فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال هفدهم، شماره ۶۷، پاییز ۱۳۹۴، صص. ۹۰- ۷۵

ارزیابی تأثیر آموزش درس نقشه‌کشی صنعتی بر بهبود قدرت تجسّم سه‌بعدی دانشجویان رشته‌های مهندسی و علوم پایه

مهدی متقی‌پور[۱]

چکیده: قدرت تجسّم سه‌بعدی برای رشته‌های مهندسی در مباحثی مانند طراحی، مدلسازی، مهندسی معکوس، ساخت و تولید و غیره توانایی حیاتی و مهم محسوب می‌شود. از طرفی این توانایی حتی برای رشته‌های علوم پایه نظیر فیزیک، ریاضی، شیمی در زمینه‌هایی همچون ایده‌پردازی، درک روابط پیچیدهٔ ریاضی، ساختار مولکولی و غیره نقش مهمی بازی می‌کند. نمونه‌های زیادی می‌توان ارائه کرد مبنی بر اینکه قدرت تجسم بالا اثر قابل‌توجهی روی پیشرفتهای علمی دانشجویان داشته است. تحقیقات امروزی نشان می‌دهد که یک رابطهٔ تنگاتنگ بین قدرت تجسم و موفقیت تحصیلی دانشجویان با گرایشهای مختلف وجود دارد. هر چند که قدرت تجسم برای هر شخصی منحصربه‌فرد است ولی می‌توان آن را با آموزشهای مدون و صحیح بهبود بخشید. در این نوشتار، تأثیر درس نقشه‌کشی صنعتی بر بهبود قدرت تجسّم سه‌بعدی دانشجویان دانشگاه صنعتی شریف باتوجه‌به آزمونهای برگزارشده ارزیابی شده است و مشخص می‌شود که این درس قدرت تجسّم سه‌بعدی دانشجویان را به طور قابل‌ملاحظه‌ای بهبود می‌بخشد.

واژه‌های کلیدی: قدرت تجسّم سه‌بعدی، درس نقشه‌کشی صنعتی، آزمون دوران ذهنی، آزمون نما، آزمون یافتن نمای سوم

---

۱. مربی مرکز گرافیک مهندسی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. mmottaghi@sharif.ir

(دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۲/۲۲)
(پذیرش مقاله: ۲۱/ ۱۳۹۴/۵)

۱. مقدمه

یکی از قابلیتهای مهندسان، حل مسائل طراحی است که در آن با مسائل سه‌بعدی مواجه می‌شوند. به همین خاطر دانشجویان رشته‌های مهندسی باید در زمینهٔ تجسم مسائل سه‌بعدی آموزش ببینند. طراحی و نقشه‌کشی از موضوعات اساسی در دوران تحصیلات دانشجویان مهندسی است. استفاده از خطوط و نشانه‌ها برای نشان دادن ایده‌ها و فکرها به‌عنوان وسیلهٔ ارتباطی بسیار مؤثرتر از توضیحات شفاهی است. تمام افرادی که با صنعت و مسائل فنی درگیرند باید بتوانند به‌راحتی و بدون تأمل، نقشه‌های صنعتی را بخوانند و آنها را تفسیر کنند. این درس در سال اول برای دانشجویان ورودی ارائه می‌شود و پیش‌نیاز درسهای طراحی است. هدف ابتدایی در درس نقشه‌کشی صنعتی کمک به دانشجویان برای توسعهٔ دانش و مهارتهای موردنیاز یک مهندس است. سخت‌ترین مهارتی که دانشجویان باید بیاموزند، مشاهده دو نمای یک جسم و تجسّم سه‌بعدی آن در ذهن است. [۱ و۳] برای دانشجویان مهندسی مهارتهای تجسمی می‌تواند در درک مفاهیم اصولی بسیار مهم باشد. این مهارتها در موفقیت مهندسان طراح در تمام گرایشها بسیار مهم است و با کارایی آنها رابطهٔ تنگاتنگی دارد. در دهه‌های گذشته، موضوع تجسم و قدرت تجسم را فقط می‌توانستیم در آموزشهای مربوط به گرافیک مهندسی و یا علوم روانشناسی و ارزیابی ذهن پیدا کنیم درحالی‌که امروزه به علت پیشرفتهای چشمگیر در فنّاوری رایانه این موضوع نه‌تنها برای رشته‌های مهندسی قابل‌توجه است،[۴ و۱۰] بلکه مورد تحقیق گرایشهایی نظیر ریاضی، فیزیک، شیمی، علوم رایانه، علوم پزشکی، زمین‌شناسی و غیره هم می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که قدرت تجسّم در کارایی و موفقیت دانشجویان رشته‌های غیر مهندسی نیز مؤثر بوده است. [۱۱و۲۳]

۲. تعریف قدرت تجسّم سه‌بعدی

در رئوس مطالب و آموزشهای مربوط به دروس نقشه‌کشی صنعتی عبارت «قدرت تجسم» به‌کرّات استفاده می‌شود که به توانایی تشخیص ارتباط و نحوهٔ قرارگیری اجسام نسبت به یکدیگر در فضای سه‌بعدی تعبیر می‌شود. با مراجعه به مراجع و مقالات موجود در این زمینه مشاهده می‌شود که در این موضوع معمولاً از عبارت «توانایی فضایی (Spatial Ability)[1]» استفاده می‌شود و نمی‌توان برای آن معنای واحدی پیدا کرد چرا که این عبارت نه‌تنها در آموزش مهندسی بلکه در سایر رشته‌ها مثل علوم انسانی، روانشناسی و غیره نیز مطرح می‌شود ولی در همهٔ این گرایشها این عبارت دربرگیرندهٔ مجموعه‌ای از مهارتهای خاص است و از کلماتی نظیر «تجسمی» و «فضایی» به همراه کلماتی نظیر

1. Spatial Ability

«شناخت»، «توانایی»، «مهارت»، «دریافت»، «تصورات» و «استدلال» استفاده می‌شود[۲۴]. در مراجع و مقالات مربوط به گرایش مهندسی این عبارت به معنای توانایی ذهنی کار با اجسام سه‌بُعدی نظیر دوران و یافتن تصاویر جسم و همچنین درک سه‌بعدی ارتباط اجسام با یکدیگر معنا می‌شود. [۲۵ و ۲۷]

۳. شیوهٔ آموزش درس نقشه‌کشی صنعتی

درس نقشه‌کشی صنعتی در تمام دانشگاههای دنیا برای دانشجویان مهندسی ارائه می‌شود. هر چند که نام درس یا ساعت کلاس مربوط به این درس در دانشگاههای مختلف با یکدیگر متفاوت است ولی اصل کلی آن آموزش و بهبود قدرت تجسم در فضای سه‌بُعدی و توانایی دانشجویان در ارائهٔ ایده‌ها و خلاقیتها به‌کمک نشانه‌ها و استانداردهای تصویری است. از طرفی دانشجویان در دوران دبیرستان یا حتی دانشگاه کمتر با چنین مباحثی روبه‌رو می‌شوند؛ لذا، در ابتدای دورهٔ درس نقشه‌کشی صنعتی، بسیاری از دانشجویان با مسائل مربوط به تجسم دچار مشکل می‌شوند و قادر به تصور موقعیت زاویه‌ای و مکانی نقاط، خطوط و صفحات یک جسم نسبت به یکدیگر در فضا نیستند.

باتوجه‌به اینکه در دانشگاه صنعتی شریف این درس برای تمام رشته‌های مهندسی و علوم پایه (به‌جز شیمی) با یک کد درسی ارائه می‌شود لذا سرفصل قابل‌استفاده برای تمام رشته‌ها به صورت زیر در نظر گرفته شده است:

جلسهٔ ۱: آشنایی کلی با قابلیتهای نرم‌افزار اتوکد و آشنایی با دستورات دو بُعدی شامل رسم خط، حذف کردن، بزرگ‌نمایی، انتخاب اشیاء، استفاده از شبکه و حرکت پرشی ماوس، جابه‌جایی و کپی کردن؛

جلسهٔ ۲: آشنایی با دستورات دوبُعدی شامل رسم دایره و گیره‌های شیء، آرایه کردن، برش زدن، امتداد دادن، قرینه کردن، رسم بیضی، مستطیل، آفست کردن، گرد کردن، دَوران دادن؛

جلسهٔ ۳: آشنایی با محیط سه‌بُعدی اتوکد، ساخت مدلهای سه‌بُعدی ساده، نماگیری و دَوران اجسام، ترسیم سه‌بُعدی اجسام با دست؛

جلسهٔ ۴: ساخت مدلهای سه‌بُعدی پیچیده، ترسیم سه‌بُعدی اجسام با دست؛

جلسهٔ ۵: رسم سه تصویر جلو، بالا و چپ اجسام با سطوح صاف هم با دست و هم با رایانه؛

جلسهٔ ۶: رسم سه تصویر جلو، بالا و چپ اجسام با سطوح منحنی مثل استوانه هم با دست و هم با رایانه؛

جلسهٔ ۷: رابط تصاویر: رسم تصویر سوم به‌کمک تصویر مجسم و رابط هم با دست و هم با رایانه؛

جلسهٔ ۸: تجزیه‌وتحلیل حجم: رسم تصویر سوم احجام به‌کمک تجسم و تجزیه‌وتحلیل حجم و رسم دستی سه‌بُعدی بعضی تمرینها؛
جلسهٔ ۹: تجزیه‌وتحلیل سطح ۱: رسم تصویر سوم احجام با سطوح صاف به‌کمک تجسم و تجزیه‌وتحلیل سطح و رسم دستی تصویر سه‌بُعدی بعضی تمرینها؛
جلسهٔ ۱۰: تجزیه‌وتحلیل سطح ۲: رسم تصویر سوم احجام با سطوح استوانه‌ای به‌کمک تجسم و تجزیه‌وتحلیل سطح و رسم دستی تصویر سه‌بُعدی بعضی تمرینها؛
جلسهٔ ۱۱: تصویر مجسم ایزومتریک؛
جلسهٔ ۱۲: استانداردهای مربوط به اندازه‌گذاری، ضخامت خطوط، انواع کاغذهای نقشه‌کشی، کادربندی نقشه‌ها همراه با دستورات مرتبط در اتوکد؛
جلسهٔ ۱۳ : برش ساده متقارن و نامتقارن همراه با آموزش دستورات مرتبط در اتوکد؛
جلسهٔ ۱۴: رسم نقشه‌های اجرایی شامل چهار تصویر روبه‌رو، چپ، بالا و ایزومتریک به همراه آموزش لایه‌گذاری و چاپ نقشه؛

همانطور که در این سرفصل ملاحظه می‌شود چهار جلسهٔ اول به نرم‌افزار اختصاص دارد تا دانشجو مهارت لازم برای کار با نرم‌افزار را پیدا کند؛ درست مانند یافتن مهارتهای لازم برای استفاده از خط‌کش، پرگار و کاغذ. یکی از دلایل انتخاب نرم‌افزار اتوکد (گذشته از فراگیر بودن آن) قابلیت کم آن (در مقایسه با نرم‌افزارهایی مثل سالیدورکس و کتیا) در ترسیم شکلها است. در نتیجه دانشجویان در ترسیم شکلهای دوبُعدی و سه‌بُعدی مجبور به استفاده از فکر و خلاقیت خود هستند و نرم‌افزار فقط نقش قلم، خط‌کش و پرگار را بازی می‌کند. در جلسات ۳ و ۴ دانشجویان بعضی تمرینهای سادهٔ خود را به صورت سه‌بُعدی با دست روی کاغذ نیز رسم می‌کنند. در جلسات ۵، ۶ و ۷ دانشجویان تمرینها را هم با دست و هم با نرم‌افزار رسم می‌کنند. در جلسات ۸، ۹ و ۱۰ باتوجه‌به سنگینی مطلب کلاس، تأکید بیشتر بر روی تمرینهای دستی است و تمرینهای نرم‌افزاری به صورت کار در منزل ارائه می‌شود. از طرفی در این جلسات دانشجویان با دست، تصویر سه‌بُعدی بعضی تمرینها را نیز ترسیم می‌کنند. در جلسهٔ ۱۱ دانشجویان با نحوهٔ ترسیم اجسام سه‌بُعدی پیچیده با دست آشنا می‌شوند و بعضی تمرینها را نیز با نرم‌افزار ترسیم می‌کنند. در جلسات ۱۲، ۱۳ و ۱۴ تأکید بیشتر بر روی کار بر نرم‌افزار است [۲۸]

۴. روشهای ارزیابی قدرت تجسم

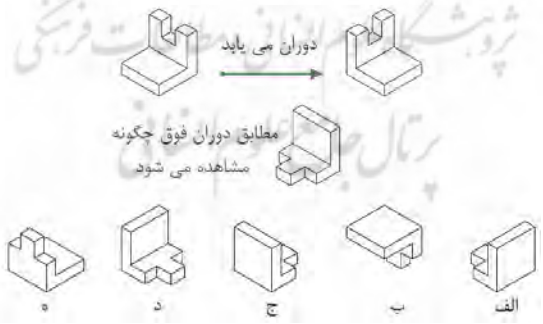
آزمونهای استاندارد گوناگونی برای ارزیابی توانایی فضایی مطرح شده است ولی دسته‌بندی لین و پیترسون[۲۹] یکی از پراستنادترین دسته‌بندیها محسوب می‌شود. این دو محقق قدرت تجسم ذهنی

را به سه بخش تقسیم‌بندی کرده‌اند که عبارتند از: ۱. درک فضایی؛ ۲. تجسم فضایی؛ ۳. دَوران ذهنی. سایر نویسندگان مثل مک‌گی[۳۰]، برنت[۳۱]، پلگرینو[۳۲]، کلمنتس[۳۳] و الکون[۳۴] این سه بخش را به دو بخش ساده‌سازی کرده‌اند که عبارتند از ۱. نسبتهای فضایی: توانایی تصوّر چرخش اجسام دوبُعدی و سه‌بُعدی به صورت یک جسم یکپارچه؛ ۲. تجسّم فضایی: توانایی تصوّر اجسام و اجزای آن در فضای سه‌بُعدی.

در مقالات از این دو بخش، چهار مدل آزمون مشترک استخراج و استفاده شده است[۴، ۵، ۳۵ و۴۰]. نویسندهٔ این نوشتار برای مطالعهٔ مقایسه‌ای بین نتایج دانشگاههای دیگر با دانشگاه صنعتی شریف از همین چهار مدل آزمون استفاده کرده است. همچنین آزمون پنجمی به نام یافتن نمای سوم به همراه این چهار مدل آزمون از دانشجویان گرفته شد چرا که به اعتقاد نویسندهٔ این نوشتار ملاک خوبی برای ارزیابی تجسم سه‌بُعدی دانشجویان محسوب می‌شود. توضیح این پنج مدل آزمون به شرح زیر است:

۴. ۱. آزمون دَوران مقایسه‌ای

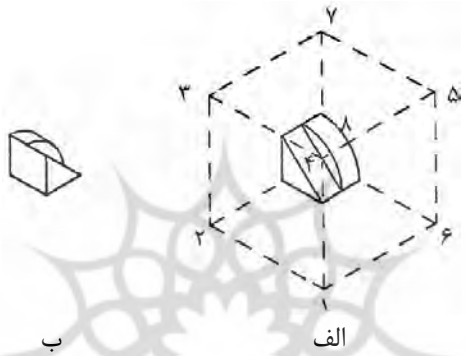
در این آزمون توانایی فرد در دَوران ذهنی اجسام در مقایسه با جسم دیگر ارزیابی می‌شود. نمونه‌ای از این آزمون در شکل ۱ آورده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود یک جسم (جسم بالا) از حالت سمت چپ به حالت سمت راست دَوران یافته است (که این دَوران می‌تواند ترکیب سه دوران حول محورهای x، y و z باشد.) پرسش از دانشجو می‌خواهد که اگر جسم دوم (جسم پایین) مطابق جسم اول دوران یابد مطابق کدام گزینه مشاهده خواهد شد.



شکل ۱: آزمون دَوران مقایسه‌ای

۴. ۲. آزمون نما

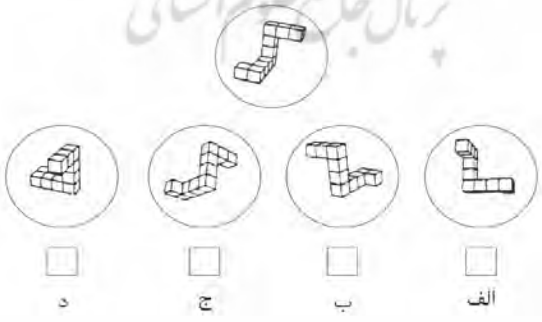
در این آزمون توانایی فرد در مشاهدهٔ ذهنی یک جسم از زوایای مختلف ارزیابی می‌شود. نمونه‌ای از این آزمون را می‌توان در شکل ۲ مشاهده کرد. در این پرسش جسم مطابق شکل ۲ الف در مرکز یک مکعب شفاف در نمای ایزومتریک قرار دارد. از دانشجو خواسته می‌شود که از کدام رأس باید به جسم نگاه شود تا جسم، مطابق شکل ۲ ب مشاهده شود.



شکل ۲: آزمون نما

۴. ۳. آزمون دَوران ذهنی

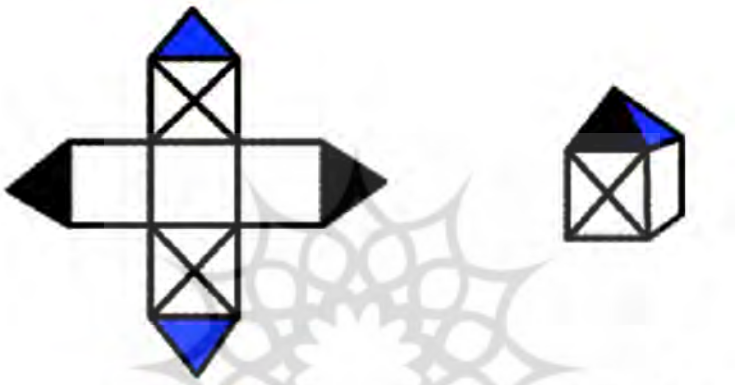
در این آزمون توانایی فرد در جهت‌یابی و تعیین موقعیت اجسامی که از مکعب درست شده‌اند ارزیابی می‌شود. نمونه‌ای از این آزمون را می‌توان در شکل ۳ مشاهده کرد. در این آزمون از دانشجو خواسته می‌شود که اگر جسم بالایی بتواند آزادانه دوران کند (در هر راستایی یا حول هر محوری) کدام گزینه می‌تواند دَوران‌یافتهٔ جسم باشد.



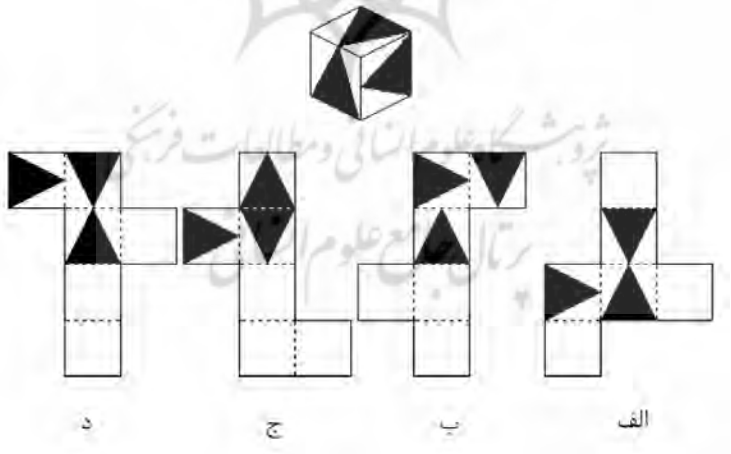
شکل ۳: آزمون دَوران ذهنی

۴. ۴. آزمون تا کردن ورق و گسترش سطح

در این آزمون توانایی فرد در ارتباط فضایی سطوح با یکدیگر ارزیابی می‌شود. آزمون دو نمونه پرسش دارد که در شکلهای ۴ الف و ب آورده شده است. در شکل ۴ الف از دانشجو پرسیده می‌شود که اگر شکل سمت چپ تا شود آیا مطابق شکل سمت راست مشاهده خواهد شد یا نه. در شکل ۴ ب که پرسش به صورت چندگزینه‌ای است، از دانشجو خواسته می‌شود که اگر شکل بالایی باز شود مطابق کدام گزینه مشاهده خواهد شد.



الف

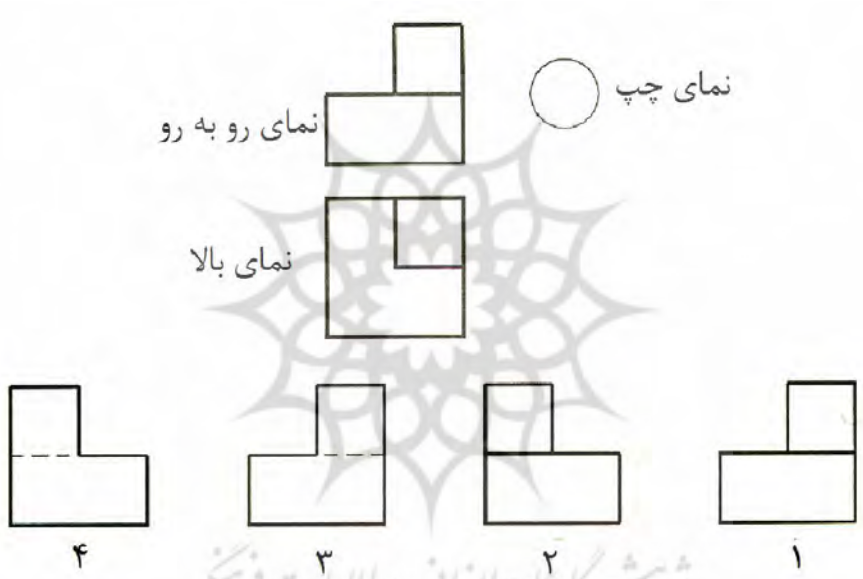


ب

شکل ۴: آزمون تا کردن ورق و گسترش سطح

۴. ۵. آزمون یافتن نمای سوم

در این آزمون توانایی فرد در تجسم شکل سه‌بُعدی از روی دو نما سنجیده می‌شود. نمونه‌ای از این پرسش را می‌توان در شکل ۵ مشاهده کرد. در این پرسش، دو نما از یک جسم داده شده است و دانشجو باید نمای سوم را از میان شماره‌ها انتخاب و شمارهٔ موردنظر را در داخل دایره یادداشت کند. لازمهٔ انجام این آزمون این است که ابتدا دانشجو باید جسمی را در ذهن خود تصور کند که دو تصویر آن با صورت پرسش تطابق داشته باشد. سپس نمای سوم جسم تصوری خود را در میان گزینه‌ها جست‌وجو کند.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل ۵: آزمون یافتن نمای سوم

۵. نتایج و بحث

در ابتدای نیمسال، پنج مدل آزمون بالا در قالب یک آزمون (پیش‌آزمون) از ۵۳ نفر دانشجوی رشته‌های مهندسی و علوم پایه که در درس نقشه‌کشی صنعتی ثبت‌نام کرده بودند، انجام شد. تعداد پرسشها و زمان تعیین‌شده برای هر پرسش در این آزمون مطابق جدول ۱ است.

جدول ۱: تعداد پرسشها و زمان تعیین‌شده برای هر پرسش

	مدل آزمون	تعداد پرسش	زمان پاسخگویی	حداکثر امتیاز قابل کسب
پرسش ۱	آزمون نما	۱۲	۶ دقیقه	۱۲
پرسش ۲	آزمون تا کردن ورق و گسترش سطح	۸	۳ دقیقه	۸
پرسش ۳	آزمون دوران ذهنی	۵	۲/۵ دقیقه	۵
پرسش ۴	آزمون دَوران مقایسه‌ای	۶	۳ دقیقه	۶
پرسش ۵	آزمون یافتن نمای سوم	۶	۳ دقیقه	۶

در جدول ۲ درصد فراوانی دانشجویان بر اساس امتیاز کسب‌شده در هر پرسش آورده شده است

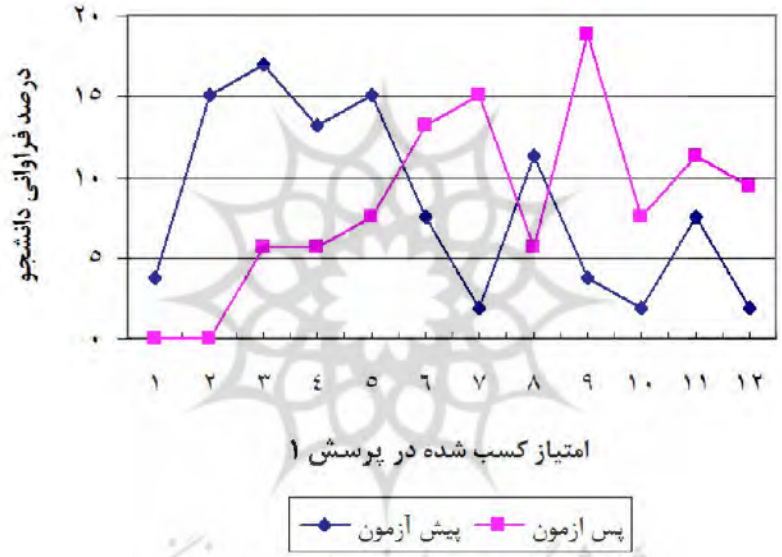
جدول۲ : درصد فراوانی دانشجویان بر اساس امتیاز کسب‌شده در هر پرسش در پیش‌آزمون

	۰ امتیاز	۱ امتیاز	۲ امتیاز	۳ امتیاز	۴ امتیاز	۵ امتیاز	۶ امتیاز	۷ امتیاز	۸ امتیاز	۹ امتیاز	۱۰ امتیاز	۱۱ امتیاز	۱۲ امتیاز
در پرسش۱	۰	۳/۷۷	۱۵/۰۹	۱۶/۹۸	۱۳/۲۰	۱۵/۰۹	۷/۵۴	۱/۸۸	۱۱/۳۲	۳/۷۷	۱/۸۸	۷/۵۴	۱/۸۸
در پرسش۲	۱/۸۸	۰	۱/۸۸	۳/۷۷	۱۳/۲۰	۴۷/۱۶	۱۸/۸۶	۱۱/۳۲	۱/۸۸	---	---	---	---
در پرسش۳	۳/۷۷	۳/۷۷	۱۱/۳۲	۲۲/۶۴	۳۳/۰۷	۲۶/۴۱	---	---	---	---	---	---	---
در پرسش۴	۲۰/۷۵	۴۱/۵۰	۲۲/۶۴	۱۳/۲۰	۱/۸۸	۰	۰	---	---	---	---	---	---
در پرسش۵	۵۴/۷۱	۱۸/۸۶	۲۴/۵۲	۱/۸۸	۰	۰	۰	---	---	---	---	---	---

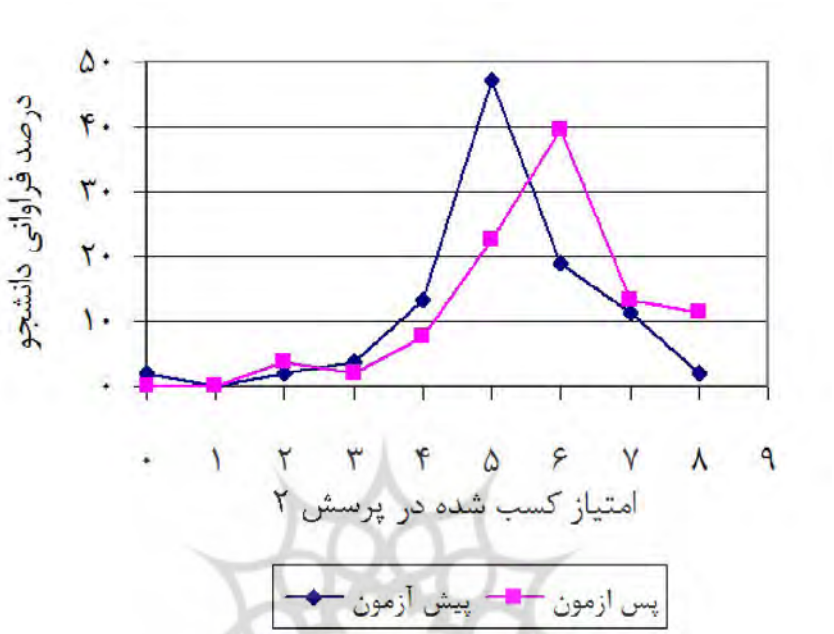
باتوجه‌به اینکه دانشجویان پیش از گذراندن درس نقشه‌کشی صنعتی در طول دوران تحصیلی خود چه در دبیرستان و چه در دانشگاه، کمتر با مسائل مربوط به تجسم و تصور سه‌بُعدی مواجه می‌شوند لذا مبحث تجسم موضوعی تازه برای آنها محسوب می‌شود. اما همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود دانشجویان بدون داشتن پیش‌زمینه تا حدی از قدرت تجسم برخوردارند. حتی در پرسشهای ۱، ۲ و ۳ دانشجویانی هستند که امتیاز کامل پرسش را کسب کرده‌اند. از طرفی به کمک این جدول می‌توان دریافت که میزان قدرت تجسم هر دانشجو با دیگری متفاوت است مثلاً در پرسش ۱، هر دو امتیاز ۱ و ۱۲ وجود دارد. پرسشهای ۴ و ۵ از نظر سختی، جزء سخت‌ترین پرسشهای این آزمون به حساب می‌آیند. چرا که مثلاً در این دو پرسش هیچ دانشجویی در پیش‌آزمون به امتیاز کامل نرسیده است.

گذراندن درس نقشه‌کشی صنعتی برای اکثر دانشجویان در دانشگاه صنعتی شریف اجباری است و در این درس دانشجو به کمک دست و رایانه با مسائل مربوط به فضای سه‌بُعدی و تجسم آشنا می‌شوند و تمرینهایی مرتبط این موضوعات انجام می‌دهند. برای بررسی تأثیر درس نقشه‌کشی صنعتی بر قدرت تجسم دانشجویان، در پایان نیمسال، آزمونی با سطح سختی و مشابه پیش‌آزمون از همان دانشجویان گرفته شد که در شکلهای ۶ تا ۱۰ می‌توان نمودار درصد فراوانی دانشجو بر حسب

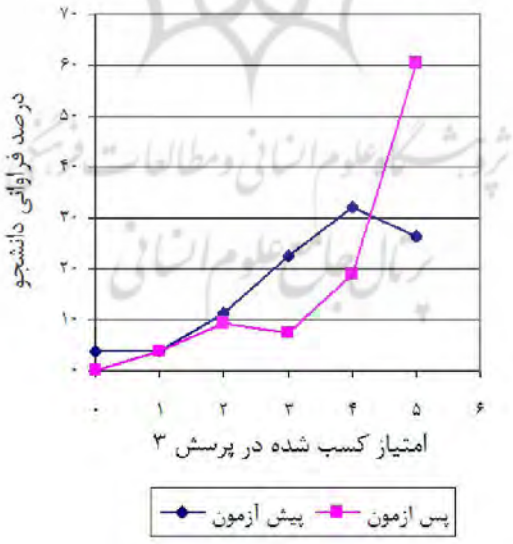
امتیاز کسب‌شدهٔ دانشجویان در هر پرسش را مشاهده کرد. برای مقایسه، نتایج پیش‌آزمون نیز در این نمودارها نشان داده شده است. همان‌طور که از نمودارها برمی‌آید نمودار مربوط به پس‌آزمون در تمام پرسشها نسبت به نمودار پیش‌آزمون به سمت راست (امتیازهای بالاتر) جابه‌جا شده است به‌طوری‌که درصد افرادی که امتیاز بیشتری کسب کرده‌اند نسبت به پیش‌آزمون بیشتر شده است و این نشان از بهبود قدرت تجسم دانشجویان دارد. همچنین در جدول ۳، امتیاز میانگین و انحراف معیار در هر پرسش برای هر دو آزمون را می‌توان ملاحظه کرد.



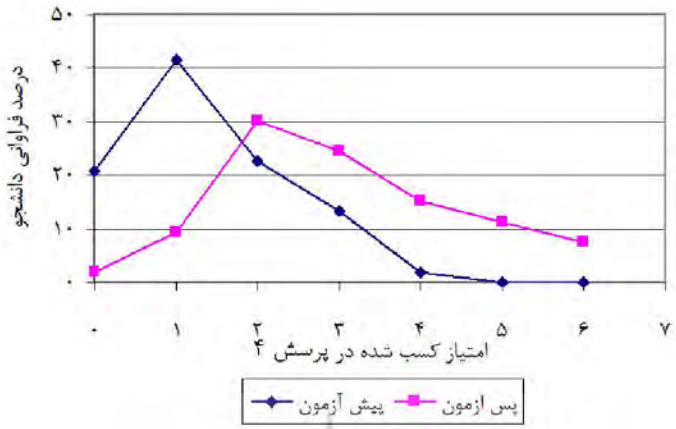
شکل ۶: امتیاز کسب‌شدهٔ دانشجویان در پرسش ۲ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون



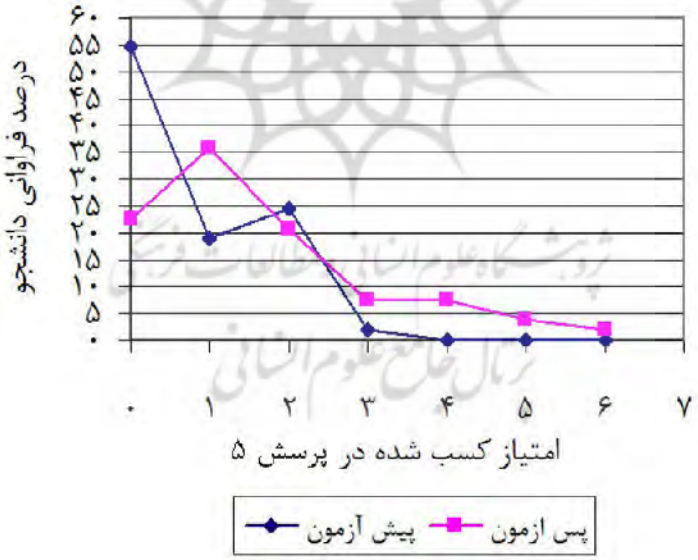
شکل ۷: امتیاز کسب‌شدهٔ دانشجویان در پرسش ۲ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون



شکل ۸: امتیاز کسب‌شدهٔ دانشجویان در پرسش ۳ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون



شکل ۹: امتیاز کسب‌شدهٔ دانشجویان در پرسش ۴ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون



شکل ۱۰: امتیاز کسب‌شدهٔ دانشجویان در پرسش ۵ در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار امتیاز کسب‌شده در پیش‌آزمون و پس‌آزمون

	میانگین امتیاز در پیش‌آزمون	انحراف معیار	میانگین امتیاز در پس آزمون	انحراف معیار	آزمون t
پرسش ۱	۵/۲۱	۲/۹۴	۷/۹۰	۲/۵۸	۴/۶۲
پرسش ۲	۵/۱۱	۱/۳۱	۵/۷۷	۱/۳۵	۲/۴۶
پرسش ۳	۳/۵۵	۱/۳۰	۴/۲۲	۱/۱۵	۳/۰۰
پرسش ۴	۱/۳۴	۱/۰۱	۳/۰۵	۱/۴۵	۷/۰۶
پرسش ۵	۰/۷۴	۰/۸۹	۱/۶۰	۱/۴۵	۴/۳۶
جمع امتیاز	۱۵/۹۴	۴/۳۵	۲۱/۵۶	۵/۸۵	----

با مقایسهٔ نتایج مربوط به پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۳ می‌توان دریافت که میانگین امتیاز کسب‌شده در تمام پرسشها و همچنین میانگین امتیاز کل در پس‌آزمون با اختلاف قابل‌ملاحظه‌ای بیشتر از مقادیر متناظر در پیش‌آزمون است. برای بررسی تفاوت معناداری بین میانگینها از آزمون t استفاده شده است که نتیجهٔ آن نیز در جدول ۳ مشاهده می‌شود. همانطور که ملاحظه می‌شود نتیجهٔ دو آزمون (پیش‌آزمون و پس‌آزمون) در تمام پرسشها با سطح اطمینان $\alpha = 0.01$ معنادار است. این نشان می‌دهد که هرچند درس نقشه‌کشی صنعتی روی موضوعات مربوط به آزمون به طور مستقیم با دانشجو کار نمی‌شود ولی ماهیت سرفصل درس به نحوی است که باعث افزایش قدرت تجسم دانشجویان می‌شود. از طرفی علی‌رغم اهمیت این درس و تأثیر آن بر روی قدرت تجسم دانشجویان که بر موفقیت آنها اثر مستقیم می‌گذارد، متأسفانه در بعضی از دانشگاههای کشور اهمیت کمی به این درس داده شده و حتی این درس برای بعضی از رشته‌های مهندسی به صورت اختیاری در نظر گرفته می‌شود.

مراجع

1. Strong, S., Smith, R.(2001), Spatial visualization: Fundamentals and trends in engineering graphics, *Journal of Industrial Technology*, Vol.18, No.1, pp.2-6.
2. Olkun, S. (2003), Making connections: improving spatial abilities with engineering drawing activities, *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*, pp. 1-10. http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/sinanolkun.pdf
3. Sutton, K., Williams, A. (2007), Research outcomes supporting learning in spatial ability, *Proceedings of the 18th Conference of the Australasian Association for Engineering Education,* Melbourne.
4. Sorby, S. A., Baartmans, B. J. (2000), The development and assessment of a course for enhancing the 3-D spatial visualization skills of first year engineering students, *Journal of Engineering Education*, Vol. 89, No.3, pp. 301-307.

5. Alias, M., Black, T.R., Gray, D. E. (2002), Effect of instructions on spatial visualization ability in civil engineering students, *International Educational Journal*, Vol.3, No.1,pp. 1-12.
6. Towle, E., Mann, J., Kinsey, B., O'Brien, E. J., Bauer, C. F., Champoux, R. (2005), Assessing the self efficacy and spatial ability of engineering students from multiple disciplines, *35th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference* , pp. s2c15-s2c20.
7. Hagenberger, M., Johnson, P., Will, J. (2006), Understanding the costs and benefits of using 3D visualization hardware in an undergraduate mechanics-statics course, *Proceedings Frontiers in Education 36th Annual Conference*, pp. 9-14.
8. Martin-Dorta, N., Saorin, JL., and Contero, M. (2008), Development of a fast remedial course to improve the spatial abilities of engineering students, *Journal of Engineering Education*, Vol. 97, No.4, pp. 505-513.
9. Sorby, S. A. (2009), Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students, *International Journal of Science Education*, Vol. 31, No. 3, pp. 459-480.
10. Sorby, S., Veurink, N. (2010), Are the visualization skills of first-year engineering students changing?, *Proceedings of the American Society for Engineering Education National Conference (ASEE)*, CD Index number 617. 10 pages.
11. Coleman, S. L., Gotch, A. J. (1998), Spatial perception skills of chemistry student, *Journal of Chemical Education*, Vol. 75, No. 2, PP. 206-209.
12. Rizzo, A., Buckwalter, J.G., Larson, P., Rooyen, A.V., Kratz, K., Neumann, U., Kesselman, C., Thiebaux, M. (1998), Preliminary findings on a virtual environment targeting human mental rotation/spatial abilities, *The Second European Conference on Disability, Virtual Reality and Associated Technologies*.
13. Barke, H. D., Engida, T. (2001), Structural chemistry and spatial ability in different cultures, Chemistry Education: Research and Practice in Europe, Vol. 2, No. 3, pp. 227-239.
14. Tory, M. (2003), Mental registration of 2D and 3D visualizations (*The American Journal of Surgery* Empirical Study), *Proceedings of the 14th IEEE Visualization Conference,* pp. 371-378.
15. Keehner, M., Tendick, F., Meng, M.V., Anwar, H. P., Hegarty, M., Stoller, M. L., Duh, Q. (2004), Spatial ability, experience, and skill in laparoscopic surgery, Vol. 188, Issue 1, pp. 71-75.
16. Black, A. (2005), Spatial ability and earth science conceptual understanding, *Journal of Geoscience Education*, Vol. 53, No 4, pp. 402-414.
17. Sorby (2005), Developing 3-D spatial visualization skills for non-engineering students, *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*.
18. Waller, D. (2005), The walkabot: using virtual environments to assess large-scale spatial abilities, *Computers in Human Behavior*, Vol. 21, Issue 2, pp. 243–253.
19. Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Hegarty, M. (2007), Spatial visualization in physics problem solving, *Cognitive Science*, Vol. 31, No. 4, pp. 549-579.
20. Hegarty, M., Keehner, M., Khooshabeh, P., Montello, D. R. (2009), How spatial abilities enhance, and are enhanced by, dental education, *Learning and Individual Differences*, Vol.19, No. 1, pp. 61–70.

21. Chuang, T. Y. , You, J. H., Duo, A. (2010), Digital game design principles for spatial ability enhancement, *IET International Conference on Frontier Computing Theory, Technologies and Applications*, pp. 122-127.
22. Hegarty, M., Crookes, R. D., Dara-Abrams, D., Shipley, T. F. (2010), Do all science disciplines rely on spatial abilities? Preliminary evidence from self-report questionnaires, *Proceedings of Spatial Cognition*, pp.85-94.
23. Yang, J.C., Chen, S.Y. (2010), Effects of gender differences and spatial abilities within a digital pentominoes game, *Computers & Education*, Vol. 55, Issue 3, pp. 1220–1233.
24. Miller, C. L., and Bertoline, G. R. (1991), Spatial visualization research and theories: The importance in the development of an engineering and technical design graphics curriculum model, *Engineering Design Graphics Journal*, Vol. 55, No. 3, pp. 5-14.
25. Pleck, M. H. (1991), Visual literacy-an important aspect of engineering design, In Proceedings, 1991 *ASEE Annual Conference, ASEE* (pp. 1732-4Pleck).
26. Hsi, S., Linn, M. C., & Bell, J. E. (1997), The role of spatial reasoning in engineering and the design of spatial instruction. *Journal of Engineering Education*, Vol. 86, No. 2, pp. 151-158.
27. Sorby, S. A., & Baartmans, B. J. (2000), The development and assessment of a course for enhancing the 3D spatial visualization skills of first year engineering students, *Journal of Engineering Education*, Vol. 89, No. 3, pp. 301-307.
۲۸. متقی پور، مهدی (۱۳۹۱)، مطالعه مقایسه‌ای درباره شیوه‌های تدریس درس نقشه کشی صنعتی ۱، *فصلنامه آموزش مهندسی ایران*، سال چهاردهم، شماره ۵۴، صص. ۱۳۷-۱۱۷.
29. Linn, M., and A. Petersen (1985), Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, pp. 1479–98.
30. McGee, M. G. (1979), Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences, *Psychological Bulletin*, 86, pp. 889–918.
31. Burnet, S.A., and D. M. Lane (1980), Effects of academic instruction on spatial visualization. *Intelligence*, 4, pp. 233–42.
32. Pellegrino, J., D. Alderton, and V. Shute (1984), Understanding spatial ability, *Educational Psychologist*, Vol. 19, No. 3, pp. 239–53.
33. Clements, D.H., and M.T. Battista (1992), Geometry and spatial reasoning. In handbook of research on mathematics teaching and learning, ed. D. Grouws, pp. 420–64. New York: Macmillan Publishing Company.
34. Olkun, S. (2003), Making connections: Improving spatial abilities with engineering drawing activities, *International Journal for Mathematics Teaching and Learning* April: 1–10.
35. Bodner, G. M., Guay, R. B. (1997), The Purdue visualization of rotations test, The Chemical Educator, Vol. 2, No. 4, pp. 1-18.
36. Gorska, R. A., Juscakova, Z. (2003), A pilot study of a new testing method for spatial abilities evaluation, *Journal for Geometry and Graphics*, Vol. 7, No. 2, pp. 237-246.
37. Tsutsumi, E., SchrÄocker, H.-P., Stachel, H., Weiss G. (2005), Evaluation of students' spatial abilities in Austria and Germany, *Journal for Geometry and Graphics*, Vol. 9, No. 1, pp. 107-117.

38. Yue, J., (2006), Spatial visualization by isometric drawing, *Proceedings of the IJME - Intertech Conference.*
39. Mathews, M., Challa, M., Chu, C., Jian, G., Seichter, H., Grasset, R. (2007), Evaluation of spatial abilities through tabletop AR, *International Conference on Computer-Human Interaction,* pp. 17-24.
40. Seabra, R. D., Santos, E. T. (2008), Evaluation of the spatial visualization ability of entering students in a Brazilian engineering course, *Journal for Geometry and Graphics*, Vol. 12, No. 1, pp. 99–108.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی