فرخ فیضی
فوق لیسانس تکنولوژی آموزشی

مهندسی معکوس و کاربرد آن در آموزش مهارت‌های عملی

اشاره

امروزه در سطح بین‌المللی به شکل آشکار نگرانی‌های عمده‌ای در مورد محیط‌های آموزش سنتی در بسیاری از کلاس‌های درس و سطح رشد و درک علمی دانش‌آموزان در این محیط‌ها وجود دارد [McRobbie and Thomas, 2001: 209]. زیرا با رشد سریع دانش و فناوری دیگر شیوه‌های سنتی آموزش جوابگوی نیازهای آموزشی جدید دانش‌آموزان نیست و تغییر در این شیوه‌ها، اولویت اول هر نظام آموزشی مترقی است. تحقیقات نشان داده‌اند که کیفیت آموزش، از جملهٔ مهم‌ترین عوامل مؤثر بر یادگیری دانش‌آموزان در مدرسه است [Rivkin etal., 2000; Rowan etal. 2002; Mccaffey, 2003].

از جملهٔ مباحث نوین در این زمینه آموزش به شیوهٔ «مهندسی معکوس[1]» است. اصطلاح عمومی مهندسی معکوس را می‌توان در زمینه‌های متفاوت پیدا کرد اما در تمام آن‌ها، کلمهٔ «معکوس» دلالت بر شروع کردن فعالیت‌ها از آخر چیزهای موجود و سپس پیدا کردن راه بازگشت به مرحلهٔ اول از طریق ترکیب فرایندهای شناختی، آزمایش‌های فنی و امتحان کردن محاسبات برای بازیابی مشخصات اولیهٔ یک محصول است [calderon, 2010: 251].

کلیدواژه‌ها: آموزش عملی، مهندسی معکوس، روش تولید

فرایند مهندسی معکوس قرن‌ها مورد استفاده قرار گرفته است و به احتمال خیلی زیاد و براساس نوشته‌های پولایبیوس[۲]، بزرگ‌ترین مورخ یونان باستان، رومی‌ها باید اولین گروهی باشند که از این تکنیک استفاده کرده‌اند [Creaform, 2014: 7].

مهندسی معکوس از جملهٔ علومی است که در بسیاری از علوم دیگر مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به مختصات مهندسی معکوس، از این شیوه می‌توان در آموزش مهارت‌ها در درس‌های فنی استفاده کرد. چون در مهندسی معکوس دانش‌آموزان می‌توانند با باز کردن قطعات یک سیستم، به چگونگی ساخت آن پی ببرند [Le, 2015].

براساس فرهنگ لغت «وبستر[۳]»، مهندسی معکوس اجرای یک فرایند با یک سلسله عملیات، و یا پیشرفت گام‌به‌گام برای رسیدن به هدف است [Eilam, 2007: 3] که امروزه نقشی حیاتی در بسیاری از شاخه‌های علمی، نظیر صنعت، رایانه، نرم‌افزار، محیط زیست، طراحی و مهندسی و حتی روان‌شناسی دارد [Jain and Pathak, 2013: 665]. اما در آموزش کمتر به آن پرداخته شده و مطالعات اندکی در این زمینه صورت گرفته است.

مهندسی معکوس روشی آگاهانه برای دستیابی به فناوری حاضر و محصولات موجود است، این روش با کالا آغاز می‌شود و به فرایند طراحی می‌رسد و دقیقاً مخالف مسیر روش تولید است [تقی‌زاده، ۱۳۸۵؛ ٤٤]. استفاده از مهندسی معکوس سبب کوتاه شدن مسیر فعالیت‌ها و صرفه‌جویی در انرژی و زمان شود. ضمن اینکه ریسک و خطرپذیری آن کمتر است و بسیاری از هزینه‌ها را کاهش می‌دهد [Boyett, 2002: 2]. همچنین، استفاده از روش مهندسی معکوس در آموزش به دلیل ویژگی‌های خاص آن، می‌تواند بسیار مثمرثمر باشد. از جمله اینکه در مهندسی معکوس آموزش به شیوهٔ باز اجرا می‌شود و دانش‌آموزان هرگونه که بخواهند عمل می‌کنند و تا زمانی که دو شیوهٔ همانند (به منظور جلوگیری از کپی) انتخاب نکنند، هیچ مرزی وجود ندارد. از دیگر ویژگی‌های این شیوهٔ آموزشی، اکتشاف و فناوری، مشاهده، تجزیه و تحلیل است که به کشف، هدایت و یادگیری همراه با فعالیت منجر می‌شود [Reich, 2013].

نکتهٔ اساسی استفاده از مهندسی معکوس در آموزش عملی بودن آن است که با به کارگیری حواس دانش‌آموزان، سطح و عمق یادگیری آنان را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد. چنان‌که در این زمینه «مرکز ملی علم و فناوری و هنر[٤]» (۲۰۰۵) با بررسی نظرات ۵۱۰ معلم نشان داد که ۹۹ درصد معلمان موافق بودند که شیوه‌های عملی آموزشی دارای تأثیر مثبت فراوانی بر یادگیری هستند. همچنین، لونته[٥] و همکارانش نشان دادند که اگرچه کیفیت کار عملی در جاهای مختلف، تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای دارد، اما شواهدی قوی وجود دارند که وقتی این فعالیت‌ها به خوبی برنامه‌ریزی شوند و به شکلی مؤثر در آزمایشگاه و یا کارگاه، اجرا و یا شبیه‌سازی شوند، می‌توانند بسیار مؤثر باشند [Lunette etal., 2007: 405].

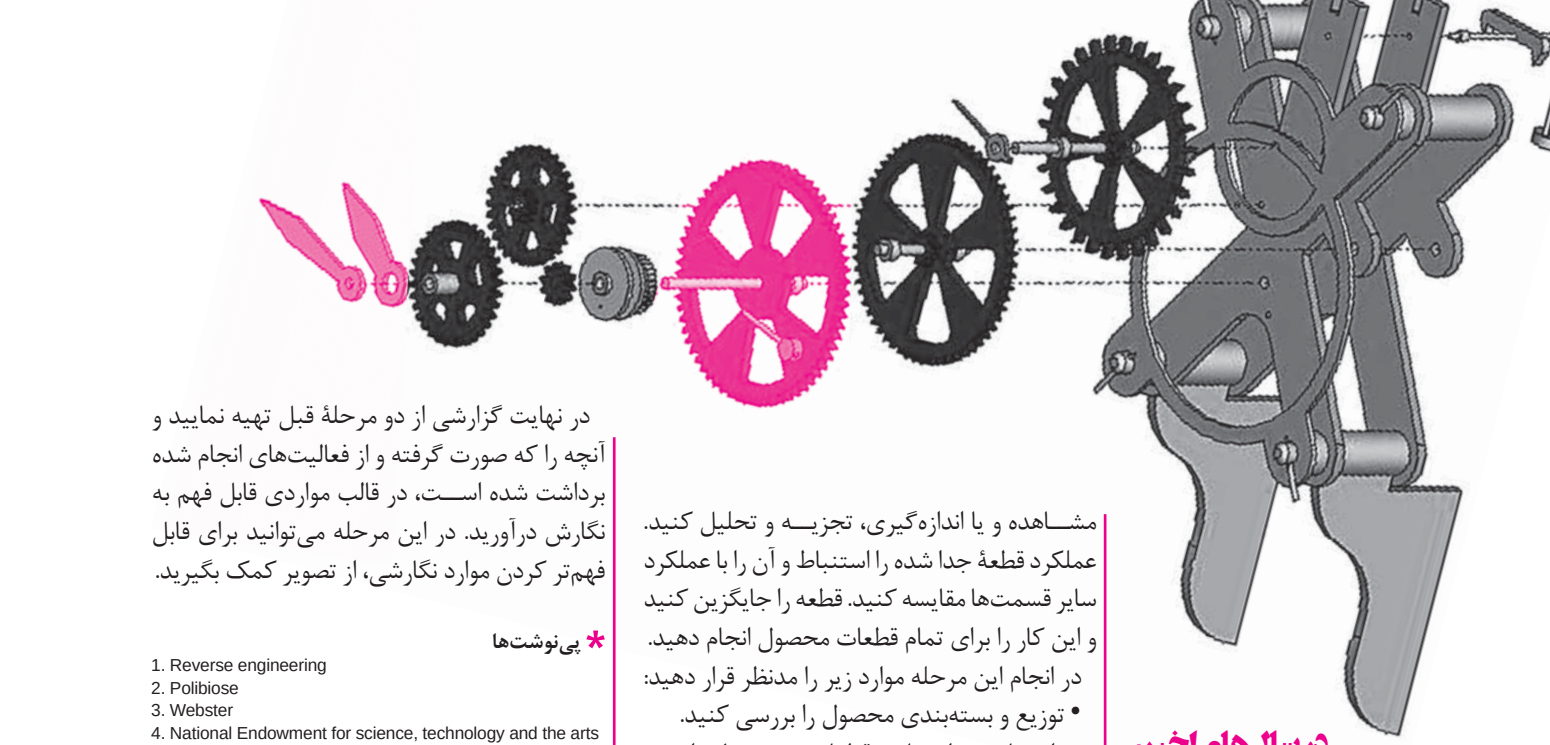
نکتهٔ اساسی استفاده از مهندسی معکوس در آموزش عملی بودن آن است که با به کارگیری حواس دانش‌آموزان، سطح و عمق یادگیری آنان را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد

در سال‌های اخیر، تقاضا برای آموزش مهندسی معکوس در مدارس، به خصوص با استفاده از یک برنامهٔ درسی مبتنی بر چالش و حل مسئله، افزایش یافته است و بسیاری از این برنامه‌ها به اهداف دوگانهٔ آموزش دانش‌آموزان در فرایند طراحی مهندسی و آموزش به شیوهٔ مؤثر در تعمیق درک و توانایی عملیاتی نمودن مفاهیم آن، تأکید نموده‌اند [Berland and Matrin, 2013: 53]. اما نکتهٔ قال بحث آن است که چگونه می‌توان از شیوهٔ مهندسی معکوس در آموزش و در کلاس‌های آموزش فنی استفاده کرد.

باید توجه داشت که برای به کارگیری مهندسی معکوس در آموزش سه مرحلهٔ کلی باید گذرانده شود:

الف) انتخاب محصول مورد نظر و کالبدشکافی آن

بعد از انتخاب محصول، یک قطعه یا جزء را از محصول جدا کنید، اثر جداسازی قطعه را از طریق



در سال‌های اخیر، تقاضا برای آموزش مهندسی معکوس در مدارس، به خصوص با استفاده از یک برنامهٔ درسی مبتنی بر چالش و حل مسئله، افزایش یافته است

مشـــاهده و یا اندازه‌گیری، تجزیـــه و تحلیل کنید. عملکرد قطعهٔ جدا شده را استنباط و آن را با عملکرد سایر قسمت‌ها مقایسه کنید. قطعه را جایگزین کنید و این کار را برای تمام قطعات محصول انجام دهید.

در انجام این مرحله موارد زیر را مدنظر قرار دهید:

- توزیع و بسته‌بندی محصول را بررسی کنید.
- راهنمای جداســـازی قطعات محصـــول را تهیه کنید.
- اجزای جدا شده را برچسب‌گذاری کنید.
- فهرســـت اجزای سازنده و زیرگروه‌ها را به شکل سلســـله مراتبی متناسب با ساخت محصول در نظر داشته باشید.
- از فعالیت‌هایتان فیلم تهیه کنید.
- از لحظات متفاوت جداسازی قطعات عکس تهیه کنید.
- مسیر جداسازی و جمع‌آوری قطعات را فهرست کنید.
- عملکرد اصلی اجزا و زیرگروه‌ها را شناسایی کنید.
- میزان درجهٔ آزادی هر قطعه را مشخص کنید.
- ویژگی‌های هر قسمت را یادداشت و درک کنید.
- اتصالات فیزیکی را با یـــک دیاگرام مونتاژ ثبت کنید.
- مراحل دشوار را با ملاحظات خاصی ثبت کنید.
- محصول نهایی را دوباره آزمایش کنید.

ب) جمع‌آوری اطلاعات مربوط به محصول

اطلاعات مربوط به محصول و قطعات را براســـاس موارد زیر جمع‌آوری نمایند.

مواد تشـــکیل دهنده و شرح آن، اثر حذف قطعه، ابعاد کلیدی مربوط به قطعه، تعداد هر قطعه، مدل، رنگ و وزن هر قطعه، پیچیدگی هندسی هر قطعه، طبقه‌بندی اجزای جدا شده، نام و محل تولیدکنندهٔ هر قطعه، اســـتاندارد یا منحصر به فرد بودن قطعه، رابط و اتصالات قطعه و در نهایت تصویری از قطعه.

ج) تبدیل اطلاعات مورد نظر به داده‌های قابل فهم

در نهایت گزارشی از دو مرحلهٔ قبل تهیه نمایید و آنچه را که صورت گرفته و از فعالیت‌های انجام شده برداشت شده اســـت، در قالب مواردی قابل فهم به نگارش درآورید. در این مرحله می‌توانید برای قابل فهم‌تر کردن موارد نگارشی، از تصویر کمک بگیرید.

*** پی‌نوشت‌ها**

1. Reverse engineering
2. Polibiose
3. Webster
4. National Endowment for science, technology and the arts
5. Lunette

*** منابع**

۱. تقی‌زاده، هادی (۱۳۸۵). «مهندسی معکوس». مجلهٔ مدیریت. شمارهٔ ۸۸.
2. Berland, L. K. & Martin, T. H. (2013). Student Learning in Challenge-Based Engineering Education Research 3:1, 53-64.
3. Boyette, M. D. (2002). Using reverse engineering in the classroom to teach creativity. http://icee.usm.edu/icee/conferences/ASEE-SE-2010/Conference%20Files/ASEE%202004/P2004001adminBOY.pdf.
4. Calderon, M. L. (2010). Application of reverse engineering activities in the teaching of engineering design. International design conference, Dubrovnik-Croatia.
5. Creaform. (2014). Reverse engineering of physical objects teaching manual. http://www.creaform3d.com/sites/default/files/assets/technological-fundamentals/teaching_manual_reverse_engineering_en_18032014_0.pdf.
6. Eilam, E. (2007). Reversing: secrets of reverse engineering. Published by Wiley publishing, Inc, Indianapolis, Indiana. Available at http://www.amazon.com/Reversing-Secrets-Engineering-Eldad-Eilam/dp/0764574817#reader_076574817.
7. Jain, P. K. & Pathak, P. M. (2013). Reverse Engineering in Product Manufacturing: An Overview, Chapter 39 in DAAAM International Scientific Book 2013, pp. 665-678, B.
8. Le, D. (2015). How to use reduce procrastination: reverse engineering. http://www.edudemic.com/reverse-engineering-method/
9. Lunetta, V. N., Hofstein, A. and Clough, M. P. (2007). Teaching and learning in the school science laboratory. An analysis of research, theory, and practice. In, S. K. Abell and N. G. Lederman (Eds), Handbook of Research on Science Education (pp. 393-431). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
10. McCaffrey, J, R., Lockwood, D. F., Korets, D. M., & Hamilton, L. S. (2003). Evaluating value added models for teacher accountability [Monograph]. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Retrieved from http://www.rand.org/pubs/monographs/2004/RAND_MG158.pdf.
11. McRobbie. C. J. & Thomas, G. P. (2001). Changing the learning environment to enhance explaining and understanding in a year 12 chemistry classroom. Learning Environments Research 3: 209-227. http://dl.elearnica.ir/files/511792268/%5Belearnica.ir%5D-Changing_the_Learning_Environment_to_Enhance_Explaining_and_Und.pdf.
12. National Endowment for Science, Technology and the Arts (NESTA) (2005). Science Teachers Survey. London: NESTA. Available at: http://www.planet-science.com/sciteach/realscience/science_teachers_report.pdf.
13. Reich, J. (2013). Learning the Landscape Through Reverse Engineering Projects. http://blogs.edweek.org/edweek/edtechresearcher/2013/11/learning_the_landscape_through_reverse_engineering_projects.html.
14. Rivkin,, S. G., Hanushek, E. A., & Kain, J. F. (2000). Teachers, schools, and academic achievement (Working Paper W6691). Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
15. Rowan, B., Correnti, R., & Miller, R. J. (2002). What large-scale survey research tells us about teacher effects on student achievement: Insights from the Prospects study of elementary schools. Teachers College Record, 104, 1525-1567.