

## مطالعه تطبیقی و مقایسه شیوه اجرای آزمون جامع دکتری رشته مهندسی شیمی دانشگاه‌های منتخب ایران و آمریکا

غلامرضا پازوکی<sup>۱</sup>، منیره تدین<sup>۲</sup> و منیژه میرهاشمی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۲۰

DOI: 10.22047/ijee.2020.239665.1760

چکیده: آزمون جامع دکتری در مرحله گذار از بخش آموزشی به بخش پژوهشی برگزار می‌شود. هدف از اجرای این آزمون ارزیابی توانمندی‌هایی است که دانشجویان در بخش آموزشی کسب کرده است. در این تحقیق یک مطالعه تطبیقی و مقایسه‌ای در زمینه اهمیت و اجرای آزمون جامع دکتری در دانشگاه‌های منتخب آمریکا و ایران انجام شده است. با توجه به آنکه این آزمون یک آزمون تخصصی است، این مطالعه برای رشته مهندسی شیمی انجام شده است. نتایج پژوهش نشان داد که در دانشگاه‌های منتخب آمریکا و دانشگاه‌های منتخب ایران آزمون جامع به صورت کتبی یا شفاهی یا ترکیبی از هر دو برگزار می‌شود. در بیشتر دانشگاه‌های منتخب ایران این آزمون به صورت کتبی برگزار می‌شود. البته، پیشنهاد می‌شود که برای بررسی تسلط دانشجویان بر اصول و مبانی رشته مهندسی شیمی، آزمون جامع به صورت شفاهی هم برگزار شود. همچنین نتایج مطالعه تطبیقی نشان داد که در دانشگاه‌های منتخب آمریکا سرفصل و منابع این آزمون مشخص است و به دانشجویان اعلام می‌شود. این در حالی است که منابع و سرفصل این آزمون در دانشگاه‌های ایران مشخص نیست. همچنین در دانشگاه‌های آمریکا آزمون جامع شامل مبانی مهندسی شیمی است که بیشتر در سطح کارشناسی برگزار می‌شود، اما در دانشگاه‌های منتخب ایران آزمون جامع بیشتر در سطح تحصیلات تکمیلی برگزار می‌شود.

واژگان کلیدی: آزمون جامع، مهندسی شیمی، دانشگاه‌های آمریکا، دانشگاه‌های ایران

۱- دانشیار گروه بیوتکنولوژی و محیط‌زیست، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) ghpazuki@aut.ac.ir

۲- کارشناس آموزش، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران، ایران. chemgrad@aut.ac.ir

۳- کارشناس آموزش، دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران، ایران. mirhashemi@aut.ac.ir

## ۱. مقدمه

مطابق قوانین و آیین‌نامه‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، آزمون جامع دکتری آزمون تخصصی و هدف آن ارزیابی توانمندی‌های آموزشی و پژوهشی است. دوره دکتری تخصصی شامل دو مرحله آموزشی و پژوهشی است. دانشجویان دکتری مهندسی در بخش اول دوره تحصیلی خود باید ۱۲ تا ۱۸ واحد درسی را به تشخیص استاد راهنما و گروه‌های آموزشی بگذرانند و بعد از آن وارد مرحله پژوهشی شوند که این مرحله شامل بخش تحقیقاتی و دفاع از رساله دکتری در حضور هیئت داوران ارزیابی‌کننده رساله است (New Regulations for Doctoral Education-Research and Research). بنابراین، آزمون جامع دکتری یک مرحله انتقالی بین مرحله آموزشی و پژوهشی است. این آزمون شامل مجموعه‌ای از دروس دوره کارشناسی و تحصیلات تکمیلی (کارشناسی ارشد و دکتری) است که در رشته‌های مختلف مهندسی به صورت متفاوت اجرا می‌شود. در سال ۱۳۸۰ کمیته ارزیابی تحصیلات تکمیلی گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران تحلیلی درباره آزمون جامع دوره‌های دکتری مهندسی انجام داد (An Investigation to the Engineering Ph.D Qualifying Exam, 2001). هدف اصلی این تحلیل بررسی موضوعاتی نظیر ضرورت اجرای آزمون جامع و اهمیت آن و همچنین کیفیت برگزاری آزمون جامع بود. روش تحقیق یادشده بدین‌گونه بود که یک سری سؤال‌های اساسی در زمینه اهمیت، نحوه و شیوه ارتقای آزمون جامع دکتری مهندسی از جامعه آماری شامل استادان با مرتبه‌های استاد، دانشیار و استادیار و همچنین دانشجویان و دانش‌آموختگان دوره‌های دکتری مهندسی پرسیده شد. نتیجه این بررسی نشان داد که برگزاری آزمون جامع برای ورود به مرحله پژوهشی ضرورت دارد. البته، محققان این پژوهش پیشنهاد کردند که باید اهداف و دلایل اجرای این آزمون مشخص شود. در این تحقیق آزمون جامع دکتری به‌عنوان یک آزمون ضروری برای دوره دکتری مهندسی در نظر گرفته شده است. بنابراین، ضرورتی برای مصاحبه با دانشجویان دوره دکتری و بررسی و نقد سیاست‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری احساس نمی‌شود. با توجه به آنکه بر پایه دانش نویسندگان و جست‌وجو در مقالات آموزش مهندسی تا کنون مطالعه تطبیقی درباره شیوه اجرای آزمون جامع در دانشگاه‌های ایران و جهان انجام نشده است، در پژوهش حاضر در خصوص چگونگی اجرای این آزمون در دانشگاه‌های منتخب ایران و دانشگاه‌های منتخب کشور آمریکا در رشته مهندسی شیمی مقایسه‌ای صورت گرفته است. البته، این موضوع با توجه به زمینه تخصصی نویسندگان رشته مهندسی شیمی انتخاب و در پایان راهکارهایی برای بهبود شیوه‌نامه اجرای آزمون جامع دکتری در رشته مهندسی شیمی پیشنهاد شده است.

## ۲. تعریف مسئله

مسئله‌ای که در این مطالعه به آن پرداخته شد، نحوه اجرای آزمون جامع دکتری در رشته مهندسی

شیمی بود. از آنجایی که رشته‌های مختلف مهندسی با هم تفاوت دارند، نویسندگان سعی کرده‌اند تا با توجه به تخصص خود بر رشته مهندسی شیمی متمرکز شوند. هدف این تحقیق مطالعه تطبیقی درباره نحوه اجرای آزمون جامع دکتری در دانشگاه‌های منتخب کشور ایران با دانشگاه‌های منتخب کشور آمریکا است. این مطالعه شامل تعداد دروس، نحوه برگزاری آزمون جامع، نحوه گذراندن یا مردود شدن، محتوای آزمون و شیوه اجرای آن است. بر این اساس، در این مطالعه ارتباط بین مجموعه دروس بخش آموزش دکتری با آزمون جامع دکتری بررسی و همچنین درباره روش اجرای این آزمون به صورت کتبی، شفاهی یا ترکیبی از هر دو روش و نیز سطح سؤال‌های آزمون مطالعه شد.

### ۳. روش تحقیق

در این تحقیق شیوه اجرای آزمون جامع دکتری مهندسی شیمی در دانشگاه‌های منتخب آمریکا شامل انستیتوی تکنولوژی ماساچوست<sup>۱</sup>، انستیتوی تکنولوژی کالیفرنیا<sup>۲</sup>، دانشگاه استنفورد<sup>۳</sup>، دانشگاه پنسیلوانیا<sup>۴</sup>، دانشگاه کرنل<sup>۵</sup>، دانشگاه رایس<sup>۶</sup>، دانشگاه میشیگان<sup>۷</sup> و دانشگاه ایالتی اکلاهما<sup>۸</sup> مطالعه و بررسی شده است. دلیل انتخاب این دانشگاه‌ها رتبه بین‌المللی آنها و دسترسی به اطلاعات این دانشگاه‌ها بود. همچنین شیوه اجرای آزمون جامع دکتری در دانشگاه‌های سطح ۱ کشور شامل دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشگاه صنعتی سهند بررسی و از مجموعه قوانین وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در خصوص دوره‌های دکتری نیز استفاده شده است.

### ۴. مطالعه اجرای آزمون جامع در دانشگاه‌های منتخب آمریکا

به دلیل اینکه برنامه رشته مهندسی شیمی در دانشگاه‌های ایران از برنامه آموزشی دانشگاه‌های آمریکا اقتباس شده است، در این تحقیق سعی شده است تا مطالعه تطبیقی درباره نحوه اجرای آزمون جامع در دانشگاه‌های منتخب ایران و دانشگاه‌های منتخب آمریکا صورت گیرد.

#### ۴-۱. انستیتوی تکنولوژی ماساچوست

هدف از آزمون جامع در دانشکده مهندسی شیمی انستیتوی تکنولوژی ماساچوست آن است که بررسی شود آیا دانشجویان دکتری توانمندی‌های لازم را در مرحله آموزشی دکتری کسب کرده‌اند یا خیر. این توانمندی‌ها شامل توانایی جمع‌بندی موضوعات در مرزهای چند زمینه مختلف علمی و خلاقیت

1- Massachusetts Institute of Technology (MIT)

2- California Institute of Technology (Caltech)

3- Stanford University

4- University of Pennsylvania

5- Cornell University

6- Rice University

7- University of Michigan

8- Oklahoma State University

حل مسئله است، هنگامی که آنها با یک مسئله ناشناخته مواجه می‌شوند. آزمون جامع به دو شکل شفاهی و کتبی برگزار می‌شود. سؤال‌های این آزمون در سطح کارشناسی یا تحصیلات تکمیلی است. این آزمون در پایان نیمسال سوم برگزار می‌شود که البته، می‌تواند دو بار در سال نیز برگزار شود. آزمون کتبی شامل ۳ سؤال به صورت کتاب باز است که در زمینه ترمودینامیک، پدیده‌های انتقال و سینتیک است. البته، در این آزمون‌ها بیشتر بر دروس دوره کارشناسی تأکید می‌شود، ولی ممکن است یک یا دو سؤال از دروس دوره تحصیلات تکمیلی نیز مطرح شود. زمان این آزمون ۳ ساعت است و نتیجه آن به صورت رد یا قبول به دانشجو اعلام می‌شود.

بخش شفاهی آزمون جامع در این دانشگاه ارائه پیشنهاد پروژه<sup>۲</sup> دکتری است. دانشجوی دکتری باید سابقه و اهداف اختصاصی پروژه خود را در قالب یک طرح تحقیقاتی ارائه کند. شایان ذکر است که دانشجویان دکتری باید دروس اصلی را که در جدول ۱ ارائه شده است، در بخش آموزشی بگذرانند (Massachusetts Institute of Technology, Accessed 2020).

جدول ۱. دروس اصلی دوره دکتری مهندسی شیمی انستیتو تکنولوژی ماساچوست

نام درس به فارسی	نام درس به انگلیسی
ترمودینامیک مهندسی شیمی	Chemical Engineering Thermodynamic
آنالیز پدیده‌های انتقال	Analysis of Transport Phenomena
مهندسی راکتورهای شیمیایی	Chemical Reactor Engineering
روش‌های عددی کاربردی برای مهندسی شیمی	Numerical Methods Applied to Chemical Engineering

#### ۴-۲. انستیتوی تکنولوژی کالیفرنیا

در انستیتوی تکنولوژی کالیفرنیا آزمون جامع دکتری در دانشکده مهندسی شیمی پس از مرحله آموزشی انجام می‌شود. آزمون جامع به شکل کتبی و شفاهی و در سطح کارشناسی برگزار می‌شود. موضوعاتی که در این آزمون مطرح می‌گردد، شامل پدیده‌های انتقال، ترمودینامیک و سینتیک است که به صورت ۳ امتحان جداگانه است و یک کمیته آن را برگزار می‌کند. مدت امتحان هر آزمون مجزا ۲ ساعت است. این آزمون به صورت متفاوتی برگزار می‌شود. دانشجویان به مدت ۹۰ دقیقه به صورت کتبی به سؤال‌ها پاسخ می‌دهند. سپس، در طول ۳۰ دقیقه باقی‌مانده دانشجو در حضور کمیته مجری آزمون، جواب سؤال‌ها را به صورت شفاهی می‌دهد. در طول مدت آزمون دانشجو نمی‌تواند از کتاب‌های مرجع استفاده کند. البته، گفتنی است که همه اطلاعات مورد نیاز، که دانشجویان به دانستن آنها نیاز ندارند، به‌عنوان داده‌های مسئله در هر سؤال به آنها داده می‌شود. تعداد سؤال‌ها بین ۲ تا ۴ سؤال است. به دانشجویانی که در آزمون رد می‌شوند، یک فرصت دوباره برای آزمون مجدد داده می‌شود.

سرفصل و مراجع دروسی که در آزمون جامع دکتری از آنها امتحان به عمل می‌آید، در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد. دانشجویانی که در مرحله آزمون جامع قرار دارند، می‌توانند قبل از برگزاری آزمون با استادان دانشکده بحث کنند. البته، نکته حائز اهمیت در دانشکده مهندسی شیمی این دانشگاه آن است که سطح علمی دانشجویان در دروس سینتیک، ترمودینامیک و پدیده‌های انتقال را یکی از استادان دانشکده مهندسی شیمی در بدو ورود بررسی و ارزیابی می‌کند. هدف اصلی این ارزیابی چیدمان برنامه درسی سال اول دانشجویان است. شایان ذکر است که این آزمون در شروع نیمسال دوم در سال اول تحصیلی برگزار می‌شود (California University of Technology-Caltechm, Accessed 2020).

#### ۳-۴. دانشگاه استنفورد

دانشجویان دکتری در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه استنفورد برای ورود به مرحله تحقیقاتی باید در یک آزمون تعیین صلاحیت شرکت کنند. این آزمون شامل دو بخش است: الف. ارائه شفاهی طرح پیشنهادی تحقیقاتی دوره دکتری و پیشرفت‌های اخیر در زمینه آن؛ ب. امتحان توسط استادان دانشکده مهندسی شیمی در زمینه طرح تحقیقاتی و ارزیابی فهم و درک دانشجویان درباره اصول و مبانی شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی سیستم مورد مطالعه در دوره دکتری. البته، گفتنی است که این آزمون به صورت شفاهی برگزار می‌شود (Stanford University, Accessed 2020).

#### ۴-۴. دانشگاه پنسیلوانیا

در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه پنسیلوانیا همه دانشجویان دکتری باید در آزمون ارزیابی جامع شرکت کنند. آزمون جامع در این دانشکده می‌تواند به صورت کتبی یا شفاهی یا به هر دو صورت برگزار شود. این آزمون شامل اصول و مبانی مهندسی شیمی است. در آزمون جامع این دانشگاه از طرح پژوهشی دانشجویان نیز سؤال می‌شود. بر پایه عملکرد دانشجویان در آزمون و نمرات درسی و همچنین پیشرفت پژوهشی، کمیته تحصیلات تکمیلی دانشکده تأیید می‌کند که دانشجویان جامع را گذرانده است یا خیر (University of Pennsylvania, Accessed 2020).

#### ۵-۴. دانشگاه کرنل

دانشجویان دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه کرنل باید در آزمون جامع با عنوان Q Exam<sup>۲</sup> برای مشخص شدن توانایی آنها در زمینه اصول و مبانی مهندسی شیمی شرکت کنند. این آزمون بعد از سال اول دوره دکتری برگزار می‌شود. همچنین در این دانشکده یک آزمون دیگری با عنوان A Exam<sup>۲</sup> برای

تأیید توانایی دانشجویان دکتری به منظور انجام دادن مرحله تحقیقاتی برگزار می‌شود. دانشجویان موظف هستند که طرح مناسبی را برای رساله خود ارائه کنند. این آزمون بعد از سال سوم برگزار می‌شود. دانشجویان دوره دکتری مهندسی شیمی در مرحله آموزشی خود باید ۴ درس اصلی را که در جدول ۲ ارائه شده است، بگذرانند (Cornell University, Accessed 2020).

جدول ۲. دروس اصلی دوره دکتری مهندسی شیمی در دانشگاه کرنل

نام درس به انگلیسی	نام درس به فارسی
Advanced Chemical Engineering Thermodynamics	ترمودینامیک مهندسی شیمی پیشرفته
Advanced Fluid Mechanics and Heat Transfer	مکانیک سیالات و انتقال حرارت پیشرفته
Mathematical Methods of Chemical Engineering Analysis	روش‌های ریاضی آنالیز مهندسی شیمی
Chemical Kinetics and Transport or Advanced Principles of Biomolecular Engineering	سینتیک شیمیایی و انتقال یا اصول مهندسی بیوشیمی پیشرفته

#### ۴-۶. دانشگاه رایس

آزمون جامع دانشجویان دکتری مهندسی شیمی دانشگاه رایس برای مشخص کردن توانایی عمومی آنها به صورت شفاهی برگزار می‌شود. مواد امتحانی این آزمون شامل مهندسی واکنش، ترمودینامیک، پدیده‌های انتقال و ریاضی است. البته، لازم است دانشجویان دروس پیشرفته را قبل از آزمون بگذرانند (Rice University, Accessed 2020).

#### ۴-۷. دانشگاه میشیگان

آزمون جامع در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه میشیگان شامل یک آزمون شفاهی برای بررسی عملکرد دانشجو در بخش آموزشی و یک آزمون کتبی برای بخش تحقیقاتی است. این آزمون با عنوان DCE نامیده می‌شود. ارزیابی آزمون را حداقل ۳ نفر از اعضای هیئت علمی دانشکده مهندسی شیمی انجام می‌دهند که هیچ‌کدام از آنها نباید جزو استادان راهنمای دانشجو باشند. آزمون بخش تحقیقاتی باید یک بحث نقادانه در زمینه موضوع تحقیقاتی باشد که دانشجو آن را انتخاب کرده است. این بحث باید شامل عناوین زیر باشد:

- مروری بر مقالات مرتبط با موضوع آزمون تحقیقاتی؛
- نشان دادن درکی که دانشجویان از مقالات داشته‌اند (برای مثال، آنالیز روش‌های آنها یا نشان دادن مسیر جدید تحقیق)؛

• کار بر روی نتایج مقاله (این می‌تواند شامل محاسبات تئوری، شبیه‌سازی کامپیوتری یا آزمایش‌های تجربی باشد). همچنین توصیفی درباره اینکه چگونه به پیشرفت تحقیقات آینده دانشجویان کمک می‌کند.

کمیت ارزیابی، عملکرد دانشجویان در آزمون شفاهی و آزمون کتبی تحقیقاتی با تکیه بر مهارت‌های ارائه، درک تکنیکی، توانایی آنالیز نقادانه نتایج، پتانسیل انجام دادن تحقیقات اصلی و توانایی پاسخگویی به سؤال‌ها را می‌سنجد. نتیجه این آزمون به صورت قبول یا رد به دانشجویان اعلام می‌شود (University of Michigan, Accessed 2020).

#### ۴-۸. دانشگاه ایالتی اوکلاهما

دانشجویان دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه ایالتی اوکلاهما در بخش آموزشی خود موظف هستند که دروس اصلی رشته مهندسی شیمی را مطابق جدول ۳ بگذرانند.

جدول ۳. دروس اصلی دوره دکتری مهندسی شیمی در دانشگاه ایالتی اوکلاهما

نام درس به انگلیسی	نام درس به فارسی
Advanced Chemical Reaction Engineering	مهندسی واکنش‌های شیمیایی پیشرفته
Principles of Chemical Engineering Thermodynamics	اصول ترمودینامیک مهندسی شیمی
Selected Diffusional Unit Operations	عملیات‌های واحد انتقالی منتخب
Chemical Engineering Process Modeling	مدلسازی فرایند مهندسی شیمی

ارزیابی دانشجویان دکتری دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه ایالتی اوکلاهما با دو آزمون مقدماتی<sup>۱</sup> و آزمون جامع صورت می‌گیرد. دانشجویان برای ورود به آزمون جامع نیاز دارد که آزمون مقدماتی را با موفقیت بگذرانند. آزمون مقدماتی شامل یک امتحان از ۴ درس اصلی جدول ۳ است که دانشجویان در طول دوره آموزش آنها را فرا گرفته است. البته، یک درس خاص می‌تواند با تأیید کمیته تحصیلات تکمیلی جایگزین یکی از چهار درس یادشده بشود. نتیجه آزمون مقدماتی به صورت قبول یا رد به دانشجویان اعلام می‌شود. دانشجویانی که در آزمون مقدماتی قبول نشوند، فقط یک بار دیگر حق شرکت در آزمون مجدد دارند. دانشجویانی که آزمون مقدماتی را با موفقیت طی کنند، می‌توانند وارد مرحله آزمون جامع شوند. دانشجوی دکتری باید حداکثر تا پایان نیمسال چهارم تحصیلی آزمون جامع را بگذرانند. آزمون جامع در این دانشکده شامل یک طرح کتبی مطابق موضوع پروژه تحقیقاتی و دفاع شفاهی از طرح تحقیقاتی دکتری است. دانشجویان موظف است در حضور یک کمیته علمی از طرح خود دفاع کنند. کمیته مذکور توانایی‌های زیر را در دانشجویان ارزیابی می‌کند:

- تجزیه و تحلیل و تشخیص مسئله مهندسی شیمی مورد بحث در پروژه تحقیقاتی دانشجوی؛
  - ارائه یک دفاع قابل قبول برای طرح تحقیقاتی؛
  - تعیین سطح دانش از طریق تجزیه و تحلیل مسئله؛
  - بیان یک فرضیه قابل آزمایش؛
  - ارائه یک طرح برای حل مسئله؛
  - نتایج مورد انتظار از تحقیق در حرفه مهندسی شیمی و جامعه؛
  - بیان شفاف موارد یادشده در طرح تحقیقاتی پیشنهاد شده و مصاحبه شفاهی.
- کمیته ارزیاب با توجه به این اطلاعات تشخیص می‌دهد که دانشجو می‌تواند مسیر کاری خود را در دوره دکتری ادامه دهد یا خیر. البته، ممکن است از دانشجو آزمون مجدد گرفته شود. همچنین کمیته ممکن است تشخیص دهد که دانشجوی دکتری به آموزش بیشتر برای کسب توانایی نیاز دارد (Oklahoma State University, Accessed 2020).

#### ۵. مطالعه اجرای آزمون جامع در دانشگاه‌های منتخب ایران

در این بخش مطالعه‌ای درباره نحوه اجرای آزمون جامع دکتری رشته مهندسی شیمی در دانشگاه‌های منتخب ایران ارائه شده است. در این مطالعه دانشگاه صنعتی شریف، دانشگاه تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان و دانشگاه صنعتی سهند به‌عنوان دانشگاه‌های سطح یک انتخاب شده‌اند. مبنای این انتخاب دسترسی به اطلاعات و آیین‌نامه‌های داخلی در خصوص نحوه اجرای آزمون جامع بوده است.

##### ۵-۱. دانشگاه صنعتی شریف

در این دانشگاه هدف از برگزاری آزمون جامع کسب اطمینان از قابلیت‌های علمی و پژوهشی، توانایی برخورد اصولی با مسائل و داشتن روحیه علمی و همچنین برخورداری از قوه ابتکار دانشجویان تعریف شده است. دانشجو موظف است پس از گذراندن حداقل ۱۲ واحد درسی، حداکثر تا پایان نیمسال سوم تحصیلی خود آزمون جامع بدهد. البته، دانشجو باید حد نصاب لازم در یکی از آزمون‌های زبان خارجی مورد تأیید دانشگاه را قبل از آزمون جامع کسب کند.

آزمون جامع شامل بخش‌های کتبی یا شفاهی است که تشخیص آن بر عهده شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده است. آزمون جامع زیر نظر شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده و توسط هیئتی شامل استاد راهنما و حداقل سه عضو هیئت علمی (حداقل یک نفر با مرتبه دانشیاری و دو نفر دیگر حداقل با مرتبه استادیاری) برگزار می‌شود. آزمون جامع در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی شریف شامل چهار درس است که به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده این دروس انتخاب می‌شوند. دو درس از این چهار درس از میان دروس اصلی مهندسی شیمی هر یک از



دو قالب متفاوت و دو درس دیگر از میان مجموعه دروس تخصصی انتخاب می‌شوند که دانشجوی در دوره دکتری آنها را گذرانده و با موضوع تحقیقاتی رساله دکتری وی مرتبط است. این دو قالب دروس مهندسی شیمی شامل قالب ۱. انتقال حرارت، مکانیک سیالات و انتقال جرم و قالب ۲. طراحی راکتورهای شیمیایی و ترمودینامیک مهندسی شیمی است.

این آزمون به صورت کتاب بسته و مفهومی در سطح کارشناسی و کارشناسی ارشد برگزار می‌شود. میانگین کل نمره‌های آزمون جامع باید از ۱۶ بیشتر باشد. همچنین نمره هر درس باید از ۱۵ بیشتر باشد. اگر معدل کل نمره آزمون جامع کمتر از ۱۶ باشد، دانشجو فقط یک بار دیگر می‌تواند در آزمون جامع شرکت کند. همچنین دانشجوی پس از قبولی در آزمون جامع و حداکثر تا نیمسال چهارم تحصیلی باید از پیشنهاد پژوهشی خود در حضور هیئت داوران به صورت شفاهی دفاع کند (Collection of Rules and Regulations for the Doctoral Course of Sharif University of Technology, 2019).

#### ۵-۲. دانشگاه تهران

مطابق آیین‌نامه و شیوه‌نامه‌های جامع آموزشی دوره‌های تحصیلی دانشگاه تهران که در سال ۱۳۹۸ اصلاح شده است، هدف از برگزاری آزمون جامع دکتری در این دانشگاه بررسی همه‌جانبه توانمندی‌های آموزشی و پژوهشی دانشجوی دکتری تخصصی است که پس از گذراندن واحدهای آموزشی دوره دکتری برگزار می‌شود. در این آزمون اطلاعات جامع و کلی دانشجوی دکتری در مباحث مرتبط با زمینه کلی رساله تحقیقاتی و زمینه تخصصی ارزیابی می‌شود. بر این اساس، دانشجوی دکتری لازم است در بخش آموزشی خود ۱۲ تا ۱۸ واحد درسی را انتخاب کند. شرط ورود به آزمون جامع کسب میانگین کل حداقل ۱۶ از واحدهای آموزشی دوره دکتری و قبولی در آزمون زبان عمومی است. دانشجو موظف است که حداکثر تا نیمسال چهارم تحصیلی آزمون جامع بدهد. این آزمون می‌تواند به صورت کتبی یا کتبی و شفاهی برگزار شود. زمان برگزاری این آزمون در ماه‌های اردیبهشت و آبان هر سال تحصیلی است. در دانشکده مهندسی شیمی امتحان بخش کتبی آزمون جامع شامل دروس ترمودینامیک مهندسی شیمی، طراحی راکتورهای شیمیایی، مکانیک سیالات، انتقال حرارت و انتقال جرم است. هر درس یک کارگروه تخصصی دارد که مسئولیت طراحی سؤال‌های این آزمون را بر عهده دارند. شرط قبولی در آزمون جامع کسب میانگین کل حداقل ۱۶ و نمره حداقل ۱۴ در هر درس است. اگر میانگین کل آزمون جامع ۱۶ باشد، ولی دانشجوی در درسی نمره کمتر از ۱۴ کسب کند، دانشجوی موظف به شرکت مجدد در آن درسی است که نمره آن کمتر از ۱۴ بوده است. دانشجویی که در نوبت اول آزمون جامع مردود شود، مجاز به شرکت در یک مرحله آزمون جامع است و چنانچه در این مرحله هم مردود شود، از تحصیل در دوره دکتری محروم می‌شود. دانشجوی پس از گذراندن آزمون جامع باید در جلسه دفاع از طرح پیشنهادی رساله شرکت و از آن در حضور هیئت داوران دفاع کند. هیئت داوران شامل استاد/استادان راهنما و مشاور، دو نفر داور داخلی از اعضای هیئت علمی رشته و گروه مرتبط با حداقل مرتبه

استادداری و سه سال سابقه تدریس و تحقیق در دوره تحصیلات تکمیلی و دو نفر داور خارج از گروه با حداقل مرتبه استادیاری است. نمره نهایی آزمون جامع شامل ۷۰٪ بخش کتبی و ۳۰٪ بخش ارائه شفاهی پیشنهاد پروژه دکتری است که باید حداقل نمره ۱۶ باشد (Comprehensive Regulations and Educational Methods of Tehran University Courses, 2019-2020).

### ۳-۵. دانشگاه صنعتی امیرکبیر

آزمون جامع آزمون تخصصی است که هدف آن ارزشیابی و ارزیابی توانمندی‌های آموزشی و پژوهشی دانشجوی دکتری است. این آزمون در نیمسال سوم و بعد از آن برگزار می‌شود. دانشجو حداکثر تا پایان نیمسال پنجم دوره آموزشی خود مجاز است که در آزمون جامع دکتری شرکت کند. دانشجویان دکتری برای ورود به آزمون جامع باید حداقل ۱۲ واحد درسی با میانگین کل حداقل ۱۶ را در دوره آموزشی کسب کنند. همچنین دانشجو قبل از شرکت در آزمون جامع دکتری موظف است که حد نصاب آزمون زبان در یکی از آزمون‌های مورد تأیید دانشگاه صنعتی امیرکبیر را کسب کند.

آزمون جامع دکتری در دانشکده مهندسی شیمی در این دانشگاه به صورت کتبی و تحت نظارت شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده برگزار می‌شود. آزمون جامع در سال‌های اخیر مورد بازنگری و تطبیق با دانشگاه‌های منتخب آمریکا قرار گرفته است. شیوه اجرای آزمون جامع در گذشته بدین صورت بود که دانشجو ۳ درس از میان دروس اصلی مهندسی شیمی شامل ریاضی مهندسی، ترمودینامیک، مکانیک سیالات، انتقال حرارت، انتقال جرم و طراحی راکتورهای شیمیایی را انتخاب می‌کرد و به سؤال‌های آن پاسخ می‌داد. در شیوه فعلی دانشجوی دکتری لازم است ۳ درس شامل پدیده‌های انتقال، ترمودینامیک و طراحی راکتورهای شیمیایی را امتحان بدهد. البته، کمیته‌هایی در این ۳ درس با مسئولیت یکی از استادان دانشکده تشکیل شده است که وظیفه این کمیته‌ها انتخاب سؤال‌ها برای آزمون جامع است. امتحان جامع دکتری به صورت کتاب بسته انجام می‌شود. حداقل نمره قبولی در آزمون جامع دکتری ۱۶ است. در صورتی که دانشجوی دکتری نتواند در آزمون اول قبول شود، فقط یک بار مجاز به شرکت مجدد در آزمون جامع است. در صورت کسب نمره قبولی در آزمون جامع پس از دو بار، دانشجو از تحصیل محروم می‌شود. دانشجویی که آزمون جامع دکتری را با موفقیت طی کند، موظف است که در نیمسال سوم و حداکثر تا پایان نیمسال چهارم از پیشنهاد رساله خود دفاع کند. طرح پژوهشی پیشنهاد پروژه دکتری باید به صورت کتبی شامل طرح کلی فعالیت‌های پژوهشی دوره دکتری و رویکرد اصلی پژوهش، نوآوری، فعالیت‌ها و برنامه زمان‌بندی تحقیق باشد. در صورتی که طرح پیشنهادی رساله دانشجو در جلسه دفاع در حضور هیئت داوران مردود شود، با تأیید هیئت داوران حداکثر در یک نوبت دانشجو می‌تواند اصلاحات لازم را انجام دهد و مجدد در جلسه دفاع شرکت و از پیشنهاد رساله خود دفاع کند (Collection of Educational Regulations of Amirkabir University of Technology PhD Course, 2017).

۴-۵. دانشگاه علم و صنعت ایران

دوره دکتری در دانشگاه علم و صنعت ایران مطابق آیین نامه اجرایی شیوه آموزشی- پژوهشی که برای دانشجویان ورودی ۱۳۹۷ به بعد قابل اجرا شده است، برگزار می شود. مطابق این آیین نامه، هدف از برگزاری آزمون جامع کسب اطمینان از قابلیت های علمی دانشجو، آگاهی از میزان توانایی دانشجو در برخورد اصولی با مسائل علمی و داشتن روحیه علمی و شناسایی میزان برخورداری دانشجو از قوه ابتکار و قابلیت های پژوهشی است. دانشجویان دکتری این دانشگاه موظف هستند که حداقل ۱۴ و حداکثر ۱۸ واحد درسی از دروس تحصیلات تکمیلی رشته خود را با نظر استاد راهنما و تأیید گروه و تصویب شورای آموزشی و پژوهشی دانشکده بگذرانند. شرط ورود به آزمون جامع کسب حداقل معدل ۱۶ از دروس مرحله آموزشی و داشتن حداقل نمره زبان مورد قبول این دانشگاه است. مطابق این آیین نامه، بخش کتبی آزمون جامع شامل حداقل ۳ درس از دوره تحصیلات تکمیلی به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه مربوط است. مطابق این آیین نامه، دانشجویانی که معدل دروس آنها ۱۷ و بالاتر است، در صورت تأیید شورای آموزش و پژوهش دانشکده از آزمون کتبی معاف می شوند و فقط در آزمون شفاهی شرکت می کنند. آزمون شفاهی را هیئتی مرکب از استاد راهنما و حداقل دو نفر عضو هیئت علمی با حداقل مرتبه استادیاری و فعال در دوره تحصیلات تکمیلی در زمینه تخصص دانشجو برگزار می کنند. ترکیب این هیئت به پیشنهاد استاد راهنما و تأیید گروه و شورای آموزشی و پژوهشی تعیین می شود. نمره نهایی آزمون جامع شامل ۷۰ درصد نمره کتبی و ۳۰ درصد نمره شفاهی است که میانگین کل نمرات نباید کمتر از ۱۶ شود. دانشجو در صورت موفق نبودن در اولین آزمون جامع، می تواند فقط برای یک بار دیگر در آزمون جامع دوم حداکثر تا پایان نیمسال چهارم شرکت کند. در صورت موفق نبودن، دانشجو از تحصیل محروم می شود. مواد امتحانی آزمون جامع کتبی در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه علم و صنعت ایران مطابق جدول ۴ است.

جدول ۴. مواد امتحانی آزمون جامع در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه علم و صنعت ایران

تعداد کل دروس آزمون جامع کتبی	دروس اصلی	پدیده های انتقال	ریاضی مهندسی	دروس تخصصی
۳ درس	انتخاب یک درس از میان دروس سینتیک و طراحی راکتورهای شیمیایی و ترمودینامیک مهندسی شیمی	انتخاب یک درس از میان دروس مکانیک سیالات، انتقال جرم و انتقال حرارت	انتخاب یک درس از میان دروس ریاضی عددی یا تحلیلی یا آمار در فرایندهای مهندسی	انتخاب یک درس از میان دروس دوره دکتری

دانشجو موظف است که در ۳ درس در آزمون کتبی جامع شرکت کند. انتخاب یک درس از پدیده های انتقال و یک درس از مجموعه ریاضی مهندسی الزامی است. سؤال های آزمون جامع شفاهی

درباره موضوع پروژه و بررسی و سنجش میزان تسلط و اشراف دانشجو بر موضوع پروژه دکتری است  
 Executive Regulations of the Teaching-Research Method of the Doctoral Program of Iran Uni-  
 versity of Science and Technology, 2018).

#### ۵-۵. دانشگاه صنعتی اصفهان

در دانشگاه صنعتی اصفهان شیوه‌نامه اجرایی تحصیلات تکمیلی دوره دکتری مطابق یک آیین‌نامه جدید آموزشی اصلاح شده است. در این شیوه‌نامه هدف از ارزیابی آزمون جامع بررسی همه‌جانبه توانمندی‌های آموزشی و پژوهشی دانشجویان دوره دکتری است. مطابق این آیین‌نامه، دانشجویان دکتری موظف هستند که ۱۲ تا ۱۸ واحد آموزشی را در مرحله آموزش دوره دکتری خود بگذرانند. این دروس با نظر استاد راهنما و تأیید شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده انتخاب می‌شود. شرط ورود به آزمون جامع کسب حداقل معدل کل ۱۶ از دروس بخش آموزشی دکتری است. آزمون جامع در این دانشگاه حداکثر تا پایان نیمسال چهارم تحصیلی در دو بخش کتبی و شفاهی برگزار می‌شود. ارزیابی بخش شفاهی پس از موفقیت دانشجو در بخش کتبی انجام می‌شود. مطابق این آیین‌نامه، آزمون جامع حداقل در سه درس دوره تحصیلات تکمیلی به پیشنهاد استاد راهنما و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده برگزار می‌شود. این آزمون در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی اصفهان در دروس ترمودینامیک مهندسی شیمی، طراحی راکتورهای شیمیایی، مکانیک سیالات، انتقال حرارت، انتقال جرم و همچنین ریاضی تحلیلی و ریاضی عددی در سطح کارشناسی ارشد برگزار می‌شود. شرط قبولی در بخش کتبی آزمون جامع کسب حداقل میانگین کل ۱۶ است. در صورتی که دانشجو موفق نشود برای اولین بار در آزمون قبول شود، می‌تواند برای بار دوم در این آزمون شرکت کند. در صورت قبول نشدن در مرحله دوم، دانشجو از تحصیل محروم می‌شود. آزمون جامع در دانشگاه صنعتی اصفهان زیر نظر یک هیئت ارزیابی انجام می‌شود. مطابق آیین‌نامه این دانشگاه، این هیئت شامل استاد/ استادان راهنما و حداقل سه داور از اعضای هیئت علمی دارای حداقل مرتبه استادیاری با سه سال سابقه تدریس یا تحقیق در مقطع تحصیلات تکمیلی است. این هیئت را شورای تحصیلات تکمیلی انتخاب می‌کنند. دانشجو در صورتی که بخش آموزشی را با موفقیت طی کند، وارد مرحله آزمون شفاهی می‌شود. بخش ارزیابی شفاهی آزمون جامع ارزیابی بخش پژوهشی است. این ارزیابی بر پایه گزارش‌های کتبی و شفاهی از پیشرفت پژوهشی توسط هیئت ارزیابی در دو نوبت با عنوان جامع پژوهشی ۱ و جامع پژوهشی ۲ انجام می‌شود. هدف از آزمون جامع پژوهشی ۱ دفاع از پیشنهاد پژوهشی رساله دکتری و آزمون جامع پژوهشی ۲ بررسی پیشرفت رساله دکتری است. ارزیابی جامع پژوهشی ۱ حداکثر تا پایان نیمسال پنجم و ارزیابی جامع پژوهشی ۲ حداکثر تا پایان نیمسال هفتم انجام می‌شود. نظر هیئت ارزیابی‌کننده به صورت قبول یا رد اعلام می‌شود. نظر رد به منزله مردودی در آزمون جامع

است. هیئت ارزیابی‌کننده آزمون جامع پژوهشی از استاد/ استادان راهنما و مشاور و حداقل دو داور از اعضای هیئت علمی با حداقل مرتبه استادیاری به انتخاب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده تشکیل می‌شود. حداقل یکی از داوران ارزیابی جامع پژوهشی باید دارای مرتبه دانشیاری به بالا و خارج از دانشگاه انتخاب شود (Executive Procedure of Isfahan University of Technology Doctoral Educational Regulations, 2018).

#### ۵-۶. دانشگاه صنعتی سهند

آزمون جامع در دانشگاه صنعتی سهند در قالب شیوه‌نامه اجرایی برگزاری دوره‌های دکترای داخل کشور که در شورای تحصیلات تکمیلی این دانشگاه تصویب شده است، اجرا می‌شود. مطابق این شیوه‌نامه، دانشجوی دوره دکتری شیوه آموزشی-پژوهشی لازم است که واحدهای آموزشی خود را که بین ۱۲ تا ۱۸ واحد درسی است، بدون احتساب واحد سمینار، بگذراند. همچنین دانشجویان دکتری باید حداقل تا پایان نیمسال اول گواهی قبولی در آزمون زبان مورد پذیرش این دانشگاه را ارائه کنند.

آزمون جامع دکتری در این دانشگاه شامل ۲ یا ۳ درس اصلی یا تخصصی در هر رشته تحصیلی به پیشنهاد استاد راهنمای دانشجو و تصویب شورای تحصیلات تکمیلی دانشکده مجری است. زمان برگزاری آزمون جامع در آخر نیمسال در ماه‌های تیر و بهمن هر سال تحصیلی است. دانشجوی دکتری در این دانشگاه فقط دو بار با فاصله شش ماه حق شرکت در آزمون جامع را دارد که در شیوه آموزشی-پژوهشی باید در هر درس نمره ۱۴ از ۲۰ و حداقل میانگین دروس ۱۶ از ۲۰ را کسب کند. اگر میانگین نمرات دانشجو حداقل ۱۶ باشد، ولی نمره یک درس کمتر از ۱۴ باشد، وی در آزمون جامع مجدد فقط در همان درس باید شرکت کند. در صورتی که دانشجوی دکتری در آزمون جامع دوم نتواند موفق شود، پرونده او به کمیسیون موارد خاص دانشگاه ارجاع خواهد شد. در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی سهند آزمون جامع از ۳ درس اصلی به صورت کتبی و شفاهی برگزار می‌شود. این دروس در قالب دو گروه در نظر گرفته می‌شوند که موارد آن در جدول ۵ گزارش شده است.

جدول ۵. گروه‌های پیشنهادی دروس اصلی برای آزمون جامع دکتری مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی سهند

گروه ۱	گروه ۲
مکانیک سیالات پیشرفته	ترمودینامیک مهندسی شیمی پیشرفته
انتقال حرارت پیشرفته	طراحی راکتور پیشرفته
انتقال جرم پیشرفته	طراحی بیوراکتور
	ریاضیات تحلیلی
	ریاضیات عددی

دانشجو می‌تواند حداقل یک و حداکثر دو درس از هر گروه و در مجموع، سه درس از دروس جدول ۴ را انتخاب کند. با دقت در مواد درسی گزارش شده در جدول ۴ می‌توان دریافت که آزمون جامع دکتری در دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی سهند در سطح دروس دوره تحصیلات تکمیلی برگزار می‌شود. دانشجوی دکتری که آزمون جامع خود را با موفقیت بگذراند، لازم است که پیشنهاد رساله تحقیقاتی خود را تدوین کند. دانشجو باید پیشنهاد رساله دکتری خود را تا پایان نیمسال چهارم به تصویب برساند. همچنین دانشجو موظف است که از طرح رساله خود در حضور هیئت داوران دفاع کند (Executive Procedure of Sahand University of Technology of the Integrated Educational) (Regulations of the Doctoral Program, 2018).

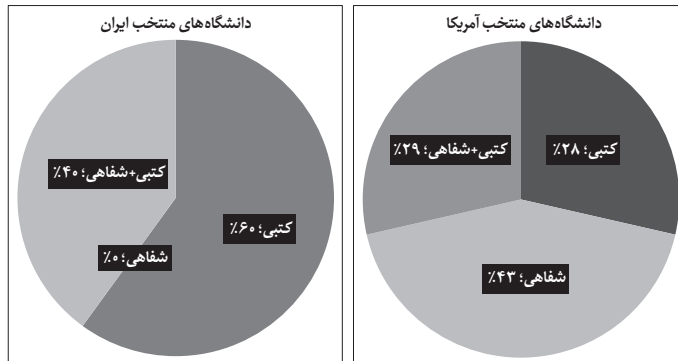
#### ۶. نتیجه‌گیری

در این بخش بین شیوه اجرای آزمون جامع دکتری در دانشگاه‌های منتخب آمریکا و دانشگاه‌های منتخب ایران مقایسه‌ای صورت گرفته است. نتیجه کلی به دست آمده از شیوه اجرای آزمون جامع دکتری در دانشگاه‌های آمریکا و ایران در جدول ۶ خلاصه شده است.

جدول ۶. مقایسه‌ای بین نتایج به دست آمده از مطالعه تطبیقی آزمون جامع دکتری در دانشگاه‌های منتخب آمریکا و ایران

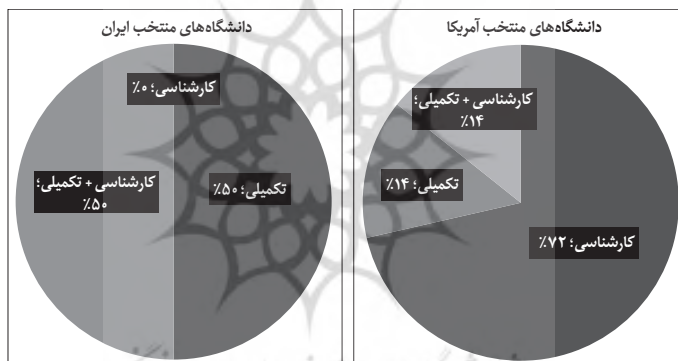
نتیجه	دانشگاه‌های آمریکا	دانشگاه‌های ایران
دروس دوره دکتری	دانشجویان دکتری موظف هستند که در دوره دکتری دروس مشخصی را بگذرانند	دانشجویان دکتری دروس خاصی را نمی‌گذرانند
نحوه اجرای آزمون جامع	شیوه اجرای آزمون بیشتر به صورت شفاهی است	شیوه اجرای آزمون بیشتر به صورت کتبی است
سطح سؤال‌ها	سؤال‌ها در سطح کارشناسی است	سؤال‌ها در سطح تحصیلات تکمیلی است
مشخص بودن سرفصل‌های آزمون جامع	سرفصل‌های آزمون جامع مشخص است و به دانشجویان اعلام می‌شود	سرفصل‌های آزمون جامع نامشخص است
نظارت بر آزمون جامع توسط کمیته	نظارت بر آزمون را یک کمیته انجام می‌دهد	نظارت نظام‌مندی برای آزمون وجود ندارد
نحوه گذراندن یا مردود شدن	نتیجه به صورت قبول یا رد به دانشجو اعلام می‌شود	نتیجه بر مبنای نمره به دانشجو اعلام می‌شود

با توجه به اهمیت نحوه اجرای آزمون و سطح سؤال‌ها در آزمون جامع، مقایسه‌ای بین نتایج مطالعه تطبیقی دانشگاه‌های آمریکا و ایران و نحوه اجرای آزمون جامع در دانشگاه‌های منتخب آمریکا و ایران در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. مقایسه‌ای بین روش اجرای آزمون جامع در دانشگاه‌های منتخب آمریکا و ایران

همچنین مقایسه‌ای درباره سطح سؤال‌های آزمون جامع دکتری در دانشگاه‌های منتخب آمریکا و ایران در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل ۲. مقایسه‌ای بین سطح سؤال‌های آزمون جامع دکتری در دانشگاه‌های منتخب آمریکا و ایران

## ۷. پیشنهادها

با بررسی روش اجرای آزمون جامع دکتری در دانشگاه‌های منتخب آمریکا و ایران پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

- در مرحله آموزشی، درس دوره دکتری متناسب با این آزمون تنظیم شود. همچنین با بررسی سطح این دانشجویان توسط استادان دانشکده، دانشجویان در صورت نیاز درس پایه‌ای را مجدد در دوره دکتری اخذ کنند؛
- صرف‌نظر از منابع این آزمون در اختیار دانشجویان دکتری قرار بگیرد؛
- کمیته‌هایی مرکب از اعضای هیئت علمی دانشکده برای درس اصلی مهندسی شیمی تشکیل شود و سؤال‌های هر ماده امتحانی در این کمیته مصوب شوند؛

- بخشی از نمره آزمون جامع به آزمون شفاهی تعلق بگیرد. البته، شایان ذکر است که اصول و مبانی علمی و سنجش فهم دانشجو از این موضوعات در قالب آزمون‌های کتبی کم‌تر می‌گنجد؛
- همه اعضای هیئت علمی درگیر آزمون جامع دکتری باشند؛
- کمیته‌ای در دانشکده‌ها وظیفه اجرای آزمون جامع را برعهده بگیرد؛
- سؤال‌های آزمون بیشتر در سطح کارشناسی رشته مهندسی شیمی باشد.

## References

- California University of Technology-Caltechm, Accessed 2020, <https://cce.caltech.edu/graduate/graduate-chemical-engineering>.
- Cornell University, Accessed 2020, <https://www.cheme.cornell.edu/cbe/academics/graduate-programs>.
- Massachusetts Institute of Technology, Accessed 2020, <https://cheme.mit.edu/academics/graduate-students/graduate-programs>.
- Oklahoma State University, Accessed 2020, <https://che.okstate.edu/content/chemical-engineering.html>.
- Rice University, Accessed 2020, <https://chbe.rice.edu/>.
- Stanford University, Accessed 2020, <https://cheme.stanford.edu/academics-admissions/graduate-programs>.
- University of Michigan, Accessed 2020, <https://che.engin.umich.edu/graduate/program/>.
- University of Pennsylvania, Accessed 2020, <https://cbe.seas.upenn.edu/doctoral/>.
- New Regulations for Doctoral Education-Research and Research, Website of the Deputy Minister of Education of the Ministry of Science, Research and Technology, <https://edu.msrt.ir/fa/regulation>.
- Mohammad Reza Eslami, Naser Tohidi, Parviz Jabe Dar Maralani, Jalal Hejazi, Gholam Hosein Daneshi, Saeid Sohrab Pour, Mostafa Sohrab Pour, Jalal Shayegan, Mansor Taheri, Ghodrath Allah Karami, Iraj Godarz Nia, Mahmoud Yaghoubi, An investigation to the engineering Ph.D qualifying exam, *Iranian Journal of Engineering Education* (2001), 3 (10), 19-35.
- Comprehensive Regulations and Educational Methods of Tehran University Courses 2019-2020, <https://academics.ut.ac.ir/fa>.
- Executive Procedure of Isfahan University of Technology Doctoral Educational Regulations 2018, <https://tahsilat-takmili.iut.ac.ir/>.
- Collection of Educational Regulations of Amirkabir University of Technology PhD Course 2017, <https://grad.aut.ac.ir/>.
- Executive Procedure of Sahand University of Technology of the Integrated Educational Regulations of the Doctoral Program 2018, <http://www.sut.ac.ir/grad/>.
- Collection of Rules and Regulations for the Doctoral Course of Sharif University of Technology 2019, <https://grad.sharif.edu/fa/>.
- Executive Regulations of the Teaching-Research Method of the Doctoral Program of Iran University of Science and Technology 2018, <http://pga.iust.ac.ir/>.
- California University of Technology-Caltech, Accessed 2020, <https://cce.caltech.edu/graduate/graduate-chemical-engineering>.
- Cornell University, Accessed 2020, <https://www.cheme.cornell.edu/cbe/academics/graduate-programs>.
- Massachusetts Institute of Technology, Accessed 2020, <https://cheme.mit.edu/academics/graduate-students/graduate-programs/>
- Oklahoma State University, Accessed 2020, <https://che.okstate.edu/content/chemical-engineering.html>.
- Rice University, Accessed 2020, <https://chbe.rice.edu/>.



- Stanford University, Accessed 2020, <https://cheme.stanford.edu/academics-admissions/graduate-programs>.
- University of Michigan, Accessed 2020, <https://che.engin.umich.edu/graduate/program/>.
- University of Pennsylvania, Accessed 2020, <https://cbe.seas.upenn.edu/doctoral/>.



◀ **غلامرضا پازوکی:** مدرک کارشناسی را از دانشگاه صنعتی شریف، مدرک کارشناسی ارشد را از دانشگاه تربیت مدرس و مدرک دکتری خود را از دانشگاه صنعتی شریف در رشته مهندسی شیمی اخذ کرده است. ایشان از سال ۱۳۸۹ به عنوان عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) در گروه بیوتکنولوژی و محیط زیست با مرتبه دانشیار مشغول به فعالیت است. ایشان بیش از ۱۵۰ مقاله در نشریات بین المللی و ملی در رشته مهندسی شیمی در زمینه ترمودینامیک و جداسازی ترکیبات زیستی منتشر کرده اند.



◀ **منیره تدین:** کارشناسی ارشد مدیریت آموزشی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، کارشناس خدمات آموزشی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر.



◀ **منیره میرهاشمی:** کارشناسی ارشد مشاوره و راهنمایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن، کارشناس خدمات آموزشی دانشکده مهندسی شیمی دانشگاه صنعتی امیر کبیر.