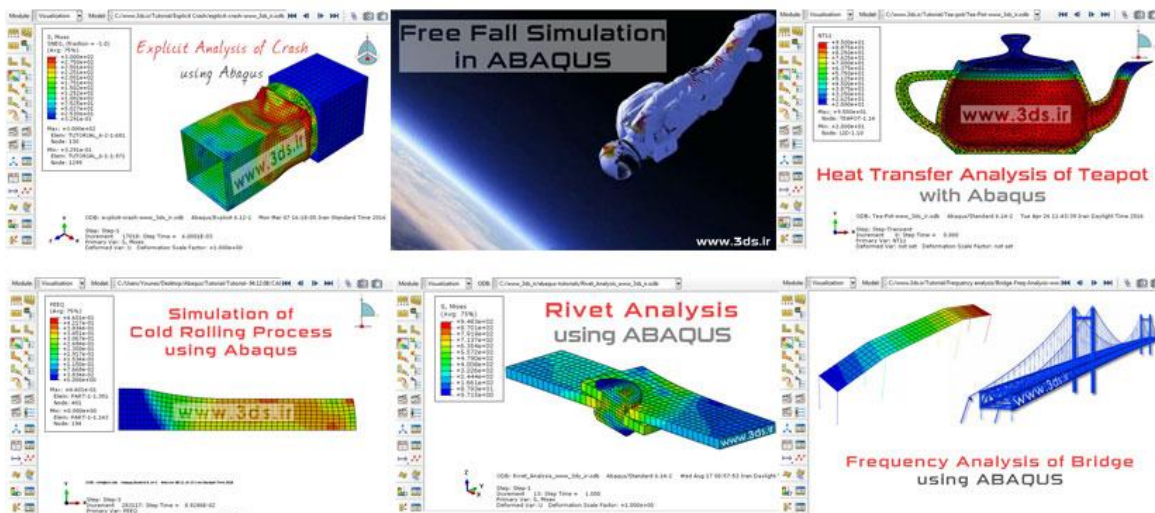


1-3-3 آموزش آباکوس - پیشرفته

یکی از ویژگی‌های مفید نرم‌افزار آباکوس توانایی پشتیبانی از طیف گسترده کاربران و مسائل علمی و صنعتی مقدماتی تا پیشرفته است. اعتقاد داریم در مسیر

آموزش آباکوس نقطه پایانی وجود ندارد و باید تلاش کرد تا پس از درک مفاهیم اولیه و شناخت روند حل مسئله در آباکوس، بر روی مباحث پیشرفته تر نیز مسلط شد چرا که چالش ها در حل یک مسئله صنعتی بسیارند و بدون تسلط بر بخش ها و امکانات پیشرفته نرم افزار امکان حل آن ها وجود ندارد. بخش آموزش پیشرفته آباکوس از شما یک کاربر حرفه ای و صاحب نظر در حوزه ABAQUS خواهد ساخت و شما را از سایر کاربران تازه کار و مقدماتی متمایز خواهد کرد. کفایت تفاوت را با مراجعه به این قسمت از سایت بسنجید. آشنایی با تکنیک Remeshing، دستور Restart، توپولوژی مجازی در آباکوس، مدل سازی میله های تقویتی در Abaqus، آشنایی با المان های نیمه بینهایت و روش ایجاد آن، شناخت مفهوم Shear Locking و روش رفع مشکل و تنظیمات الگوریتم مشزنی تنها گوشه ای از مفاهیم پیشرفته ای است که برای حرفه ای شدن کاربران در نظر گرفته ایم. یقین داریم همراهی با این بخش، شما را در زمره کاربران خبره آباکوس قرار خواهد داد.

آموزش آباکوس - مثال های کاربردی و صنعتی



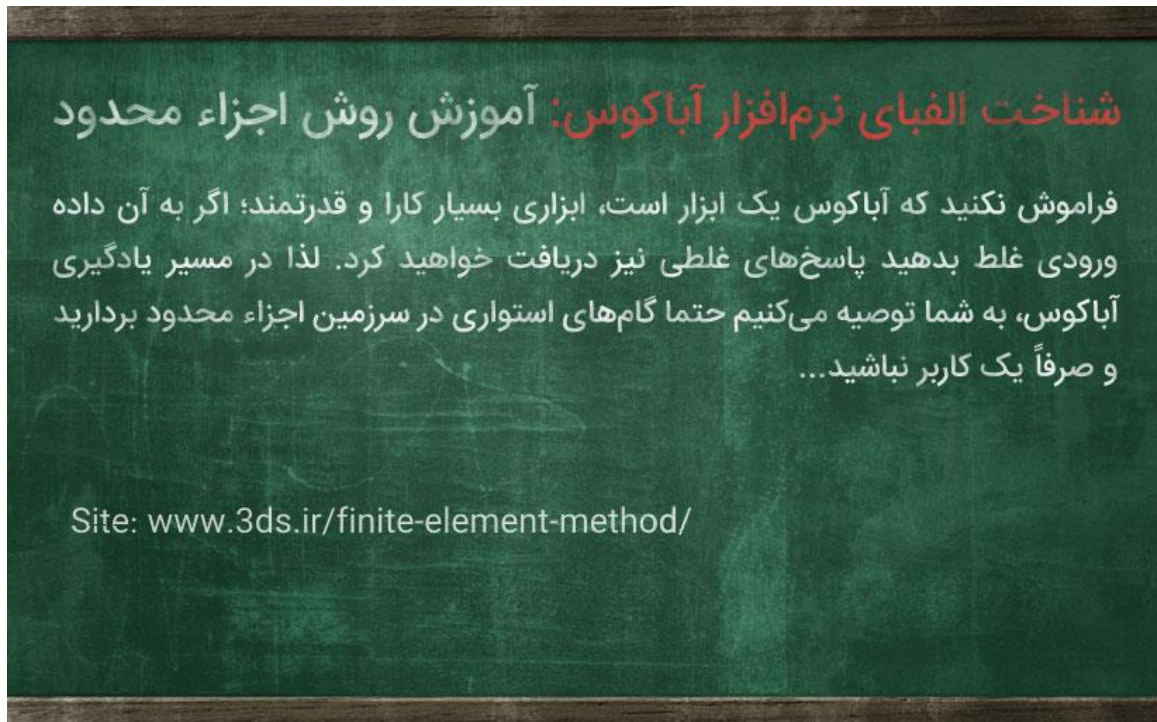
1-3-4 آموزش آباکوس - مثال های کاربردی و پروژه های صنعتی

بدون شک با من موافقت کنید که تاکنون دستورهایی زیادی را در نرم افزارهای گوناگون فراگرفته اید اما اکنون حتی اسمی از آن را نیز به خاطر ندارید. آن چه که

سبب تثبیت نکات آموزشی می شود حل مثال‌های کاربردی و حرفه‌ای است. در انتخاب مثال‌های آموزشی تمام سعی خود را کرده‌ایم تا مسائل منتخب، پرکاربرد و چالش‌برانگیز صنعتی را برای شما عزیزان آماده کنیم تا با یک تیر، دو نشان را زده باشید: تثبیت آموخته‌ها و ایجاد دید عمیق صنعتی. روند بکار رفته در [مثال‌های آموزشی آباکوس](#) به گونه‌ای است تا ابتکار عمل پیدا کنید و در مواجهه با مسائل متفاوت و گوناگون قدرت اعمال نظر و ایده‌پردازی در سطوح عالی را پیدا کنید. [شبیه‌سازی سقوط آزاد در آباکوس](#)، [آموزش مدلسازی مسائل هایپیرالاستیک در آباکوس](#)، [تحلیل اتصالات جازدنی](#)، [تحلیل رشد ترک در ورق‌های کامپوزیتی به روش XFEM](#)، [تحلیل خمش سه‌نقطه در آباکوس](#)، [تحلیل تقارن محوری مخازن تحت فشار و تحلیل کمانش ورق در Abaqus](#) تنها بخشی از مثال‌های صنعتی و کاربردی است که برای شما در نظر گرفته‌ایم. **تفاوت از اینجا** آغاز می شود. ما معتقدیم مثال آموزشی باید برای تثبیت آموخته‌ها و ایجاد دید جامع صنعتی بکار گرفته شود، نه یادگیری مستقیم. ایجاد راهنمای تصویری گام به گام در کنار تصاویر متحرک و زیبایی تحلیل مسئله تنها بخشی از تلاش‌های ما در احترام به نگاه‌های زیبای شما عزیزان است.

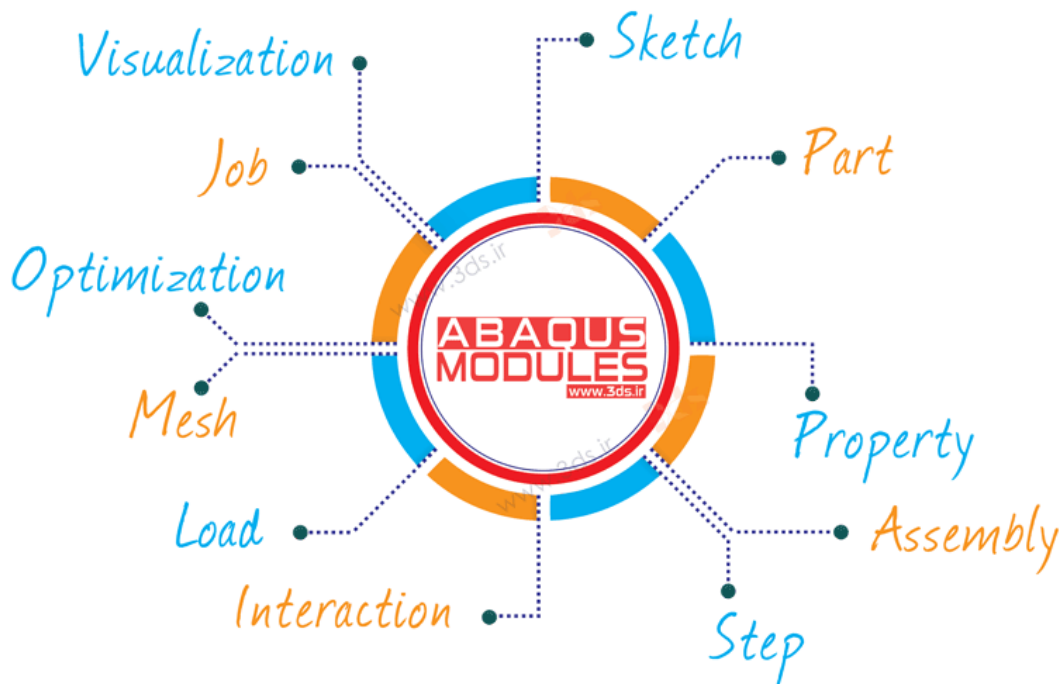
در ادامه قصد داریم تا در قالب یک راهنما، فرآیند آموزش حرفه‌ای آباکوس را به شما معرفی نماییم. با ما همراه باشید.

1-4 شناخت الفبای نرم افزار آباکوس: آموزش روش اجزاء محدود



همانطور که در بخش مقدمه نیز اشاره کردیم، نرم افزارهایی نظیر آباکوس و انسیس بر روش اجزاء محدود در حل مسائل گوناگون استوارند. از این رو ضروری است تا با یک شناخت دقیق و جامع از اصول حاکم بر روش اجزاء محدود، قواعد حاکم بر ایجاد المان و شبکه اجزاء محدود، شناخت گره و المان، توابع شکل یا درونیاب، قوانین ترکیب و اسمبل کردن ماتریس سختی و سایر ملزومات این روش نظیر اصول انتگرال گیری عددی، به آموزش آباکوس پرداخته شود تا دیدی عمیق و جامع نسبت به این ابزار در اختیار کاربر قرار گیرد. فراموش نکنید که آباکوس یک ابزار است، ابزاری بسیار کارا و قدرتمند؛ اگر به آن داده ورودی غلط بدهید پاسخ های غلطی نیز دریافت خواهید کرد. لذا در مسیر یادگیری آباکوس، به شما توصیه می کنیم حتما گام های استواری در سرزمین اجزای محدود بردارید و صرفاً یک کاربر نباشید. قطعاً شناخت اصول حاکم بر حل یک مسئله در آباکوس، از شما یک صاحب نظر خواهد ساخت که از توانایی تجزیه و تحلیل مسائل برخوردار است.

1-5 گام های حل مسئله در آباکوس



1-5-1 گام اول : ترسیم هندسه مسئله در آباکوس

اولین قدم در حل یک مسئله فیزیکی به روش اجزا محدود، ایجاد مدل هندسی مناسب از مسئله است. ماژول Part در آباکوس، محیط تخصصی ایجاد هندسه قطعات (از ساده تا پیچیده) است. ترسیم قطعات Solid، خرپا (Truss)، ورق (Plate) و پوسته (Shell) در کنار ابزارهای پیشرفته CAD از آباکوس یک ابزار همه فن حریف در ایجاد مدل هندسی ساخته است؛ اما فراموش نکنید، آباکوس یک نرم‌افزار اجزا محدود است و نباید انتظار داشته باشید ابزارهای موجود در ماژول Part امکاناتی به وسعت نرم‌افزارهای تخصصی طراحی نظیر CATIA، SolidWorks یا Inventor در اختیار شما قرار دهد. یکی از نقاط مثبت Abaqus، امکان فراخوانی مدل‌های هندسی ساده و پیشرفته از نرم‌افزارهای تخصصی نظیر کتیا و سالیدورکس است که به کمک آن عملاً محدودیتی در تحلیل قطعات با هندسه‌های پیچیده و جزئیات بالا نخواهید داشت.

1-5-2 تعریف ماده و تخصیص آن به قطعات در Abaqus

پس از اینکه مدل هندسی مورد نظر خود را در آباکوس ترسیم و یا آن را در محیط این نرم‌افزار فراخوانی کردید، باید به تعریف ماده و اختصاص آن به Part های ایجاد شده در گام قبل بپردازید. در این راستا، ماژول Property آباکوس امکانات وسیعی در اختیار کاربران قرار داده است: تعریف خواص مکانیکی، چگالی، خواص حرارتی و مغناطیسی، معیارهای آسیب و گسیختگی، تعریف پارامترهای سخت شوندگی در بارگذاری سیکلی، خواص وابسته به دما و ... در کنار قابلیت برنامه‌نویسی در مواقع ضروری که پیش‌فرض‌های نرم‌افزار جوابگو نیاز کاربر نیست ([آشنایی با UMAT : User Material Subroutine](#)) دنیایی از امکانات خاص و ویژه را در اختیار شما قرار می‌دهد. به‌علاوه تعریف سطح مقطع‌های مناسب برای اختصاص به قطعه، سطح مقطع یا پروفیل مناسب برای تیر و لایه‌چینی کامپوزیت‌ها به شکل دقیق از دیگر امکاناتی است که به کمک ماژول Property قادر به تعریف آن خواهید بود.

1-5-3 مونتاژ و جایابی قطعات

برای مدل‌سازی یک سیستم که در آن چندین قطعه مختلف وجود داشته باشد، پس از ترسیم تک‌تک قطعات در ماژول Part، به کمک ابزارها و [قیود هندسی تعبیه شده در ماژول Assembly](#) قادر خواهید بود تا به تعداد مورد نیاز از هر قطعه کپی کرده و آن‌ها را در موقعیت دلخواه مناسب برای تحلیل قرار دهید. در واقع به وسیله ماژول Assembly موقعیت و جایگیری قطعات را اصلاح می‌نمایید.

1-5-4 قلب تپنده تحلیل : انتخاب حلگر مناسب

پس از ایجاد قطعه، تعریف ماده و جایابی قطعات نسبت به یکدیگر به ماژول Step وارد می‌شویم. شاید این بخش را بتوان یکی از مهم‌ترین قسمت‌های یک تحلیل اجزا محدود در آباکوس دانست. بسته به اینکه معادلات حاکم بر مسئله شما در چه حوزه‌ای قرار می‌گیرد، باید ابزار مناسبی برای حل آن انتخاب

کنید. انتخاب یک یا چند گام حل مناسب کاملاً به هدف شما از تحلیل و ماهیت مسئله بازمی‌گردد. همچنین در صورتی که در یک مسئله چندین نوع بارگذاری به ترتیب انجام شود، می‌توان برای هر بارگذاری یک Step جداگانه در نظر گرفت. ایجاد گام‌های آنالیز (تحلیل فرکانسی، کمانش، انتقال حرارت، شکل‌دهی، کویل حرارتی-تنشی در آباکوس، تحلیل کویل اویلری - لاگرانژی)، معین کردن خروجی‌های مورد نظر در History Output و Field Output، معین کردن مش‌های سازگار یا تطبیقی و تنظیم‌های حل از جمله امکاناتی است که به کمک ماژول Step در اختیار شما قرار می‌گیرد.

قلب تپنده تحلیل : انتخاب حلگر مناسب

امکانات ماژول STEP آباکوس

۱. ایجاد گام‌های آنالیز (تحلیل فرکانسی، کمانش، انتقال حرارت، شکل‌دهی، کویل حرارتی-تنشی، تحلیل کویل اویلری - لاگرانژی) ✓
۲. معین کردن خروجی‌های مورد نظر در **History Output** و **Field Output**
۳. معین کردن **مش‌های سازگار یا تطبیقی**
۴. **تنظیم‌های حل**
- و ...

1-5-5 تعیین برهم‌کنش بین قطعات در حل

تحلیل‌های حوزه مکانیک برخورد و مسائل تماسی را باید از گسترده‌ترین و در عین حال محبوبترین موضوعاتی دانست که توجه محققین را به خود جلب کرده است. به کمک امکانات موجود در ماژول Interaction قادر خواهید بود به تعیین خواص برخورد، ایجاد قیود چند نقطه‌ای، اتصال دهنده‌ها، تشخیص نقاط برخورد و ... پردازید. پرواضح است که Interaction از ماژول‌های مهمی است که به فراخور مسئله، به آن نیاز پیدا می‌کنید و جزو ماژول‌های ضروری در هر

تحلیلی نیست.

1-5-6 بارگذاری و اعمال شرایط مرزی و اولیه در آباکوس

پس از تعریف گام‌های زمانی حل و برهم‌کنش بین قطعات مختلف، ضروری است به تعیین شرایط مرزی و اولیه حاکم بر یک مسئله در ماژول Load پردازیم. مقید کردن قطعه در راستای خاص، اعمال بارهای متمرکز و گسترده، تعریف دامنه اعمال بار، ایجاد Predefined Field در مواردی نظیر تعریف میدان دما یا تنش یا سرعت اولیه در قطعه، استفاده از قابلیت Submodel در آباکوس، در نظر گرفتن نیروی جاذبه در یک تحلیل، بارهای مغناطیسی، تعریف سرعت و فشار در تحلیل CFD، همه و همه بخشی از امکاناتی است که در ماژول Load در اختیار کاربران قرار گرفته است.

1-5-7 شناخت دقیق المان‌ها، فرمول‌بندی حاکم، الگوریتم مش‌زنی

ماژول Mesh را می‌توان نقطه اشتراک تئوری‌های حاکم بر اجزای محدود و ابزارهایی نظیر Abaqus دانست. رسیدن به جواب‌های قابل اعتماد در گرو استفاده از یک شبکه اجزا محدود مناسب (از نظر اندازه و کیفیت) و همین‌طور المان‌های مرتبط است. شناخت قواعد نامگذاری المان‌ها، شناخت المان‌ها با انتگرال‌گیری کامل و کاهش یافته، المان‌های هیبریدی، تکنیک‌های مش‌زنی، الگوریتم‌های مش‌زنی از موارد مهمی است که در ماژول Mesh قابل کنترل است. فراموش نکنید انتخاب المان مناسب کاملاً به حلگر تعریف شده در ماژول Step وابسته است.

1-5-8 Submit کردن حل در ماژول Job

پس از اتمام گام‌های فوق قادر خواهید بود تا مسئله را به‌وسیله نرم‌افزار آباکوس حل کنید. چنانچه در حین حل، خطایی رخ دهد و آباکوس فرایند حل را متوقف سازد باید با مرتفع کردن دلایل ایجاد خطا (منشأ خطا می‌تواند در هر کدام از ماژول‌های پیشین باشد) به حل مجدد مسئله پرداخت. در حین فرایند

حل فایل‌های متنوعی ایجاد می‌شود که اطلاعات مفید و کاربردی در خصوص زمان حل، نتایج، گام‌های زمانی و . . . را در اختیار کاربر قرار می‌دهد ([آشنایی با انواع فایل در آباکوس](#)).

1-5-9 پس‌پردازش و مشاهده نتایج حل

پس از به اتمام رسیدن حل یک مسئله، می‌توانید نتایج و خروجی‌های مورد انتظار که در ماژول Step تعریف کرده‌اید را در قالب کانتورهای رنگی، فیلم و یا نمودار مشاهده کنید. همچنین می‌توانید با [تعریف مسیر بر روی جسم](#)، مقادیر مورد نظرتان را در یک مسیر خاص قرائت نمایید.

1-5-10 سابروتین‌نویسی و اسکریپت‌نویسی در آباکوس

همچنین در کنار امکانات تعبیه شده در آباکوس برای حل یک مسئله، امکانات جانبی نظیر [اسکریپت‌نویسی به کمک زبان Python](#) و یا [سابروتین‌نویسی به کمک زبان FORTRAN](#) نیز برای کاربران وجود دارد تا در صورت لزوم بتوانند چارچوب‌های پیش فرض نرم‌افزار را شکسته و بدون محدودیت خاصی به کدنویسی برای تعریف ماده، بارگذاری مورد نظر و حتی المان دلخواه پردازند.

مرجع آموزش نرم افزارهای مکانیک (www.3ds.ir)

1-5-11 آموزش آباکوس در یک نگاه (گام های حل مسئله)

آموزش آباکوس در یک نگاه

1 ترسیم هندسه مسئله در آباکوس

یکی از نقاط مثبت ABAQUS، امکان فراخوانی مدل‌های هندسی ساده و پیشرفته از نرم‌افزارهای تخصصی نظیر کتیا و سالیدورکس است که به کمک آن عملاً محدودیتی در تحلیل قطعات با هندسه‌های پیچیده و جزئیات بالا نخواهید.

2 تعریف ماده و تخصیص آن به قطعات

تعریف خواص مکانیکی، چگالی، خواص حرارتی و مغناطیسی، معیارهای آسیب و گسیختگی، تعریف پارامترهای سخت شوندگی در بارگذاری سیکلی، خواص وابسته به دما و... قابلیت برنامه‌نویسی User Material Subroutine : UMAT

3 مونتاژ و جایابی قطعات

به کمک ابزارها و قیود هندسی تعیبه شده در ماژول Assembly قادر خواهید بود تا به تعداد مورد نیاز از هر قطعه کپی کرده و آن‌ها را در موقعیت دلخواه مناسب برای تحلیل قرار دهید.

4 قلب تپنده تحلیل : انتخاب حلگر مناسب

امکانات ماژول STEP: ایجاد گام‌های آنالیز (تحلیل فرکانسی، کماتش، انتقال حرارت، شکل‌دهی، کوپل حرارتی-تشنی، تحلیل کوپل اولبری - لاگرانژی)، معین کردن خروجی‌های مورد نظر در Field Output و History Output

5 تعیین برهم‌کنش بین قطعات در حل

به کمک امکانات موجود در ماژول Interaction قادر خواهید بود به تعیین خواص برخورد، ایجاد قیود چند نقطه‌ای، اتصال دهنده‌ها، تشخیص نقاط برخورد و ... در تحلیل‌های حوزه مکانیک برخورد و مسائل تماسی بپردازید.

6 بارگذاری و اعمال شرایط مرزی و اولیه

مقید کردن قطعه، اعمال بارهای متمرکز و گسترده، تعریف دامنه اعمال بار، تعریف میدان دما یا تنش یا سرعت اولیه در قطعه، قابلیت Submodel، تعریف نیروی جاذبه، بارهای مغناطیسی، تعریف سرعت و فشار در تحلیل CFD،

7 شناخت دقیق المان‌ها، فرمول‌بندی حاکم، الگوریتم مش‌زنی

شناخت قواعد نامگذاری المان‌ها، شناخت المان‌ها با انتگرال‌گیری کامل و کاهش یافته، المان‌های هیبریدی، تکنیک‌های مش‌زنی، الگوریتم‌های مش‌زنی از موارد مهمی است که در ماژول Mesh قابل کنترل است.

8 Submit کردن حل در ماژول Job

در حین فرایند حل فایل‌های متنوعی ایجاد می‌شود که اطلاعات مفید و کاربردی در خصوص زمان حل، نتایج، گام‌های زمانی و ... را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. (همچون .inp، .fil، .sta، .msg، .res، .lck، .odb، .rec، .jnl، .cae، .rpy)

9 پس‌پردازش و مشاهده نتایج حل

پس از اتمام حل یک مسئله، می‌توانید نتایج مورد انتظار که در ماژول Step تعریف کرده‌اید را در قالب کانتورهای رنگی، فیلم و یا نمودار مشاهده کنید. همچنین می‌توانید با تعریف مسیر، مقادیر در یک مسیر خاص قرالت نمایید.

عمیقاً اعتقاد داریم که روند یادگیری با در اختیار داشتن مثال‌های جذاب، صنعتی و کاربردی تکمیل خواهد شد. در این راستا و در کنار ارائه مجموعه آموزش‌های جامع در حوزه اجزای محدود، شناخت قابلیت‌ها و امکانات آباکوس در تمامی ماژول‌ها، آشنایی با ترفندهای گوناگون حل و نکات کلیدی، به ارائه مثال‌های استاندارد و جامع آموزشی پرداخته‌ایم. همانطور که در مقدمه این متن نیز عنوان شد، **یک هدف اساسی و بسیار دقیق را در این مثال‌ها دنبال کرده‌ایم:** **تثبیت آموخته‌های کاربران و نه آموزش مستقیم یک مبحث آموزشی.** اعتقاد ما بر این است که با طی کردن مرحله به مرحله مسیر فوق، همراهان گرامی سایت مرجع آموزش نرم‌افزارهای مکانیک در زمینه کاری خود متذصص، صاحب‌نظر و حرفه‌ای خواهند شد.

به استراتژی خود پایبند هستیم و در راه خود ثابت قدم و استوار؛ تا رسیدن به قله‌های پیشرفت صنعت و تربیت مهندسين خبره و کارآمد در استفاده از ابزارهای پیشرفته تحلیلی. بدون شک شما همراهان گرامی، خط مشی ما در مجموعه آموزش‌های نرم‌افزار ABAQUS را دقیق و علمی خواهید یافت. با ما حرفه‌ای بیاموزید و لذت یادگیری را تجربه کنید ...

تهیه و تنظیم: مرجع آموزش نرم‌افزارهای مکانیک

www.3ds.ir