نامهٔ آموزش عالی، دورهٔ جدید
سال ششم، شمارهٔ بیست و سوم، پاییز ۱۳۹۲، صص ۱۱۵- ۹۱

Higher Education Letter
Vol. 6, No. 23, Autumn 2013

بررسی برخی از عوامل موفقیت و عدم موفقیت در آزمایشگاه‌های شیمی عمومی دوره‌های کارشناسی

A Study of Success and Failure Factors for General Chemistry Laboratories in Undergraduate Courses

تاریخ دریافت مقاله: ۹۲/۰۴/۱۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۰۸/۲۳

عابد بدریان *
اکبر ناصری آذر **

چکیده: هدف از پژوهش حاضر، بررسی برخی از عوامل موفقیت و عدم موفقیت در آزمایشگاه‌های شیمی عمومی در دوره کارشناسی است. نمونهٔ پژوهش شامل ۱۸۳ دانشجوی دختر و پسر در رشته‌های کارشناسی علوم پایه، فنی مهندسی و ۱۵ نفر مربی آزمایشگاه شیمی عمومی بودند که از دانشگاه‌های آزاد اسلامی واحدهای تهران و مرند انتخاب شدند. روش تحقیق توصیفی- پیمایشی است و اطلاعات با استفاده از پرسشنامهٔ ویژه‌ای که با استفاده از منابع مرتبط و در دسترس تهیه شده بود، جمع‌آوری شد و روایی آن با سازماندهی مصاحبه‌های تخصصی با افراد صاحب‌نظر (۶ نفر) مورد بررسی قرار گرفت و متناسب با شرایط ایران بومی شد. پایایی ابزارهای تحقیق نیز با استفاده از روش آلفای کرونباخ (α = ۰/۸۹) مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات از روش‌های آمار توصیفی و نیز استنباطی استفاده شد. در کل، یافته‌های پژوهش تأکید دارد که در صورت استفاده از فعالیت‌های آزمایشگاهی اثربخش و توجه به برخی از عوامل موفقیت و عدم موفقیت، دانشجویان می‌توانند از چنین فعالیت‌هایی در راستای یادگیری مفهومی شیمی عمومی بهره بیشتری ببرند.

واژگان کلیدی: عوامل موفقیت، عوامل عدم موفقیت، آزمایشگاه، شیمی عمومی، دوره کارشناسی

Abed Badrian
Akbar Naseriazar

Abstract: The aim of this study was to investigate the success and failure factors for general chemistry laboratories in undergraduate courses. The sample size consisted of 183 undergraduate science and engineering students (males and females) enrolled in an introductory chemistry course at a postsecondary 4-year university and 15 laboratory assistants from the Islamic Azad universities of Tehran and Marand regions. The research method has been of descriptive-survey type. Data collection was done using a special questionnaire which was developed using available resources, and it was validated and adjusted according to Iran's university conditions, and using interviews with experts (6 persons). The reliability of interviews was investigated and confirmed through the Cronbach Alpha method (α = 0. 89). In order to analyze the data, the descriptive and inferential statistics were used. In general, the research findings revealed that much more could be gained by the students and conceptual learning of general chemistry if students use effective experiments in laboratory experience, and that further emphasis should be given to success and failure factors for the laboratory experience.

Keywords: Success Factors, Failure Factors, Laboratory, General Chemistry, Undergraduate Courses

* استادیار سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی (مسؤول مکاتبات: ab.badrian@gmail.com)
** استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند

۱- مقدمه

شیمی شاخه‌ای از علوم تجربی است که به مطالعهٔ ترکیب، ساختار و خواص مواد می‌پردازد. کاربرد گستردهٔ شیمی در پزشکی، داروسازی، صنایع غذایی، کشاورزی، آرایشی و بهداشتی، تهیهٔ رنگ، پلاستیک، لاستیک و انواع پوشش‌ها، محیط زیست، انرژی و...، نشان از اهمیت زیاد این علم در تأمین رفاه، بهداشت، سلامت، رشد اقتصادی و توسعهٔ پایدار جوامع بشری دارد.

به واسطهٔ وجود منابع غنی نفت، گاز و مواد معدنی در ایران و نقش زیاد علم شیمی در رشد و توسعهٔ پایدار کشور؛ و همچنین به خاطر پیشینهٔ تاریخی و سهم بزرگی که دانشمندان ایرانی در بنیاد نهادن و گسترش این علم داشته‌اند، ضرورت توجه به علم شیمی و آموزش اثربخش آن در مدارس و مراکز آموزش عالی در دستور کار کارشناسان و برنامه‌ریزان درسی قرار دارد (بدریان، ۱۳۸۸: ۱۲۱).

از آنجایی که بخش اعظم یافته‌های شیمی از راه مشاهده و اجرای آزمایش به دست می‌آید و ملاک یا معیار درستی آنها انطباق داشتن با مشاهدات تجربی است، لذا بهترین راه یادگیری مؤثر شیمی، انجام آزمایش و مشاهدهٔ زندهٔ پدیده‌های علمی است (گارنت[1] و هاکینگ[2]، ۱۹۹۵: ۲۷). در روش‌های نوین آموزش شیمی، علاوه بر فعال بودن دانشجو در جریان یادگیری، به فرآیند اکتشاف، پژوهش و حل مسأله توجه ویژه‌ای شده است. در مطالعهٔ مفاهیم نظری شیمی، سؤال‌هایی در ذهن فراگیران ایجاد می‌شود که پاسخ آنها از طریق حل مسأله و اکتشاف به دست می‌آید. این فعالیت‌ها عمدتاً در آزمایشگاه و یا برخی از مواقع در خارج از آزمایشگاه و در طبیعت یا مراکز علمی - صنعتی انجام می‌گیرند (هادسون[3]، ۱۹۹۶: ۱۲۰).

انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی، علاوه بر تثبیت یادگیری و افزایش میزان ماندگاری مفاهیم آموخته شده، سبب دست‌ورزی و کسب مهارت‌های علمی- پژوهشی پایه می‌گردد و زمینه‌های نوآوری، خلاقیت و تفکر انتقادی را در فراگیران فراهم می‌سازد. فعالیت‌های آزمایشگاهی، افزون بر داشتن زمینه‌های توسعهٔ فکری و مهارتی، مهارت‌های اجتماعی و شهروندی را نیز ارتقا می‌بخشد. در بسیاری از دانشگاه‌ها متداول است که دانشجویان فعالیت‌های آزمایشگاهی را به صورت گروهی و در قالب

1. Garnett
2. Hacking
3. Hodson

گروه‌های کوچک انجام می‌دهند. این امر سبب می‌شود، تا آنها علاوه بر کسب مهارت و تجربه در انجام فعالیت‌های گروهی، مهارت‌های همیاری، هم فهمی و تحمل عقاید مخالف را نیز یاد بگیرند (توبین[1]، ۱۹۹۰: ۴۱۰).

اجرای آزمایش به دانشجویان کمک می‌کند تا ضمن درک کاربردی نظریه‌ها و مفاهیم علمی، برای پرداختن به فعالیت‌های بیشتر، به الگوهای ذهنی جدیدتری دست یابند. این‌گونه فعالیت‌ها سبب می‌شوند تا دانشجویان، علاوه بر پی بردن به ماهیت علم، روش علمی را نیز درک کنند و توانایی حل مسأله، تجزیه و تحلیل داده‌ها و استدلال علمی در آنان تقویت شود؛ بنابراین، هدف اصلی انجام فعالیت‌های عملی این است که، علاوه بر آموزش روش کاوشگری علمی، به دانشجویان کمک نماید تا بین پدیده‌های طبیعی قابل مشاهده و تفکر علمی، ارتباط منطقی برقرار نمایند (وایت[2]، ۱۹۹۶: ۷۶۵).

تجربه‌های کسب شده در آزمایشگاه، باید شامل به کارگیری تفکرات منطقی و خلّاقانه همراه با پرهیز از دستوالعمل‌های کلیشه‌ای و مقید ساز موجود در شیوه‌های سنتی آموزش شیمی باشد. اگر کمی دقیق‌تر به این موضوع نگریسته شود، ممکن است گفته شود که هدف از فعالیت‌های آزمایشگاهی، آموزش مهارت‌های دست‌ورزی، کسب تجربه، بررسی و اثبات مفاهیم نظری است؛ اما آیا این پایان داستان است؟ اگر به راهبردهای مختلف انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی بنگریم، در این صورت در می‌یابیم که باید در انتخاب راهبرد مناسبی که منطبق بر هدف‌های آموزشی است و به رشد تحصیلی و درک مفهومی شیمی منجر می‌شود، وسواس زیادی به خرج داد (آبراهامز[3]، ۲۰۱۱: ۲۳).

۲- بررسی مبانی نظری و پیشینهٔ تحقیق

هر چند هدف‌های متنوعی را می‌توان برای انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی تعریف کرد، اما در اکثر نظام‌های آموزش عالی، برای استفادهٔ مناسب از فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش شیمی، موارد زیر را به عنوان هدف‌های اصلی انجام آزمایش در آزمایشگاه‌ها در نظر گرفته‌اند (هافستین، ۲۰۰۴: ۲۵۰):

۱. انگیزش و افزایش علاقهٔ دانشجویان به یادگیری بهتر علم شیمی؛

1. Tobin
2. White
3. Abrahams

۲. داشتن ذهنی باز و کنجکاو در حوزهٔ علم شیمی؛
۳. رشد تفکر خلاق در مشکل‌گشایی و حل مسأله؛
۴. ارتقای سطوح تفکر علمی؛
۵. عادت به استفاده از روش علمی در فعالیت‌های مختلف علمی و اجتماعی؛
۶. درک مفهومی شیمی و تقویت توانایی‌های ذهنی و هوشی؛
۷. افزایش مهارت در طراحی، برنامه‌ریزی و اجرای پژوهش؛
۸. درک پیچیدگی و ابهام‌های موجود در فعالیت‌های تجربی؛
۹. درک ماهیت علوم تجربی؛
۱۰. رشد و توسعهٔ فعالیت‌های گروهی.

شالودهٔ اصلی اهداف ذکر شده، رسیدن به درک شخصی از یک تجربه عملی و طراحی برنامه‌هایی برای استفاده از آموخته‌ها در محیط‌های دیگر است. تحقق اهداف ذکر شده منوط به اجرای فعالیت‌های زیر است:

۱. انجام یک فعالیت آزمایشگاهی و کسب تجربه؛
۲. تبادل مشاهدات و سهیم شدن در اطلاعات به دست آمده؛
۳. مشخص کردن نظام‌ها و فرایندها از طریق تحلیل و پردازش اطلاعات؛
۴. استخراج اصول و استنتاج یا تعمیم داده‌ها؛
۵. طراحی فعالیت‌های جدید به منظور کاربرد آموخته‌ها.

تجربه‌های یادگیری کسب شده در یک فعالیت آزمایشگاهی اثربخش و هدف‌دار آن قدر عمیق و دامنه‌دار هستند که دانشجویان می‌توانند در موقعیت‌های مختلف نیز از یافته‌های خود به نحو احسن برای مشکل گشایی و حل مسائل مشابه استفاده نمایند (دامین[1]، ۱۹۹۹: ۵۴۵).

رفتار دانشجویان در آزمایشگاه به‌طور مؤثری تحت تأثیر نوع فعالیت‌های آزمایشگاهی که در دستورالعمل آزمایشگاهی ذکر شده است، قرار دارد. تجزیه و تحلیل راهنمای انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی و فعالیت‌های انجام گرفته در آزمایشگاه شیمی عمومی نشان می‌دهد که شکاف بزرگی بین اهداف آموزش آزمایشگاهی و نوع فعالیت‌های دانشجویان وجود دارد (هافستین و لونتا[2]، ۲۰۰۴: ۳۵).

1. Domin
2. Lunetta

علی‌رغم تأکید مدرسان شیمی عمومی و مربیان آزمایشگاه‌ها، باز مشاهده می‌شود که دانشجویان از دستورالعمل آزمایشگاهی به عنوان یک کتاب آشپزی برای انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی و کسب مهارت‌های سطوح پایین‌تر استفاده می‌کنند. دانشجویان گزارش‌هایی تهیه می‌کنند که در آن به تشریح سطحی خطاهای آزمایشگاهی، فرضیه‌سازی و پیشنهاد انجام آزمایش یا طراحی و انجام یک آزمایش ساده و پیش پا افتاده می‌پردازند. این‌گونه فعالیت‌های کلیشه‌ای سبب کم اثر شدن جایگاه آزمایشگاه در یاددهی- یادگیری شیمی عمومی شده است (جانستون و الشوعیلی[1]، ۲۰۰۱: ۴۳).

یکی دیگر از موانعی که به طور مؤثری مانع از انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی اثربخش در آزمایشگاه‌های شیمی عمومی می‌شود، انباشتگی حافظهٔ فعال دانشجو و ایجاد ترافیک ذهنی است. انباشتگی ناپایدار حافظهٔ فعال دانشجویان در فعالیت‌های آزمایشگاهی، سبب خستگی و بی‌حوصلگی دانشجو شده و موجب کاهش دقت وی در فرآیند مشاهده، چابک دستی و اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی می‌شود (فیدمن[2]، ۱۹۹۷: ۳۴۵).

از عوامل مؤثر در عدم استفادهٔ بهینه و اثربخش از فعالیت‌های آزمایشگاهی، آشنا نبودن مدرسان و مربیان آزمایشگاه‌ها با انواع سبک‌های فعالیت آزمایشگاهی، برنامه‌ریزی، اجرا و ارزشیابی مناسب این نوع فعالیت‌ها است (بدریان، شکرباغانی، اصفا و عبدی‌نژاد، ۱۳۸۷: ۱۲۹). همچنین محتوا و برنامه‌های فعالیت‌های آزمایشگاهی در حد مطلوبی تهیه و تنظیم نشده است و نمی‌تواند اهداف مورد نظر در برنامه درسی قصد شده و نیز اهداف ذکر شده در زیرمجموعهٔ مؤلفه‌های محتوا و برنامه فعالیت‌های آزمایشگاهی را تأمین نماید (میلار[3]، ۲۰۰۴: ۲۲).

با عنایت به شواهد موجود مبنی بر وجود چالش‌هایی در روند اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش شیمی عمومی دوره‌های کارشناسی مراکز آموزش عالی، در این پژوهش تلاش شده است تا برخی از عوامل موفقیت و عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی از دیدگاه دانشجویان کارشناسی و مربیان آزمایشگاه شیمی عمومی مورد بررسی قرار گیرد (ناصری آذر و بدریان، ۱۳۸۸: ۳۶۵). یافته‌های پژوهش به برنامه‌ریزان درسی مراکز آموزش عالی کمک خواهد کرد تا برنامه درسی شیمی عمومی و آزمایشگاه را مورد بازبینی و اصلاح قرار دهند.

1. Al-Shuaili
2. Feedman
3. Millar

۳- انتظارات یادگیری از فعالیت‌های آزمایشگاهی

بسیاری از پژوهشگران معتقدند که فعالیت‌های آزمایشگاهی باید به دانشجویان کمک کند تا به مهارت‌ها و توانایی‌هایی به شرح زیر دست یابند (هافستین[1]، ۲۰۰۴: ۲۴۹):

۱. مهارت‌های دست‌ورزی و کار با ابزارهای آزمایشگاهی؛
۲. مهارت‌های مشاهده؛
۳. توانایی جمع‌آوری اطلاعات دقیق از مراحل مختلف آزمایش؛
۴. توانایی طراحی و انجام آزمایش؛

در ادامه، هر کدام از مهارت‌های اشاره شده توضیح داده شده‌اند.

۳-۱- مهارت‌های دست ورزی و کار با ابزارهای آزمایشگاهی

با توجه به هدف‌های قصد شده در حیطهٔ مهارت و اجرا، بیشتر مهارت‌های لازم برای دست‌ورزی در آزمایشگاه شیمی عمومی، شامل برخی از فعالیت‌های دستی، ذهنی و استفاده از انواع تکنیک‌های کار با ابزارهای آزمایشگاهی هستند. از آنجایی که دانشجویان مهارت‌های دستی را از طریق وسایل قابل دسترس کسب می‌کنند، بنابراین، مجهز بودن آزمایشگاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین می‌بایست قبلاً دانشجویان را با نحوهٔ کار ابزار و وسایلی مثل ترازو، وسایل شیشه‌ای، مواد شیمیایی، ولت‌متر، حجم‌سنجی، تقطیر، خشک کردن حلّال‌ها، تعیین نقطه ذوب، استفاده از دستگاه pH متر، دستگاه طیف‌سنجی و ... آشنا ساخت؛ بنابراین، برای اینکه دانشجویان به صورت گروهی به فعالیت‌های عملی در آزمایشگاه دست بزنند، لازم است که مهارت‌ها و تکنیک‌های اولیّه به آنها آموزش داده شود و سپس توجه آنها را به سایر حیطه‌های انجام آزمایش مثل مشاهده کردن، گردآوری داده‌ها و ثبت دقیق اطلاعات معطوف کرد (جانستون و الشوعیلی[2]، ۲۰۰۱: ۴۵).

۳-۲- مهارت‌های مشاهده

هنگامی که دیدن همراه با ثبت داده‌ها، تجزیه و تحلیل اطلاعات به‌دست آمده و با در نظر گرفتن دانش قبلی و انجام پیش‌بینی همراه باشد، آن نوع دیدن را مشاهده[3] می‌گویند. مشاهده، یک فرایند شناختی[4] است و هنگامی به درستی انجام می‌گیرد که دارای هدف

1. Hofstein
2. Al-Shuaili
3. observation
4. cognition

مشخصی بوده و بر پایهٔ یک تفکر نظری استوار باشد. بین دیدن و مشاهده کردن تفاوت زیادی وجود دارد. دانشجویان چیزهای زیادی را می‌بینند؛ اما همهٔ آنها را مشاهده نمی‌کنند. پژوهش‌ها نشان داده است که دانشجویان از هر سه مشاهده، یکی را نمی‌توانند به خاطر بسپارند و یا به آن توجه نمایند (بدریان، ۱۳۸۹: ۲۱).

در انجام مشاهده باید چیزهایی را با دقت دید که دیگران نیز می‌بینند؛ اما توجهی به آنها نمی‌کنند. باید ذهن دانشجویان را آماده کرد تا بتوانند مشاهده کردن یعنی تمرکز ادراک، حواس و جدیّت در دیدن را یاد بگیرند. حضور در یک آزمایشگاه، می‌تواند آستانهٔ شناختی دانشجویان را افزایش دهد؛ بنابراین، در طی انجام آزمایش یا کار عملی مناسب، مربی آزمایشگاه می‌تواند موارد مختلفی را که دانشجویان بایستی جست‌وجو کنند، برجسته کند تا توجه آنها بر انجام فعالیت‌های مورد نظر متمرکز شده و از پرداختن به فعالیت‌های عملی جنبی و فاقد محتوای علمی خودداری نماید (پسیلوس[1] و نایدرر[2]، ۲۰۰۳: ۵۶).

همچنین باید مربی آزمایشگاه از مشاهده‌های غالب در وضعیت‌های چند محرکی آگاه باشد و بتواند آنها را مهار کند. محرک‌های غالب ممکن است نقش اندکی در فرایند یادگیری بازی کنند؛ اما این خطر وجود دارد که ممکن است سایر مشاهده‌های مهم و با اهمیت از چشم دانشجویان دور بمانند. این بدین معناست که باید قبل از انجام آزمایش، مربی آزمایشگاه همهٔ نکات کلیدی و قابل مشاهده را برای دانشجویان بیان کند؛ یعنی مربی آزمایشگاه باید مشاهده‌ای مهیا کند که به درستی نتیجه دهد؛ به بیان دیگر، مربی آزمایشگاه می‌بایست توجه‌اش را روی مشاهده‌هایی متمرکز نماید که بتواند آنها را کنترل کند (هافستین، ۲۰۰۷: ۱۰۶).

۳-۳- مهارت‌های طراحی و انجام آزمایش

مهارت طراحی و انجام آزمایش، یکی از والاترین هدف‌های انجام آزمایش است که با رویکرد کاوشگری و حل مسأله منطبق بوده و معمولاً در آزمایشگاه و برای اثبات فرضیهٔ ارائهٔ شده از طرف دانشجو، مطرح و اجرا می‌شود؛ برای مثال، هنگامی که یک محلول مجهول به دانشجو داده می‌شود، او باید اسید یا باز بودن آن را تشخیص داده و برای اندازه‌گیری غلظت آن روشی ارائه کرده و آزمایشی را برای این منظور طراحی و اجرا نماید. در آزمایشگاه‌های شیمی عمومی که اغلب در آنها آزمایش‌های ساده و متداول انجام می‌گیرد، روش‌های کار دقیقاً توصیه و تجویز می‌شوند که این امر به

1. Psillos
2. Niedderer

قصور و کوتاهی در یادگیری مجموعه‌ای از مهارت‌های پایه در طی انجام فعالیت منجر می‌شود. این رویکرد سبب می‌شود تا دستورکار آزمایشگاه به مثابه دستورکار آشپزی تلقی شود که علاوه بر کاهش انگیزه در دانشجویان، سطوح پایین‌تر مهارتی و حیطه‌های شناختی را پوشش می‌دهد؛ اما در طراحی آزمایش، با توجه به استقلال نسبی دانشجو در طراحی و انجام آزمایش، مهارت‌های حل مسأله در چارچوب هدف‌های مورد نظر این روش آموزشی، روی میز آزمایشگاه رشد می‌یابد و امکان ارتقا به سطوح بالاتر شناختی و انجام کاوشگری و پژوهش برای دانشجو فراهم و تقویت می‌شود (رید[1] و سرومولا[2]، ۲۰۰۶: ۵).

٤- طراحی و سازماندهی فعالیت‌های آزمایشگاهی

به منظور بررسی جزئیات فعالیت‌های عملی و سازماندهی آنها برای اجرا در یک آزمایشگاه شیمی، می‌توان ویژگی فعالیت‌های آزمایشگاهی را از نظر هدف‌های شناختی و مهارتی مشخص کرد. روش‌های متعددی برای تجزیه و تحلیل شیوهٔ اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی در فرایند یاددهی- یادگیری شیمی ارائه شده است. در بررسی مؤلفه‌های انواع فعالیت‌های عملی، می‌توان به نقش سه متغیّر مهم و تعیین کننده اشاره کرد. بر پایهٔ این متغیّرها، می‌توان با توجه به هدف‌های برنامهٔ درسی و سیاست‌های آموزشی تدوین شده، به یک راهبرد معین و تعریف شده رسید (هافستین، ۲۰۰۷: ۱۰۶).

متغیّر اول، سطح مهارت و میزان اکتشاف در فعالیت‌های عملی و بیانگر سطح دشواری فعالیت‌های انجام گرفته است. همان‌طوری که در جدول شمارهٔ (۱) دیده می‌شود، سطح صفر از مهارت اکتشاف، پایین‌ترین سطحی است که در آن طرح مسأله، روش اجرا و جواب مسأله مشخص است و باید دانشجو مطابق روش کار آزمایشگاهی برای تأیید پدیدهٔ علمی مورد نظر، به اجرای فعالیت آزمایشگاهی بپردازد. در سطح سه که بالاترین سطح مهارت اکتشاف محسوب می‌شود، نوع مسأله، روش کار و جواب آن نامشخص بوده و باید خود دانشجو با طرح یک مسأله و طراحی آزمایش، به اجرا و کشف جواب آن مسأله نایل آید. در این سطح، مربی آزمایشگاه فقط نقش راهنما و مشاور را بازی می‌کند (تساپارلیس[3] و گورزی[4]، ۲۰۰۷: ۶۷۰).

1. Reid
2. Serumola
3. Tsaparlis
4. Gorezi

جدول (۱) سطح مهارت اکتشاف در فعالیت‌های آزمایشگاهی

جواب مسأله	روش اجرا	طرح مسأله	سطح اکتشاف
داده شده	داده شده	داده شده	صفر
باز	داده شده	داده شده	یک
باز	باز	داده شده	دو
باز	باز	باز	سه

متغیّر دوم، درجهٔ یاری‌رسانی[1] مربی آزمایشگاه یا درجه آزادی[2] دانشجو برای انجام فعالیت‌های عملی است. همان طوری که در جدول (۲) ملاحظه می‌شود، در پایین‌ترین سطح درجهٔ آزادی دانشجو (سطح صفر)، همهٔ فعالیت‌های مورد نظر، از طرح مسأله گرفته تا جمع‌بندی و نتیجه‌گیری، توسط مربی آزمایشگاه انجام گرفته و دانشجویان در نقش ناظر و تماشاچی، توضیح‌های مربی آزمایشگاه را به همراه مشاهده‌های خود یادداشت کرده و سپس به تهیهٔ گزارش می‌پردازند. در این حالت، دانشجویان از پایین‌ترین سطح درجهٔ آزادی برخوردار هستند. در بالاترین سطح درجهٔ آزادی (سطح پنج)، همهٔ فعالیت‌های طرح مسأله، اجرا و نتیجه‌گیری توسط دانشجو انجام گرفته و با برخوردار بودن وی از بالاترین سطح درجهٔ آزادی، شاهد به ثمر رسیدن یک پژوهش تمام عیار توسط دانشجو هستیم (رید و سرومولا، ۲۰۰۶: ۷).

جدول (۲) درجهٔ یاری رسانی مربی آزمایشگاه و یا درجهٔ آزادی دانشجو هنگام فعالیت در آزمایشگاه

نوع فعالیت	درجه آزادی دانشجو					
	(۰)	(۱)	(۲)	(۳)	(٤)	(٥)
۱- طرح مسأله توسط	مربی	مربی	مربی	مربی	مربی	دانشجو
۲- ارائهٔ فرضیه توسط	مربی	مربی	مربی	مربی	دانشجو	دانشجو
۳- طراحی و برنامه‌ریزی توسط	مربی	مربی	مربی	دانشجو	دانشجو	دانشجو
٤- اجرای آزمایش توسط	مربی	مربی	دانشجو	دانشجو	دانشجو	دانشجو
٥- گردآوری داده‌ها توسط	مربی	دانشجو	دانشجو	دانشجو	دانشجو	دانشجو
٦- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری توسط	مربی	مربی	دانشجو	دانشجو	دانشجو	دانشجو

1. Degree of Guidance
2. Degrees of Freedom

متغیّر سوم، نوع و سبک آزمایش‌هایی است که باید دانشجویان عهده‌دار انجام آنها شوند. سبک‌های مختلفی برای انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی تعریف شده است. معروفترین آنها عبارتند از: آزمایش‌های توصیفی، آزمایش‌های اکتشافی، آزمایش‌های حل مسأله و آزمایش‌های کاوشگری. ویژگی هر کدام از روش‌های ذکر شده در جدول شمارهٔ (۳) آورده شده است (دامین، ۱۹۹۹: ۵۴۶).

جدول (۳) ویژگی انواع سبک‌های فعالیت آزمایشگاهی

ویژگی			سبک فعالیت آزمایشگاهی
روش کار	رویکرد مورد استفاده	نتیجه فعالیت	
داده شده	قیاسی	از قبل مشخص	توصیفی
داده شده	استقرایی	از قبل مشخص	اکتشافی
دانشجو ساخته	قیاسی	از قبل مشخص	حل مسأله
دانشجو ساخته	استقرایی	نا مشخص	کاوشگری

سبک‌های انجام آزمایش به منزله رویکردهای مورد استفاده در برنامهٔ درسی آزمایشگاه محور طراحی شده‌اند. این سبک‌ها را می‌توان با به کارگیری سه عامل شناسایی، یعنی نتیجه فعالیت، رویکرد مورد استفاده و روش کار، از یکدیگر تمییز داد.

در آزمایش‌ها از نوع توصیفی، حجم و میزان سختی فعالیت‌های انجام گرفته زیاد نیست و دانشجویان با انجام فعالیت طبق دستورکار داده شده، به نتایج مشخص شده از قبل می‌رسند و چون از طریق مقایسهٔ نتایج و بسط آنها به سایر پدیده‌های علمی به یک جمع‌بندی و قاعدهٔ کلی دست می‌یابند، لذا رویکرد استفاده شده در این نوع آزمایش‌ها از نوع کل به جزء و مهارت قیاسی است (تساپارلیس و گورزی، ۲۰۰۷: ۶۶۹).

در آزمایش‌هایی از نوع اکتشافی که به کاوشگری هدایت شده معروف هستند، روش کار و نتیجهٔ آزمایش مشخص است و باید دانشجو با استفاده از مهارت‌های استقرایی، به بررسی و توصیف آزمایش و متغیرهای موجود در آن بپردازد و سپس با کمک مربی آزمایشگاه و با استفاده از رویکرد جزء به کل، به یک جمع‌بندی و قاعدهٔ کلی دست یابد (رید و سرومولا، ۲۰۰۶: ۹).

در آزمایش‌های از نوع حل مسأله، دانشجویان با تشخیص مسأله و ارزیابی کلیهٔ متغیرهای مورد نظر در حل آن و انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی، به ارایهٔ فرضیه

پرداخته و آزمایشی را برای اثبات فرضیه طراحی می‌کنند. بدون شک، برای طراحی و انجام آزمایش، دانشجویان مجبور هستند تا به جست‌وجوی انواع منابع مختلف پرداخته و اطلاعات لازم را در زمینهٔ مسأله مورد مطالعه و نظریه‌های علمی دخیل در آن مسأله کسب نمایند و سپس بعد از طراحی آزمایش و انجام آن، با اثبات فرضیهٔ طرح شده، به تجزیه و تحلیل نتایج کسب شده پرداخته و به ارایهٔ یافته‌های علمی به روش کاملاً علمی می‌پردازند. یافته‌های این بخش آن قدر عمیق و دامنه‌دار هستند که دانشجویان می‌توانند در موقعیت‌های مختلف نیز از یافته‌های خود به نحو احسن برای حل مسائل مشابه استفاده نمایند (هافستین، ۲۰۰۷: ۱۰۵).

در آزمایش‌هایی از نوع کاوشگری که به پژوهش آزاد نیز معروف هستند، دانشجو همانند یک شیمیدان به کشف مسأله و ارایهٔ طریق برای حل آن می‌پردازد و جوابی که به دست می‌آید، ممکن است هم برای مربی آزمایشگاه و هم برای دانشجو، تازگی داشته باشد. این نوع آزمایش‌ها که با رویکرد استقرایی انجام می‌گیرند، کاملاً با روش علمی مطابقت داشته و شامل مشاهدهٔ دقیق، ثبت اطلاعات و تجزیه و تحلیل داده‌ها و سرانجام ارایهٔ فرضیه واثبات آن از طریق مجموعه‌ای فعالیت‌های خلّاقانه است. این سبک از آزمایش‌ها با طراحی آزمایش از طرف دانشجو همراه است و جواب به دست آمده نیز از پیش‌بینی‌های دانشجو و منطبق با آموخته‌های اوست و از تفکرات وی ناشی می‌شود (رید و سرومولا، ۲۰۰۶: ۱۲).

در ارزیابی فعالیت‌های آزمایشگاهی، هم نتیجه، یعنی چیزی که دانشجو تولید می‌کند و هم فرایند، یعنی شیوهٔ اجرای فعالیت‌های عملی مورد تأکید قرار می‌گیرند؛ بنابراین، باید هم فرایند و هم نتیجه به عنوان جنبه‌های مهم عملکرد دانشجو، از طریق آزمون‌های عملکردی[1] مورد ارزشیابی قرار گیرند. بخش اعظم فعالیت‌های انجام گرفته برای گردآوری اطلاعات به منظور ارزشیابی فعالیت‌های عملی و نظری عبارتند از (تساپارلیس و گورزی، ۲۰۰۷: ۶۶۹):

۱. فعالیت‌ها و آزمایش‌های سادهٔ موجود در برنامهٔ درسی که گزارش آنها به صورت نوشتاری، نمایشی یا به شکل سخنرانی از دانشجویان خواسته می‌شود؛

۲. اجرا و ارایهٔ نتایج فعالیت‌های بیرون از کلاس همچون تهیه و ارائهٔ یک مقاله یا گزارش علمی به صورت گروهی؛

1. Performance Tests

۳. سنجش میزان تسلّط بر مهارت‌های فرایندی (مهارت‌هایی نظیر: مشاهده، ثبت یافته‌ها، تفسیر داده‌ها، طراحی تحقیق، آزمایش کردن، نتیجه‌گیری از یک آزمایش و...) بویژه میزان مشارکت در اجرای گروهی فعالیت‌ها.

پس از گردآوری اطلاعات، مربی آزمایشگاه آنها را دسته‌بندی می‌کند تا تجزیه، تحلیل و تفسیر آن اطلاعات، آسان‌تر شود. در این مرحله، بر پایه اطلاعات کمّی و کیفی موجود، مربی آزمایشگاه می‌تواند در ارتباط با تک‌تک دانشجویان قضاوت کرده و تصمیم درست را اتخاذ نماید. مربی آزمایشگاه با تحلیل و تفسیر اطلاعات جمع‌آوری شده و ملاحظهٔ هدف‌ها و انتظارت آموزشی، دربارهٔ وضعیت یادگیری دانشجویان، به داوری می‌پردازد و ضعف‌ها و قوّت‌های آنها را مشخص کرده و سپس برای بهبود و ارتقای یادگیری هر کدام از دانشجویان تصمیم لازم را اتخاذ می‌کند (مونتس[1] و راکلی[2]، ۲۰۰۲: ۲۵۷).

باید دقت کرد که مناسب‌ترین شیوه برای ارزشیابی عملکردی آن است که دانشجو را در یک موقعیت واقعی قرار داد و با انجام یک پروژه، نمونه‌ای از یک فعالیت حقیقی را از وی طلب کرد. برای سنجش مهارت‌های دست‌ورزی باید دانشجو بتواند مهارت‌های خود را به ارزیاب نشان دهد. در این حالت، علاوه بر سنجش دانش و مهارت‌های مختلف علمی، مهارت دست‌ورزی یعنی چابک‌دستی و مهارت کار با ابزارها و وسایل گوناگون نیز مورد ارزشیابی قرار می‌گیرند.

۵- روش‌شناسی پژوهش

با عنایت به مبانی نظری پژوهش و هدف اصلی پژوهش که بررسی برخی از عوامل موفقیت و عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی شیمی عمومی دوره کارشناسی است، سؤال‌های پژوهش عبارتند از:

۱. آیا در بررسی برخی از عوامل موفقیت و عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی، بین نظرات دانشجویان و مربیان آزمایشگاه شیمی عمومی با تفاوت معنی‌داری وجود دارد؟

۲. آیا در بررسی برخی از عوامل موفقیت و عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی، بین جنسیت دانشجویان و کیفیت فعالیت‌های آنان ارتباطی دیده می‌شود؟

1. Montes
2. Rockley

۳. آیا در بررسی برخی از عوامل موفقیت و عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی، تفاوت عملکرد دانشجویان در آزمایشگاه نقش دارد؟

۵-۱- جامعه و نمونه آماری

در مطالعه حاضر ۱۸۳ نفر دانشجوی کارشناسی علوم پایه و فنی- مهندسی (۱۱۷ نفر پسر و ۶۶ نفر دختر) و همچنین ۱۵ نفر مربی آزمایشگاه شیمی شاغل در آزمایشگاه‌های شیمی عمومی دانشگاه‌های آزاد اسلامی واحد تهران (شمال، مرکزی و جنوب) و مرند به عنوان کارشناس مشارکت کردند. در این مطالعه، از شیوهٔ نمونه‌گیری در دسترس بهره گرفته شده است و همهٔ دانشجویان درس آزمایشگاه شیمی عمومی را در سال تحصیلی ۹۰-۹۱ انتخاب کرده بودند (دلاور، ۱۳۸۳: ۹۶). در طی یک نیمسال تحصیلی، دانشجویان حداقل ۱۲ آزمایش را در ارتباط با مباحث پایه شیمی تکمیل کردند. مدت آزمایش چهار ساعت در هفته بود و دانشجویان در گروه‌های سه یا چهار نفری آزمایش را انجام می‌دادند. بعد از انجام آزمایش، هر دانشجو یک گزارش کار آزمایشگاهی تکمیل می‌کرد که همگی در کارپوشه مربوط به آن دانشجو نگهداری می‌شد. علاوه بر برگزاری یک آزمون میان ترم، در پایان نیمسال تحصیلی از دانشجویان آزمون پایانی به عمل آمد و مجموع نمره‌های آزمون میان ترم، آزمون نظری، آزمون عملی و کیفیت گزارش‌های موجود در کارپوشه، نمرهٔ نهایی هر دانشجو را مشخص کرد.

۵-۲- ابزارهای گردآوری داده‌ها

ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها شامل پرسشنامه‌های نوع لیکرت و اکتشافی انتها باز بود که در دو مرحله مورد استفاده قرار گرفتند.

مرحلهٔ اول: برای شناسایی برخی از عوامل مهم موفقیت و عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی، ۴۵ نفر از دانشجویان و ۸ نفر از مربیان آزمایشگاه برای تکمیل پرسشنامه‌هایی که حاوی دو سؤال انتها باز بودند، شرکت کردند.

مرحلهٔ دوم: عوامل شناسایی شده در مرحلهٔ اول، بر اساس فراوانی در دو مقیاس موازی (یک مقیاس برای موفقیت و یک مقیاس برای عدم موفقیت) تنظیم شدند. مقیاس‌ها شامل ۲۰ گویهٔ وابسته به عوامل موفقیت و ۱۹ گویهٔ وابسته به عوامل عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی شیمی عمومی بود. گویه‌ها در مقیاس لیکرت از خیلی مهم (۵ امتیاز) تا فاقد اهمیت (۱ امتیاز) تنظیم شدند.

۵-۳- روش اجرا

برای محاسبهٔ پایایی و روایی مقیاس‌ها، یک مطالعهٔ مقدماتی روی یک گروه ۵۰ نفری از دانشجویان که درس آزمایشگاه شیمی عمومی را انتخاب کرده بودند، به عمل آمد. روایی مقیاس‌ها در بخش عوامل موفقیت و عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون[1] محاسبه شد. نتایج نشان داد که همهٔ گویه‌ها در روایی مقیاس‌ها شرکت دارند. برای محاسبهٔ پایایی مقیاس‌ها، از دو روش پایایی اسپلیت – هالف[2] و پایایی همسانی درونی[3] (ضریب α کرونباخ) استفاده شد. اطلاعات مربوط به محاسبهٔ پایایی مقیاس‌های تهیه شده در جدول شمارهٔ (۴) آورده شده است.

جدول (٤) محاسبه پایایی از بررسی مقدماتی داده‌ها

عوامل عدم موفقیت	عوامل موفقیت	روش محاسبهٔ پایایی مقیاس‌ها
۰/۸۲	۰/۸۶	پایایی اسپلیت- هالف
۰/۸۶	۰/۸۹	پایایی همسانی درونی

در مطالعهٔ اصلی، مقیاس‌ها متناوباً برای دانشجویان و مربیان آزمایشگاه در پایان نیمسال اول سال تحصیلی ۹۰-۹۱ تعمیم داده شد. در پایان نیمسال، برای ارزیابی مجدد نمرهٔ دانشجویان و مربیان آزمایشگاه در ارتباط با عوامل موفقیت و عدم موفقیت، دوباره از آنها سؤال شد، و سپس آزمون پایایی برای بررسی داده‌های اصلی و نتایج حاصل از این مطالعه تکرار شد. نتایج به دست آمده در جدول ۵ آورده شده‌اند. این نتایج، داده‌های بررسی مقدماتی را تأیید کردند.

جدول (۵) محاسبهٔ پایایی از بررسی اصلی داده‌ها

عوامل عدم موفقیت	عوامل در موفقیت	روش محاسبهٔ پایایی مقیاس‌ها
۰/۸۷	۰/۸۶	پایایی اسپلیت- هالف
۰/۹۰	۰/۹۲	پایایی همسانی درونی

1. Pearsons Correlation Coefficient
2. Split- Half Reliability
3. Reliability of Internal Consistency

۵-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

الف- عوامل موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی

اطلاعات مربوط به تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها شامل پاسخ‌های دانشجویان و مربیان آزمایشگاه در ارتباط با عوامل موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی، مقایسه و رتبه‌بندی امتیازها در جدول شمارهٔ (۶) آورده شده است.

جدول (۶) عوامل موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی

ردیف	گویه‌های استخراج شده	میانگین دانشجویان	میانگین کارشناسان	سطح معناداری (p)	رتبهٔ دانشجویان	رتبهٔ کارشناسان
۱	طراحی مناسب فضای آزمایشگاه	۴/۷	۴/۰	*۰/۰۰۰	۱	۱۴
۲	فرصت دست ورزی با تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی	۴/۷	۴/۶	۱/۰۰۰	۲	۴
۳	رغبت به تمرین‌های آزمایشگاهی	۴/۶	۴/۳	۰/۲۰۹	۳	۹
۴	تکمیل انفرادی هر آزمایش بوسیله هر دانشجو	۴/۵	۴/۶	۰/۳۴۱	۴	۳
۵	ارتباط مناسب میان دانشجویان و مربیان آزمایشگاه	۴/۵	۴/۳	۰/۴۷۵	۵	۱۰
۶	تمرین‌های پیش از انجام آزمایش برای ارزیابی تشخیصی دانش دانشجو	۴/۵	۲/۳	*۰/۰۰۰	۶	۲۰
۷	بازخورد بهنگام به گزارش کارهای آزمایشگاهی	۴/۵	۴/۶	۰/۱۹۶	۷	۶
۸	خواندن راهنمای عملی قبل از ورود به آزمایشگاه	۴/۵	۵/۰	۰/۰۵۴	۸	۱
۹	تسلط مربی آزمایشگاه به مبانی نظری و عملی فعالیت آزمایشگاهی	۴/۴	۴/۲	۰/۳۵۵	۹	۱۳
۱۰	مناسب بودن آزمایش با سطح علمی دانشجویان	۴/۳	۴/۶	۰/۲۴۷	۱۰	۵
۱۱	توجه فعال دانشجویان به تمرین‌های آزمایشگاهی	۴/۳	۳/۷	*۰/۰۰۳	۱۱	۱۶
۱۲	خود انگیزشی دانشجویان در انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی	۴/۳	۴/۳	۰/۸۱۸	۱۲	۸
۱۳	انگیزش دانشجویان برای انجام بهتر فعالیت‌های آزمایشگاهی توسط مربی آزمایشگاه	۴/۲	۴/۴	۰/۳۵۵	۱۳	۷

ردیف	گویه‌های استخراج شده	میانگین دانشجویان	میانگین کارشناسان	سطح معناداری (p)	رتبهٔ دانشجویان	رتبهٔ کارشناسان
۱۴	وجود فضای مطالعهٔ مناسب خارج از آزمایشگاه	۴/۰	۳/۷	۰/۰۶۵	۱۴	۱۷
۱۵	بحث و گفتگوی خوب میان اعضای گروه	۴/۰	۴/۳	۰/۰۶۵	۱۵	۱۱
۱۶	تطابق محتوای کتاب درسی و فعالیت‌های آزمایشگاهی	۴/۰	۳/۶	۰/۰۶۵	۱۶	۱۸
۱۷	رفتار گرم و صمیمی مربی آزمایشگاه با دانشجویان	۴/۰	۴/۲	۰/۱۵۱	۱۷	۱۲
۱۸	تهیه گزارش کار آزمایشگاهی برای هر آزمایش	۳/۹	۳/۸	۰/۳۰۶	۱۸	۱۵
۱۹	انجام آزمایش‌های مربوط به زندگی روزانه	۳/۹	۴/۸	*۰/۰۰۰	۱۹	۲
۲۰	ایجاد فرصت تکرار یک آزمایش توسط مربی	۳/۷	۳/۳	۰/۱۴۵	۲۰	۱۹

* p<05./

همان‌طور که در جدول شمارهٔ ۶ دیده می‌شود، در بسیاری از موارد، میان نمرهٔ دانشجویان و مربیان آزمایشگاه توافق بالایی وجود دارد. میان نمرZ دانشجویان و مربیان آزمایشگاه در چهارگویه در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری وجود دارد. دانشجویان بیشتر روی عوامل مؤثر در موفقیت نظیر طراحی خوب فضای آزمایشگاه، تمرین‌های پیش از انجام آزمایش برای ارزیابی تشخیصی دانشِ دانشجو و رغبت دانشجویان به تمرین‌های آزمایشگاهی تأکید دارند؛ در حالی که مربیان آزمایشگاه بیشتر به گویه‌هایی نظیر خواندن راهنمای عملی قبل از ورود به آزمایشگاه، انجام آزمایش‌های مربوط به زندگی روزمره و تکمیل انفرادی هر آزمایش توسط هر دانشجو اهمیت داده‌اند؛ با این‌حال، در بسیاری از موارد، میان نمرات دانشجویان و مربیان آزمایشگاه تفاوت معنی‌داری وجود دارد.

در ده گویه برتر (رتبه‌های ۱ تا ۱۰)، بویژه گویه‌های «طراحی مناسب فضای آزمایشگاه»، «ارتباط مناسب میان دانشجویان و مربیان آزمایشگاه»، «تمرین‌های پیش از

انجام آزمایش» تفاوت اندکی بین نظرات دانشجویان و مربیان آزمایشگاه وجود دارد. دانشجویان به گویه‌های ذکر شده بترتیب اولویت ۱، ۵ و ۶ را داده‌اند، در حالی که مربیان آزمایشگاه بترتیب رتبه‌های ۱۴، ۱۰ و۲۰ را به گویه‌های فوق داده‌اند. از طرف دیگر، مربیان آزمایشگاه به گویهٔ «خواندن راهنما قبل از ورود به آزمایشگاه» رتبهٔ ۱ و به گویه «آزمایش‌های مربوط به زندگی روزانه» رتبهٔ ۲ داده‌اند؛ در حالی که دانشجویان، این گویه‌ها را بترتیب ۸ و ۱۹ رتبه‌بندی کرده‌اند.

در مقایسه، یک توافق معتدل میان نظرات دانشجویان و مربیان آزمایشگاه در ده گویه‌ای که پایین‌ترین رتبه را دارند، ملاحظه شد (۷ گویه دارای پایین‌ترین رتبه برای هر دو گروه مشترک بود). گویه‌های مشترک عبارت بودند از:

۱. توجه فعال دانشجویان به تمرین‌های آزمایشگاهی؛
۲. فضای مطالعهٔ مناسب خارج از آزمایشگاه؛
۳. بحث و گفت‌وگوی خوب میان اعضای گروه؛
٤. تطابق محتوای کتاب درسی و فعالیت‌های آزمایشگاهی؛
۵. رفتار گرم و صمیمی مربی آزمایشگاه با دانشجویان؛
٦. تهیه گزارش کار آزمایشگاهی برای هر آزمایش؛
۷. ایجاد فرصت تکرار یک آزمایش توسط مربی.

سه گویه‌ای که از نگاه دانشجویان در پایین‌ترین رتبه‌ها بودند، در میان ده رتبهٔ برتر مربیان آزمایشگاه قرار داشتند. این گویه‌ها عبارت بودند از: «انجام آزمایش‌های مربوط به زندگی روزمره»، «انگیزش دانشجویان برای انجام بهتر فعالیت‌های آزمایشگاهی توسط مربی آزمایشگاه» و «خود انگیزشی دانشجویان در انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی».

ب- عوامل عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی

اطلاعات مربوط به تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها شامل پاسخ‌های دانشجویان و مربیان آزمایشگاه در ارتباط با عوامل عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی، مقایسه و رتبه‌بندی امتیازها در جدول شمارهٔ (۷) آورده شده است.

جدول (۷) عوامل عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی

ردیف	گویه‌های استخراج شده	میانگین دانشجویان	میانگین کارشناسان	سطح معنی‌داری (P)	رتبهٔ دانشجویان	رتبهٔ کارشناسان
۱	کمبود علاقه	۴/۹	۵/۰	۰/۳۳۱	۱	۱
۲	کمبود تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی	۴/۹	۴/۳	*۰/۰۰۷	۲	۲
۳	طراحی نامناسب فضای آزمایشگاه	۴/۳	۳/۶	*۰/۰۱۰	۳	۵
۴	فقدان ارتباط مناسب میان دانشجویان و مربیان آزمایشگاه	۴/۳	۴/۳	۰/۸۰۶	۴	۳
۵	ناکافی بودن اطلاعات از خواص مواد شیمیایی	۴/۲	۳/۶	۰/۰۵۱	۵	۶
۶	نگرانی از ناتوانی تکمیل آزمایش‌ها	۴/۲	۳/۳	*۰/۰۰۴	۶	۱۲
۷	عدم توجه فعال به فعالیت‌های آزمایشگاهی	۴/۱	۳/۳	*۰/۰۱۰	۷	۱۰
۸	ناکافی بودن اطلاعات از زمینه‌های کاربردی شیمی	۴/۱	۳/۳	*۰/۰۰۹	۸	۱۳
۹	نبود هدف شفاف برای انجام آزمایش	۴/۱	۳/۶	۰/۱۲۲	۹	۷
۱۰	نخواندن راهنمای عملی قبل از ورود به آزمایشگاه	۳/۷	۳/۳	۰/۱۱۹	۱۰	۱۱
۱۱	کمبود انگیزه در دانشجویان	۳/۷	۳/۳	۰/۰۸۱	۱۱	۱۴
۱۲	عدم تسلط مربی به مفاهیم نظری و روند اجرای آزمایش	۳/۷	۳/۹	۰/۲۸۸	۱۲	۴
۱۳	ضعف علمی دانشجویان	۳/۵	۳/۳	۰/۲۶۹	۱۳	۱۶
۱۴	تطابق کم محتوای فعالیت‌های آزمایشگاهی کتاب درسی	۳/۴	۳/۶	۰/۳۷۰	۱۴	۸
۱۵	وجود اضطراب به خاطر انجام اشتباه آزمایش	۳/۳	۳/۳	۰/۸۱۸	۱۵	۱۵
۱۶	کافی نبودن زمان انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی	۳/۲	۲/۹	۰/۰۵۱	۱۶	۱۷
۱۷	فعالیت گروهی و مزاحمت افراد برای یکدیگر	۳/۲	۳/۶	۰/۰۶۲	۱۷	۹
۱۸	عدم بررسی مناسب و بهنگام گزارش‌های آزمایشگاهی	۳/۰	۲/۸	۰/۱۵۱	۱۸	۱۸
۱۹	استفادهٔ نامناسب از ارقام معنی‌دار	۲/۵	۱/۳	*۰/۰۰۰	۱۹	۱۹

* p<05۰/

همان‌طور که در جدول شمارهٔ (۷) دیده می‌شود، میان نمرهٔ دانشجویان و مربیان آزمایشگاه در شش گویه در سطح ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری وجود دارد. دانشجویان در مقایسه با مربیان آزمایشگاه به این شش گویه اهمیت بیشتری دادند. این گویه‌ها عبارت بودند از:

۱. کمبود تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی؛
۲. طراحی نامناسب فضای آزمایشگاه؛
۳. نگرانی از ناتوانی تکمیل آزمایش‌ها؛
٤. توجه غیرفعال به تمرین‌های آزمایشگاهی؛
۵. ناکافی بودن اطلاعات درزمینه‌های کاربردی شیمی؛
٦. استفادهٔ نامناسب از ارقام معنی‌دار.

گویه «کمبود علاقه» هم از طرف دانشجویان و هم از طرف مربیان آزمایشگاه، به عنوان رتبهٔ برتر عوامل عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی ارزیابی شد. مقایسهٔ رتبه‌های دانشجویان و مربیان آزمایشگاه در گویه‌های «عدم بررسی مناسب و بهنگام گزارش‌های آزمایشگاهی» و «استفاده نامناسب از ارقام معنی‌دار» نشان داد که این عوامل، کمترین امتیاز را در عدم موفقیت فعالیت‌های آزمایشگاهی دارند. میان گویه‌های دانشجویان و مربیان آزمایشگاه در پنج رتبه برتر تفاوت‌های اندکی وجود دارد. دانشجویان به گویه‌های «کمبود تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی» و «طراحی نامناسب فضای آزمایشگاه» به عنوان عوامل مؤثر در عدم موفقیت فعالیت‌های آزمایشگاهی اهمیت زیادی داده‌اند. نتایج نشان داد که گویه‌های «کمبود علاقه»، «کمبود تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی» و «فقدان ارتباط مناسب میان دانشجویان و مربیان آزمایشگاه» از طرف دانشجویان و مربیان آزمایشگاه به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر در عدم موفقیت فعالیت‌های آزمایشگاهی ارزیابی شدند.

همچنین پنج گویهٔ برتر وابسته به فضای آزمایشگاه و رفتار دانشجویان و مربیان از طرف دانشجویان و مربیان آزمایشگاه به عنوان مهم‌ترین عوامل عدم موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی ارزیابی شدند. این گویه‌ها عبارت بودند از: «طراحی نامناسب فضای آزمایشگاه»، «کمبود تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی»، «کمبود علاقه»، «ناکافی بودن اطلاعات از خواص مواد شیمیایی» و «فقدان ارتباط میان دانشجویان و کارشناسان آزمایشگاه».

از طرف دیگر، پنج گویه‌ای که وابسته به تمرین‌های پیش آزمایشگاهی و رفتار دانشجویان و مربیان آزمایشگاه بودند، توسط مربیان آزمایشگاه، به عنوان گویه‌های برتر ارزیابی شدند. این گویه‌ها عبارت بودند از: «کمبود علاقه»، «کمبود تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی»، «فقدان ارتباط میان دانشجویان و کارشناسان آزمایشگاه»، «عدم تسلط مربی به مفاهیم نظری و روند اجرای آزمایش» و« طراحی نامناسب فضای آزمایشگاه».

مانتس و راکلی (۲۰۰۲: ۲۴۷) نیز در بررسی‌های خود به نتایج مشابهی در ارتباط با عدم تسلط مربی به مفاهیم نظری و روند اجرای آزمایش و همچنین فقدان ارتباط میان دانشجویان و کارشناسان آزمایشگاه دست یافته بودند.

٦- مقایسه عملکردها

در بررسی عملکرد دانشجویان، از دو معیار دانشجویان موفق و دانشجویان ناموفق استفاده شد. معیار دانشجویان موفق، گرفتن نمرهٔ قبولی و معیار دانشجویان ناموفق، گرفتن نمرهٔ مردودی تعیین شد. بررسی داده‌های جدول‌های شمارهٔ ۷ و ۸ نشان داد که بین نظرات دو گروه دانشجویان موفق و ناموفق، ناهمسانی وجود دارد.

در ارتباط با عوامل موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی، دانشجویان موفق به گویه‌های «تمرین‌های پیش آزمایشگاهی که به آزمایش و زمینه‌های کاربردی شیمی وابسته هستند» و «تسلط مربی آزمایشگاه به مبانی نظری و عملی فعالیت آزمایشگاهی» بیشتر اهمیت دادند؛ اما به گویه‌های «تکمیل انفرادی هر آزمایش توسط هر دانشجو» و «آزمایش‌های مربوط به زندگی روزانه» کمتر توجه داشتند؛ از طرف دیگر، دانشجویان غیر موفق به گویه‌های «تمرین‌های پیش از انجام آزمایش برای ارزیابی تشخیصی دانش دانشجو» و «ایجاد فرصت تکرار یک آزمایش توسط مربی» بیشتر اهمیت دادند و به گویهٔ «خواندن راهنمای عمل قبل از ورود به آزمایشگاه» کمتر اهمیت دادند. مقایسهٔ پاسخ‌های دانشجویان با یکدیگر نشان داد که دانشجویان موفق در مقایسه با دانشجویان غیر موفق، به عوامل موفقیت مانند «توجه فعال به آزمایش‌ها و تمرین‌های پیش از انجام آزمایش» بیشتر اهمیت داده‌اند.

در بررسی عوامل مؤثر بر عدم موفقیت فعالیت‌های آزمایشگاهی، دانشجویان موفق گویه‌های «کمبود انگیزه در دانشجویان» و «توجه غیرفعال به تمرین‌های آزمایشگاهی»

را که اثر مهم‌تری دارند، پیشنهاد کردند؛ اگر چه دانشجویان غیرموفق، گویه‌های «ضعف علمی دانشجویان»، « عدم بررسی مناسب و بهنگام گزارش‌های آزمایشگاهی» و «استفاده نامناسب از ارقام معنی‌دار» در مقایسه با دانشجویان موفق، بیشتر اهمیت دادند.

در بررسی پژوهش‌های قبلی (فیدمن، ۱۹۹۷: ۳۵۵)، مشخص شد که بین شیوه‌های آموزشی آزمایشگاهی، نگرش‌های دانشجویان و رشد تحصیلی آنان ارتباط معنی‌داری دیده می‌شود.

۷- مقایسهٔ جنسیت

در بررسی عوامل موفقیت در فعالیت‌های آزمایشگاهی، در پاسخ‌های دانشجویان دختر و پسر، تنها یک تفاوت مشاهده شد. دانشجویان دختر به «خود انگیزشی دانشجویان در انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی» به‌عنوان دلیلی برای موفقیت دانشجویان بیشتر اهمیت دادند؛ البته پژوهش‌های قبلی (ریچاردسون[1]، ۱۹۹۳: ۱۱) تأکید کرده‌اند که تفاوت معنی‌داری بین نظرات دختران و پسران در موفقیت یا عدم موفقیت فعالیت‌های آزمایشگاهی وجود ندارد و یافتهٔ این پژوهش نیز آنها را تأیید می‌کند.

۸- بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی نظرات دانشجویان و مربیان آزمایشگاه، گویه‌های «طراحی خوب فضای آزمایشگاه» و «مطالعهٔ راهنمای عمل قبل از ورود به آزمایشگاه» به عنوان مؤثرترین عوامل برای موفقیت دانشجویان و گویهٔ «کمبود رغبت» به عنوان اثر بخش‌ترین عوامل برای عدم موفقیت دانشجویان ارزیابی شدند. همچنین هر دو گروه، نمرات بالایی به گویهٔ «کمبود ارتباط میان دانشجویان و مربیان آزمایشگاه» در هر دو بخش عوامل تسهیل کننده و محدود کننده دادند. این نتیجه‌گیری با یافته‌های جانستون، وات و زمان (۱۹۹۸: ۲۲) همخوانی دارد.

ویلکنسون[2] و وارد[3] (۱۹۹۷: ۴۳) معتقدند که عوامل زیادی در یادگیری دانشجویان نقش دارند؛ اما مربی آزمایشگاه و نقشی که ایفا می‌کند، مهم‌ترین عامل است، و عدم

1. Richardson
2. Wilkenson
3. Ward

توجه به کیفیت فعالیت‌های آموزشی مربیان آزمایشگاه‌ها، به کیفیت آموزش‌های آزمایشگاهی لطمه می‌زند. به اعتقاد این پژوهشگران، اغلب دانشجویان، فضای آزمایشگاه، امکانات و تعامل با تجهیزات آزمایشگاهی را در اثربخش بودن فعالیت‌های آزمایشگاهی دخیل می‌دانند؛ بنابراین، اگر مربی آزمایشگاه با ایجاد یک فضای یادگیری مناسب، فرصت دست‌ورزی با تجهیزات و لوازم آزمایشگاهی را به دانشجویان بدهد، در آن صورت، دانشجویان با بررسی پدیده‌ها و فرایندهای شیمیایی، به ساخت دانش و یادگیری مفهومی نایل می‌شوند.

علی‌رغم جایگاه ویژه انجام آزمایش و فعالیت‌های عملی در آموزش اثربخش شیمی، به نظر می‌رسد که انجام آزمایش در برخی از دانشگاه‌ها با مشکلات خاصی مواجه است. عدم آشنایی مربیان آزمایشگاه با شیوه‌های جدید طراحی آزمایش، برنامه‌ریزی، اجرا و ارزشیابی از فعالیت‌های دانشجویان در آزمایشگاه و همچنین کمبود امکانات آزمایشگاهی، از جمله عوامل دیگری هستند که سبب تضعیف جایگاه آزمایشگاه در برنامهٔ درسی شیمی عمومی شده‌اند (تساپارلیس و گورزی، ۲۰۰۷: ۶۶۹).

هر چند می‌توان ضعف برخی از مربیان آزمایشگاه در طراحی، اجرا و ارزشیابی از فعالیت‌های آزمایشگاهی را با برگزاری دوره‌های بازآموزی مناسب یا انتشار منابع آموزشی مناسب جبران کرد (فراسر[1] و مک روبی[2]، ۱۹۹۵: ۳۵۵)، اما بررسی‌های این پژوهش نشان داد که نبودن انگیزه در میان دانشجویان و مربیان آزمایشگاه، کمبود وقت و همچنین آشنا نبودن مدرسان و مربیان آزمایشگاه‌های شیمی عمومی با سبک‌ها و شیوه‌های اجرای صحیح فعالیت‌های آزمایشگاهی، تأثیر زیادی در اثربخش بودن این گونه فعالیت‌ها در آموزش شیمی عمومی مراکز آموزش عالی دارند.

یافته‌های پژوهش از جامعیت کافی برای بررسی وضعیت موجود آزمایشگاه‌های شیمی عمومی برخوردار است؛ اما یکی از محدودیت‌های اصلی پژوهش، عدم توانایی پژوهشگر در تعمیم یافته‌های پژوهش به سایر مراکز آموزش عالی است؛ زیرا نمونهٔ انتخاب شده، معرّف و نمایندهٔ واقعی همهٔ مراکز آموزش عالی دولتی و غیردولتی نیست.

1. Fraser
2. McRobbie

۹- پیشنهادها

۱- مجهز نبودن آزمایشگاه‌های شیمی در برخی از دانشگاه‌ها یا نبودن ایمنی در آزمایشگاه به دلیل استاندارد نبودن فضا و امکانات آزمایشگاهی، ایجاب می‌کند که پایگاه‌های مجهز آزمایشگاهی در هر منطقه برای استفاده مشترک دانشگاه‌های فاقد امکانات ایجاد شود.

۲- با کنترل کیفی فعالیت‌های آزمایشگاهی مربیان و ارزشیابی عملکرد آنها، می‌توان توجه این افراد را به انجام آزمایش‌ها معطوف کرد و با طراحی دوره‌های بازآموزی مناسب، تجربه و توان علمی آنان را برای انجام آزمایش‌ها، علاقه و رغبت این افراد به فعالیت‌های آزمایشگاهی ارتقا داد.

۳- با بررسی و تعدیل محتوای نظری برنامهٔ درسی شیمی عمومی و متناسب‌سازی برنامه‌ها با ساعات اختصاص یافته در برنامهٔ درسی، می‌توان بر مشکل کمبود فرصت کافی برای تدریس آزمایشگاه شیمی عمومی و اجرای آزمایشگاهی فائق آمد.

٤- توجه به محیط‌های آزمایشگاه مجازی برای انجام برخی از آزمایش‌های پرخطر یا پرهزینه، کمک زیادی به رفع کمبودها و ارتقای ایمنی در آزمایشگاه‌های شیمی می‌کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

بدریان، عابد (۱۳۸۸). *آموزش شیمی*. تهران: انتشارات مبنای خرد.

بدریان، عابد (۱۳۸۹). بررسی وضعیت برنامهٔ درسی آزمایشگاه‌های شیمی عمومی دوره‌های کارشناسی. *فصلنامه علمی- ترویجی مجله شیمی*، شمارهٔ ۴، ص ۲۱-۲۸.

بدریان، عابد؛ شکرباغانی اشرف‌السادات؛ اصفا آرزو و عبدی‌نژاد، طالب (۱۳۸۷). طراحی و اعتبار بخشی الگویی اثربخش برای انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی در آموزش علوم تجربی دورهٔ متوسطه، *فصلنامهٔ نوآوری‌های آموزشی*، شمارهٔ ۲۸، ص ۱۲۹-۱۵۶.

دلاور، علی (۱۳۸۳). *روش تحقیق در روانشناسی و علوم تربیتی*. تهران: نشر ویرایش، چاپ چهاردهم.

ناصری آذر، اکبر و بدریان، عابد (۱۳۸۸). بررسی اثربخشی آزمایشگاه‌های شیمی عمومی در مراکز آموزش عالی. *مجموعه مقالات همایش برنامه درسی آموزش عالی؛ چالش‌ها و چشم اندازها*، دانشگاه تبریز.

Abrahams, I. (2011). *Practical work in secondary science; a minds-on approach*, Continuum International Publishing Group, New York: NY 10038.

Domin, D. S. (1999). Review of laboratory instructional styles. *Journal of Chemical Education*, 76 (543-547).

Feedman, M. P. (1997). Relationship among laboratory instruction, attitude towards science and achievement in science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (343-357).

Fraser, B. & McRobbie, C. J. (1995). Science laboratory classroom environments at schools and universities: A cross-national study. *Educational Research and Evaluation, 1* (289-317).

Garnett, P. J. and Hacking, M. W. (1995). Refocusing the chemistry laboratory: A case for laboratory based investigation. *Australian Science Teachers Journal*, 41 (26-32).

Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28 (115–135).

Hofstein A. , (2007), The laboratory in science education: the state of the art, *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (105-107).

Hofstein, A. & Lunetta, V, N. (2004). The laboratory in science education: Foundation for the 21st century. *Science Education*, 88 (28-54).

Hofstein, A. (2004), The Laboratory in Chemistry Education: Thirty Years of Experience with Developments, Implementation, and Research, *Chemistry Education: Research and Practice* , 5 (247-264).

Johnstone A. H. and Al-Shuaili A., (2001), Learning in the laboratory; some thoughts from the literature, *University Chemistry Education*, 5 (42–51).

Johnstone, A. H; Watt, A. and Zaman, T. U. (1998). The students attitude and cognition change to a physics laboratory. *Phsics Education*,33 (22-29).

Millar, R. (2004) *The Role of Practical Work in the Teaching and Learning of Science*, The University of York, National Academy of Science, Washington DC.

Montes, L. D. & Rockley, M. G. (2002), Teacher Perceptions in the Selection of Experiments, *Journal of Chemical Education*, 79 (244-249).

Psillos, D. & Niedderer, H. (2003). *Teaching and Learning in the Science Laboratory*, Kluwer Academic Publishers Dordrecht.

Reid N. and Serumola L., (2006) Scientific enquiry: the nature and place of experimentation: a review, *Journal of Science Education*, 7 (1-15).

Richardson, J. T. E. (1993). Gender differences in responses to the approaches to studying inventory. *Studies in Higher Education*, 18 (3-13).

Tobin, K. G. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90 (403-418).

Tsaparlis G. , and Gorezi M. , (2007). Addition of a project-based component to a conventional expository physical chemistry laboratory, *Journal of Chemical Education*, 84 (668-670).

White, R. T. (1996). The link between laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18 (761-774).

Wilkenson, J. W., and Ward, M. (1997). The purpose and perceived effectiveness of laboratory work in secondary schools. *Australian Science Teachers' Journal*, 35 (43–55).