

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یک، شماره چهار، تیر ماه ۹۸

انتخاب مناسب‌ترین روش آموزش توسعه پایدار براساس الگوریتم ترکیبی دیمتل -

تحلیل شبکه و تاپسیس با رویکرد فازی (مطالعه موردی مدارس فنی و حرفه‌ای)

فاطمه قسامی^{۱*}

ghassamif@yahoo.com

سید محمد شبیری^۲

مریم لاریجانی^۳

شهریار فرهمند راد^۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۰۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۴/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: توسعه سه بخش صنعت، کشاورزی و خدمات، نیازمند تربیت نیروی انسانی کارآمد در زمینه‌های فنی و حرفه‌ای است و از طرفی کیفیت محیط‌زیست در نتیجه فعالیت انسان در این سه بخش تقلیل پیدا کرده و مقابله با تخریب محیط‌زیست تنها با اعمال سیاست‌های آموزش توسعه پایدار تحقق می‌یابد.

روش بررسی: تحقیق حاضر از نوع کاربردی و با هدف انتخاب مناسب‌ترین روش آموزش توسعه پایدار انجام گرفته است. به این منظور در ابتدا به وسیله مطالعات کتابخانه‌ای، معیارهای شایستگی توسعه پایدار دانش‌آموختگان فنی و حرفه‌ای شناسایی و براساس آن سه نوع پرسش‌نامه متفاوت تدوین شد سپس با توجه به میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری معیارها از یکدیگر در دنیای واقعی، تکنیک دیمتل برای شناسایی این روابط مورد استفاده قرار گرفت و نتایج آن در تشکیل ساختار شبکه در مدل تحلیل شبکه^۷ برای وزن دهی به معیارها، بکار

۱- دکتری آموزش محیط زیست، دانشگاه پیام نور، گروه علمی آموزش محیط زیست، تهران، ایران. * (مسئول مکاتبات)

۲- استاد دانشگاه پیام نور، گروه آموزش محیط زیست، تهران، ایران.

۳- استادیار، گروه علمی آموزش محیط زیست، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۴- استادیار، گروه علمی ریاضی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

5- Competency

6- Decision Making Trial and Evaluation(DEMATEL)

7- Analytic Network Process(ANP)

گرفته شد. در نهایت از اوزان بدست آمده برای رتبه بندی روش‌های آموزش توسعه‌پایدار براساس روش تاپسیس استفاده شد. به علت این که تکنیک‌های فوق قادر به رفع ابهام از ارزیابی‌های کلامی صورت گرفته توسط تصمیم‌گیرندگان نیستند در همه‌این روش‌ها اعداد فازی مثلثی بکار برده شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مهارت یادگیری خود راهبر و تسلط بر دانش محیط‌زیست مرتبط با یک رشته خاص فنی و حرفه‌ای مهم‌ترین زیرمعیار شایستگی توسعه پایدار و بحث گروهی مناسب‌ترین روش آموزش توسعه‌پایدار است.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نقش مهمی که معیارهای شایستگی توسعه پایدار در انتخاب درست روش آموزش توسعه‌پایدار و در نتیجه تقویت رفتار و نگرش محیط‌زیستی افراد دارند، لازم است در انتخاب آن‌ها به تمامی ابعاد دانش، مهارت، نگرش و رشد و بالندگی توجه شود.

واژه‌های کلیدی: آموزش توسعه‌پایدار، مدارس فنی و حرفه‌ای، دیمتل، تحلیل شبکه، تاپسیس.

Choosing the most appropriate method of teaching sustainable development using hybrid algorithm of DEMATEL-ANP and TOPSIS in fuzzy approach

(A case study of technical and vocational schools)

Fateme Ghassami ^{1*}

ghassamif@yahoo.com

Seyed Mohammad Shobeiri ²

Maryam Larijani ³

Shahriyar Farahmand Rad ⁴

Admission Date: November 23, 2016

Date Received: July 5, 2016

Abstract

Background and Objective: Development of industry, agriculture and services, requires training of efficient workforce in technical and vocational fields. Knowing that human activity in these three sectors decreases the environmental quality, dealing with environmental degradation can be achieved by implementing long-term sustainable development education policies.

Method: The present study is an applied research and aims to choose the best method for sustainable development education. For this purpose, first, the sustainable development competency criteria for technical and vocational graduates were identified by library studies and three different questionnaires were designed based on them. Then, DEMATEL Technique was used to identify the mutual interactions among the criteria. The obtained results were used for designing a network structure on the fuzzy ANP technique to assign weight to each criterion. Finally, the obtained weights were used to rank and select the best method for sustainable development education based on the TOPSIS technique. Since these techniques cannot resolve the ambiguity and uncertainty of verbal evaluations, the fuzzy triangular numbers were used in all the above-mentioned techniques.

Findings: The results obtained in this study indicate that self-learning skills and proficiency in the environmental knowledge related to a particular technical and vocational field is the most important sub-criteria of sustainable development competence. Furthermore, group discussions were found to be the most appropriate teaching method for sustainable development education.

Discussion and Conclusion: Due to the importance of sustainable development competence criteria in choosing the right method for sustainable development education, it is necessary to consider all aspects of knowledge, skills, attitude, development and growth, in order to strengthen the environmental attitude and behavior.

Keywords: Sustainable development education, Technical and vocational schools, DEMATEL, ANP, TOPSIS.

1- PhD Environmental Education, Payam Noor University, Tehran, Iran. * (Corresponding Author)

2- Professor, Department of Environmental Education, Payam Noor University, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Department of Environmental Education, Payam Noor University, Tehran, Iran.

4- Assistant Professor, Department of Mathematics, Payam Noor University, Tehran, Iran.

مقدمه

وقتی از توسعه پایدار صحبت می‌شود، منظور توسعه‌ای است که به بقای بشر و رفاه کامل و همه جانبه آن می‌نگرد و درصدد ایجاد تعامل بین حال و آینده، انسان و طبیعت و عدالت و رفاه بین و درون نسل‌هاست (۱). در این میان آموزش محیط‌زیست یکی از ابزارهای بسیار قوی برای کاهش و توقف رفتارهای غیرمسئولانه بشری به‌شمار می‌آید (۲). آموزش محیط زیست بنیادی‌ترین شیوه در حفاظت محیط زیست بوده که هدف از آن یافتن مناسب‌ترین نظام و شیوه ارائه مطالب، نحوه فعالیت‌ها و اجرای ساختاری است که زمینه ساز ارتقای آگاهی‌های زیست محیطی در سطح جامعه باشد تا هر فرد، خود را از طریق احترام گذاشتن به طبیعت، مسئول درحفظ و حمایت از محیط زیست بداند (۳). در توسعه پایدار انسان محور توسعه است و کلید آن آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای است (۴). با توجه به این که یکی از شاخص‌های موفقیت هر کشوری، توسعه آن در سه بخش صنعت، کشاورزی و خدمات محسوب می‌شود. توسعه این سه بخش نیازمند تربیت نیروی انسانی ماهر و کارآمد در زمینه‌های فنی و حرفه‌ای متناسب با بازار کار است (۵) و از طرفی کیفیت محیط‌زیست در نتیجه فعالیت‌های انسان تقلیل پیدا کرده و مقابله با تخریب محیط‌زیست و کاهش منابع طبیعی تنها با اعمال بلند مدت سیاست‌های محیط‌زیستی تحقق می‌یابد (۶). بنابراین در این پژوهش سعی بر این است در ابتدا به آرایه و اولویت‌بندی معیارهای شایستگی توسعه پایدار دانش‌آموختگان فنی و حرفه‌ای پرداخته شود، سپس مناسب‌ترین روش آموزش توسعه پایدار در رابطه با معیارهای شایستگی معرفی گردد. در راستای دستیابی به اهداف فوق در پژوهش حاضر از ترکیبی از تکنیک‌های دیمتل، تحلیل شبکه و تاپسیس با رویکرد فازی بهره گرفته شده است که ادامه در خصوص ترجیح هر یک از روش‌های فوق بر سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه توضیح داده شده است.

- روش تحلیل شبکه: ارتباطات پیچیده بین و میان عناصر تصمیم را از طریق جایگزینی ساختار سلسله‌مراتبی با ساختار شبکه در نظر می‌گیرد (۷)؛ دارای یک رویکرد سیستماتیک در

تعیین اولویت‌ها و سبک و سنگین کردن بین اهداف و معیارها است و درجه اهمیت و وزن معیارها نسبت به یکدیگر براساس قضاوت‌های افراد تعیین می‌شود نه به صورت اختیاری و یا قراردادی (۹ و ۸)؛ دارای رویکرد نسبتاً ساده و قابل درکی است که به راحتی توسط تصمیم‌گیرندگان مورد پذیرش قرار می‌گیرد (۱۰).

- دیمتل: روشنی و شفافیت آن در انعکاس ارتباطات متقابل میان مجموعه‌ی وسیعی از اجزا موجب می‌شود که متخصصان با تسلط بیش‌تری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند همچنین ساختاردهی به عوامل پیچیده در قالب گروه‌های علت و معلولی سبب شناخت بیش‌تر از جایگاه عوامل و نقش آن‌ها در جریان تاثیرگذاری متقابل می‌شود (۷).

- تاپسیس: دارای استدلالی معتبر است که به خوبی منطق انتخاب افراد را تشریح می‌کند؛ برای مناسب‌ترین و بدترین گزینه‌ها ارزش عددی محاسبه می‌کند؛ دارای فرآیند محاسباتی ساده‌ای است که به راحتی در صفحات گسترده قابل برنامه‌نویسی است (۱۱)؛ تضاد و تطابق میان معیارها را در نظر می‌گیرد (۷).

مزیت ترکیب تکنیک دیمتل و تحلیل شبکه جهت وزن‌دهی به معیارها و همچنین استفاده از روش تاپسیس جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها علاوه بر موارد مذکور در واقع کاهش حجم مقایسات زوجی روش تحلیل شبکه است ضمن این که استفاده از تکنیک دیمتل موجب شفافیت بیش‌تر در روابط میان معیارها می‌شود و با توجه به شبیه سازی مقایسه‌ای که توسط زاناکیس (۱) و همکارانش (۱۲) انجام شده است، در میان هشت روش گروه مدل‌های جبرانی ارزیابی چندشاخصه روش تاپسیس دارای کم‌ترین نقص در رتبه بندی روش گزینه‌ها می‌باشد همچنین با توجه به این که تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه قادر به رفع ابهاماتی که در قضاوت‌های انسانی وجود دارد، نمی‌باشند از

تاپسیس فازی یک مدل تصمیم‌گیری جهت انتخاب روش آموزش زبان انگلیسی ارائه کردند که طی آن روش سمعی-بصری به عنوان روش بهینه انتخاب شد (۲۰).

رایت (۲۰۱۴)، شایستگی‌های توسعه پایدار در زمینه مهندسی را در سه دسته دانش، مهارت و نگرش طبقه بندی کرده است که در مرکز آن شایستگی توسعه پایدار است (۲۱).

چینیان^۳ و همکاران (۲۰۰۹)، در پژوهش خود چارچوب شایستگی توسعه پایدار برای محل کار ارائه کردند. این چارچوب شامل دو عنصر اصلی ۱- توسعه پایدار (محیط‌زیست، اجتماع و اقتصاد) و ۲- توانمندسازی عملکرد انسان (دانش، مهارت و نگرش) است (۲۲).

روش بررسی

تحقیق حاضر از نوع کاربردی و روش بررسی آن توصیفی-تحلیلی است که با هدف تعیین موثرترین معیارهای شایستگی توسعه پایدار دانش‌آموختگان فنی و حرفه‌ای و معرفی مناسب‌ترین روش تدریس آموزش توسعه پایدار در مدارس فنی و حرفه‌ای دنبال می‌شود. جامعه آماری تحقیق، متخصصان در زمینه آموزش محیط‌زیست و فنی و حرفه‌ای هستند که ۱۵ نفر از آن‌ها به روش نمونه‌گیری درسترس انتخاب شدند (در تحقیقات از نوع بررسی روابط تجربی و الویت سنجی وجود ۱۵ نفر در حجم نمونه کافی است (۲۳).

گردآوری داده‌های تحقیق به دو روش کتابخانه‌ای و پرسش‌نامه انجام شد بدین ترتیب که ابتدا با مطالعات کتابخانه‌ای وسیع، معیارهای شایستگی توسعه پایدار شناسایی و با بحث و تبادل نظر با کارشناسان مورد جرح و تعدیل قرار گرفتند سپس با توجه به معیارهای شایستگی، سه نوع پرسش‌نامه تدوین شد که عبارتند از پرسش‌نامه تکنیک دیمتل برای شناسایی روابط درونی معیارها در مقیاس پنج ارزشی، پرسش‌نامه فرآیند تحلیل شبکه براساس مقیاسات زوجی و برای تعیین درجه اهمیت معیارهای شایستگی نسبت به هم در مقیاس نه ارزشی، پرسش‌نامه ارزیابی گزینه‌ها در مقیاس هفت ارزشی و به منظور

اعداد فازی مثلثی جهت کاهش ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت‌های انسانی استفاده می‌شود.

مبانی نظری

دی‌هان^۱ (۲۰۰۶)، شایستگی محیط‌زیستی دانش‌آموختگان فنی و حرفه‌ای را شکل‌گیری شایستگی به عنوان ظرفیت خاص برای اصلاح یا تغییر شکل آینده اجتماع و هدایت تغییرات اقتصادی، اجتماعی، تکنولوژیکی و اکولوژیکی در جهت توسعه پایدار تعریف می‌کند (۱۳) و به منظور تقویت شایستگی‌های توسعه پایدار در دانش‌آموزان فنی و حرفه‌ای باید از روش‌هایی استفاده کرد که بتواند به ارتقا شاخص‌های توسعه پایدار در دانش‌آموزان کمک کند در ادامه به معرفی شش تا از روش‌های اصلی تدریس، پرداخته می‌شود.

۱- سخنرانی: اساس این روش را ارائه مفاهیم، اصول و حقایق به طور شفاهی از طرف معلم و گوش کردن و یادداشت برداشتن از طرف شاگرد تشکیل می‌دهد (۱۴).

۲- بحث گروهی: یک روش تعاملی است و محور کار در آن مباحثه و مناظره است (۱۵).

۳- آموزش الکترونیکی: در یک تعریف وسیع شامل هرگونه استفاده از فناوری‌های وب و اینترنت به منظور خلق تجربیات یادگیری است (۱۶).

۴- نقشه مفهومی: یک روش خلاصه و اجمالی برای ساماندهی و مرتب کردن دانسته‌ها و اطلاعات فرد است (۱۷).

۵- حل مساله: مهارتی است که از آن برای تجزیه و تحلیل، راهبردی کردن و گشودن موقعیت‌های بغرنج و پاسخ‌گویی به سؤالات استفاده می‌شود (۱۸).

۶- یادگیری مبتنی بر عملکرد: این روش تسلط را موقعیت‌های عملی می‌سنجد (۱۹). در زمینه انتخاب روش آموزش توسعه پایدار و همچنین استفاده از تاپسیس، فرآیند تحلیل شبکه، دیمتل و منطق فازی به صورت توأمان تحقیقی در ایران و خارج از ایران انجام نشده است بنابراین به ذکر برخی از تحقیقات مشابه پرداخته می‌شود. حسن آبادی، بابایی و همی (۱۳۸۹) با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و

2- Wright
3- Chinien

1- De Haan

تحلیل سلسله مراتبی بستری را برای ساختارهای سلسله مراتبی با روابط یک سو به فراهم می‌کند، فرایند تحلیل شبکه نیز امکان روابط پیچیده‌ی داخلی بین سطوح مختلف تصمیم و معیارها را مهیا می‌کند. رویکرد بازخوردی فرایند تحلیل شبکه، ساختار شبکه را با ساختار سلسله مراتبی جایگزین کرده است (۲۶).

تکنیک تاپسیس: این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد. در این روش، m گزینه بوسیله n شاخص ارزیابی می‌شود. بنیان این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی، باید کم‌ترین فاصله را با راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و بیش‌ترین فاصله را با راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد (۷). منطق فازی: نظریه مجموعه‌های فازی توسط پروفیسور لطفی عسکرزاده و در قالب جدید ریاضی برای صورت بندی، تجزیه و تحلیل مفاهیم و ویژگی‌های مبهم و غیر قطعی معرفی شد. مهم‌ترین قابلیت مجموعه فازی، توانایی آن در نشان دادن داده‌های مبهم و نامشخص است (۲۷). در تمامی روش‌های مورد استفاده در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی (جدول ۱) و به منظور دیفازی کردن از الگوی CFCS که توسط آپریکویچ و تزنگ معرفی شده است (۲۸)، استفاده می‌شود.

ورودی روش تاپسیس. پس از توزیع و گردآوری پرسش‌نامه‌ها با استفاده از روش ترکیبی دیمتل فازی- تحلیل شبکه فازی به وزن دهی معیارهای شایستگی توسعه پایدار در محیط نرم افزار اکسل و سوپردسیژن پرداخته شد سپس با توجه وزن معیارها، رتبه بندی روش‌های تدریس آموزش توسعه پایدار به روش تاپسیس در محیط نرم‌افزار اکسل انجام شد (با توجه به زیاد بودن معیارها و زیر معیارها، با استفاده از تکنیک تاپسیس و دیمتل می‌توان حجم مقایسات زوجی روش تحلیل شبکه را کاهش داد تا خبرگان تحقیق با دقت و حوصله بیشتری به پرسش‌نامه‌ها پاسخ دهند).

تکنیک دیمتل: این تکنیک مبتنی بر گراف‌هایی است که می‌توانند مؤلفه‌های دخیل را به دو گروه علت و معلول تفکیک نمایند. این گراف‌ها وابستگی میان عناصر یک سیستم را به تصویر می‌کشند، به طوری که اعداد روی هر گراف، بیانگر شدت تاثیر یک عنصر بر عنصر دیگر است. از این رو روش دیمتل می‌تواند رابطه میان علت و معلول‌ها را به یک مدل ساختاری قابل درک از سیستم تبدیل نماید (۲۴). فرآیند تحلیل شبکه: ساعتی برای حل مسایل با معیارهای وابسته به هم مدل تحلیل شبکه را پیشنهاد کرده است (۲۵). همان طور که فرایند

جدول ۱- طیف فازی معادل عبارت کلامی در تاپسیس، دیمتل و فرآیند تحلیل شبکه (۷)

Table 1- Fuzzy range of verbal expression topos, dematel and network analysis Process techniques (7)

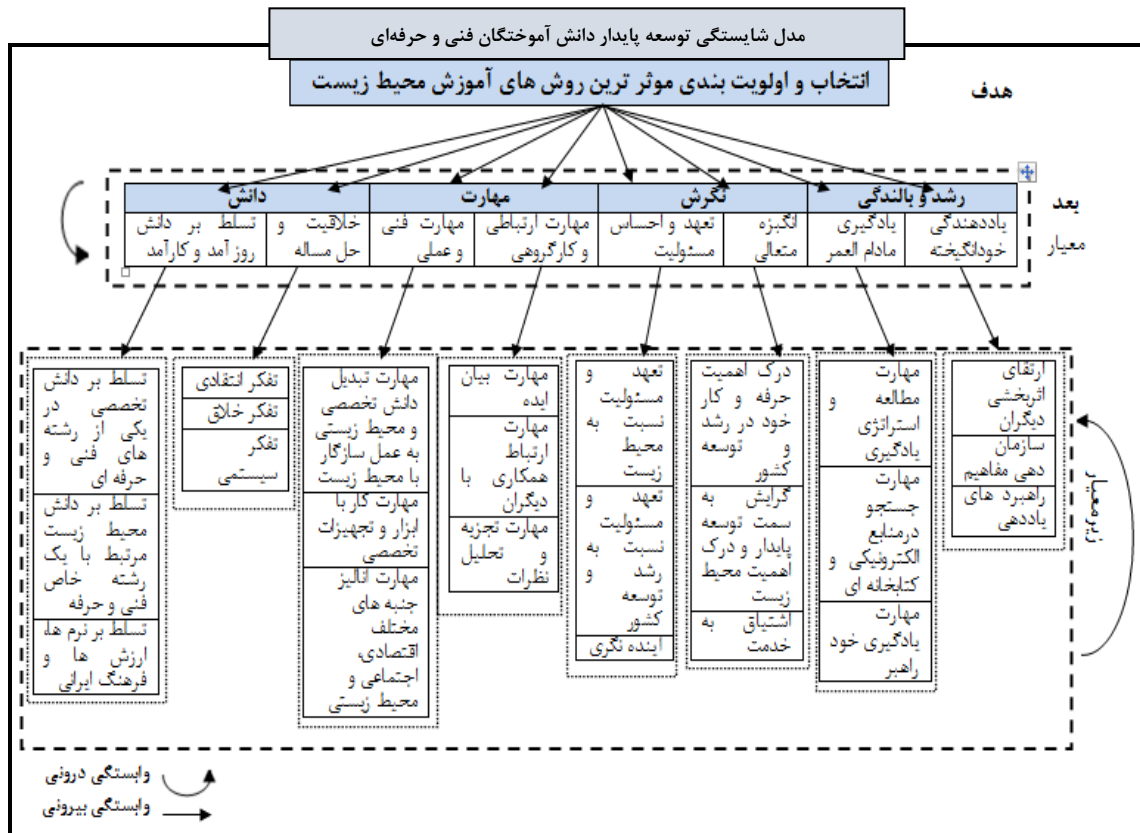
تاپسیس	خیلی ضعیف	ضعیف	ضعیف تا متوسط	متوسط	تقریباً خوب	خیلی ضعیف
	(۰، ۰، ۱)	(۰، ۱، ۳)	(۱، ۳، ۵)	(۳، ۵، ۷)	(۵، ۷، ۹)	(۰، ۰، ۱)
دیمتل	بدون تاثیر	تاثیر کم	تاثیر متوسط	تاثیر زیاد	تاثیر خیلی زیاد	بدون تاثیر
	(۰، ۰، ۰/۲۵)	(۰، ۰/۲۵، ۰/۵)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۰/۷۵، ۱، ۱)	(۰، ۰، ۰/۲۵)
فرآیند تحلیل شبکه	معادل فازی	معادل فازی	معادل فازی معکوس	متغییر زبانی	معادل فازی	معادل فازی معکوس
	مساوی	(۱، ۱، ۱)	(۱، ۱، ۱)	بینابین	(۵، ۶، ۷)	(۰/۱۴۲، ۰/۱۶۶، ۰/۲)
	بینابین	(۱، ۲، ۳)	(۰/۳۳۳، ۰/۵، ۱)	خیلی زیاد مرجح	(۶، ۷، ۸)	(۰/۰، ۱۴۲/۱۲۵، ۰/۱۶۶)
	کمی مرجح	(۲، ۳، ۴)	(۰/۲۵، ۰/۳۳۳، ۰/۵)	بینابین	(۷، ۸، ۹)	(۰/۰، ۱۴۲/۰، ۱۲۵/۱۱۱)
	بینابین	(۳، ۴، ۵)	(۰/۲، ۰/۲۵، ۰/۳۳۳)	کاملاً مرجح	(۹، ۹، ۹)	(۰/۰، ۱۱۱/۰، ۱۱۱/۱۱۱)
خیلی مرجح	(۴، ۵، ۶)	(۰/۰، ۰/۱۶۶، ۰/۲۵)				

فرایند اجرای تحقیق به منظور رتبه بندی روش‌های تدریس آموزش توسعه پایدار در پنج گام انجام می‌گیرد:

گام اول- ساختاردهی به مساله و تشکیل مدل: با مطالعات کتابخانه‌ای وسیع در مدل‌ها و معیارهای ارائه شده در خصوص شایستگی‌های توسعه پایدار و محیط‌زیستی عمومی و کلی، شایستگی توسعه پایدار دانش‌آموختگان فنی و حرفه‌ای و مهندسی (به دلیل نزدیکی حوزه مهندسی به فنی و حرفه‌ای)، معیارهای شایستگی توسعه پایدار دانش‌آموختگان فنی و حرفه‌ای شناسایی و پس از طی فرایند رفت و برگشتی میان خبرگان مورد ارزیابی و تعدیل قرار گرفتند و در نهایت معیارهای شایستگی در قالب یک مدل (شکل ۱) ارائه شدند که روایی مدل (روایی محتوی) مورد تایید خبرگان تحقیق قرار گرفت.

روایی و پایایی پرسش‌نامه‌ها نیز بدین شرح بدست آمد: آلفای کرونباخ پرسش‌نامه‌های تکنیک دیمتل با توجه به استفاده از دو دسته پرسش‌نامه‌های معیارهای اصلی و زیرمعیارها به ترتیب ۰/۹۲۵، ۰/۹۹۵ بدست آمد و در پرسش‌نامه ارزیابی گزینه‌ها آلفای کرونباخ ۰/۹۶ بدست آمد. به منظور تعیین پایایی پرسش‌نامه‌های فرآیند تحلیل شبکه، نرخ ناسازگاری به روش گاوس و بوچر برای همه‌ی ماتریس‌های مقایسه‌زوجی فازی هر ۱۵ خبره و ماتریس تجمیع نظرهای خبرگان محاسبه گردید و ماتریس‌هایی که طبق قاعده ناسازگار شناخته شدند، برای تجدید نظر به پاسخ‌دهندگان برگشت داده شد. در نهایت در همه ماتریس‌های مقایسات زوجی فازی نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱ بدست آمد که گویای هماهنگی و پایایی داده‌هاست. روایی کیفی پرسش‌نامه‌ها نیز توسط متخصصان و صاحب‌نظران تایید شد.

یافته‌ها



شکل ۱- مدل شایستگی توسعه پایدار دانش‌آموختگان فنی و حرفه‌ای

Figure 1- sustainable development competency model for technical and vocational Graduates

ماتریس وابستگی دورنی زیرمعیارها (W_{33}): این ماتریس از نرمال کردن ستون‌های ماتریس روابط کل (تقسیم هر عدد بر مجموع ستون) بدست می‌آید (جدول ۳ و ۲).

گام دوم- اجرای تکنیک دیمتل: خروجی‌های بدست آمده از تکنیک دیمتل که براساس ماتریس روابط کلی است به شرح ذیل است

۱- ماتریس وابستگی دورنی معیارهای اصلی (W_{22}) و

جدول ۲- ماتریس وابستگی دورنی معیارهای اصلی (W_{22})

Table2-Main criteria interdependence matrix (W_{22})

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8
تسلط بر دانش روز آمد (C1)	۰/۱۳۴	۰/۱۳۶	۰/۱۴۱	۰/۱۳۵	۰/۱۲۵	۰/۱۴۳	۰/۱۵۵	۰/۱۰۱
خلاقیت و حل مساله (C2)	۰/۰۶۳	۰/۰۶۱	۰/۰۵۹	۰/۰۵۸	۰/۰۶۴	۰/۰۸۵	۰/۰۵۱	۰/۰۶۴
مهارت فنی و عملی (C3)	۰/۰۸۶	۰/۰۸۱	۰/۰۷۷	۰/۰۸۳	۰/۰۸۵	۰/۰۶۲	۰/۱۰۱	۰/۰۷۸
مهارت ارتباطی کارگروهی (C4)	۰/۱۲۸	۰/۱۱۵	۰/۱۰۹	۰/۱۱۱	۰/۰۸۷	۰/۱۱۰	۰/۱۰۷	۰/۱۱۹
تعهد احساس مسوولیت (C5)	۰/۱۵۸	۰/۱۶۵	۰/۱۷۲	۰/۱۱۸	۰/۱۵۶	۰/۱۴۵	۰/۱۳۶	۰/۱۵۳
انگیزه متعالی (C6)	۰/۱۷۲	۰/۱۸۰	۰/۱۳۰	۰/۱۹۲	۰/۱۶۳	۰/۱۵۶	۰/۱۵۱	۰/۱۷۳
یادگیری مادام العمر (C7)	۰/۱۶۰	۰/۱۲۷	۰/۱۸۳	۰/۱۷۵	۰/۱۶۸	۰/۱۷۱	۰/۱۷۳	۰/۱۸۲
یاددهندگی خودانگیخته (C8)	۰/۰۹۸	۰/۱۳۶	۰/۱۳۰	۰/۱۲۸	۰/۱۵۳	۰/۱۲۷	۰/۱۲۶	۰/۱۳۱

جدول ۳- ماتریس وابستگی دورنی زیرمعیارها (W₃₃)
Table3- Sub-criteria interdependence matrix (W₃₃)

	c11	c12	c13	c21	c22	c23	c31	c32	c33	c41	c42	c43	c51	c52	c53	c61	c62	c63	c71	c72	c73	c81	c82	c83
c11	1	0.28	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c12	0.28	1	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c13	0.27	0.25	1	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c21	0.24	0.23	0.24	1	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c22	0.22	0.21	0.22	0.25	1	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c23	0.20	0.19	0.20	0.23	0.24	1	0.22	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c31	0.18	0.17	0.18	0.21	0.22	0.23	1	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c32	0.16	0.15	0.16	0.19	0.20	0.21	0.21	1	0.20	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c33	0.14	0.13	0.14	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20	1	0.19	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
c41	0.12	0.11	0.12	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.19	1	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
c42	0.10	0.09	0.10	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.18	1	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
c43	0.08	0.07	0.08	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.17	1	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
c51	0.06	0.05	0.06	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.16	1	0.15	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
c52	0.04	0.03	0.04	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.15	1	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00	0.00
c53	0.02	0.01	0.02	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	1	0.13	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00
c61	0.01	0.00	0.01	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	1	0.12	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01	0.00
c62	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12	1	0.11	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01	0.00
c63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	1	0.10	0.08	0.06	0.04	0.02	0.01
c71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.10	0.10	1	0.09	0.07	0.05	0.03	0.01
c72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09	1	0.08	0.06	0.04	0.02
c73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	1	0.07	0.05	0.03
c81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	1	0.06	0.04
c82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	1	0.05
c83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	1

توضیحات نماد های c11,c12,...c83 در جدول ۵ آمده است.

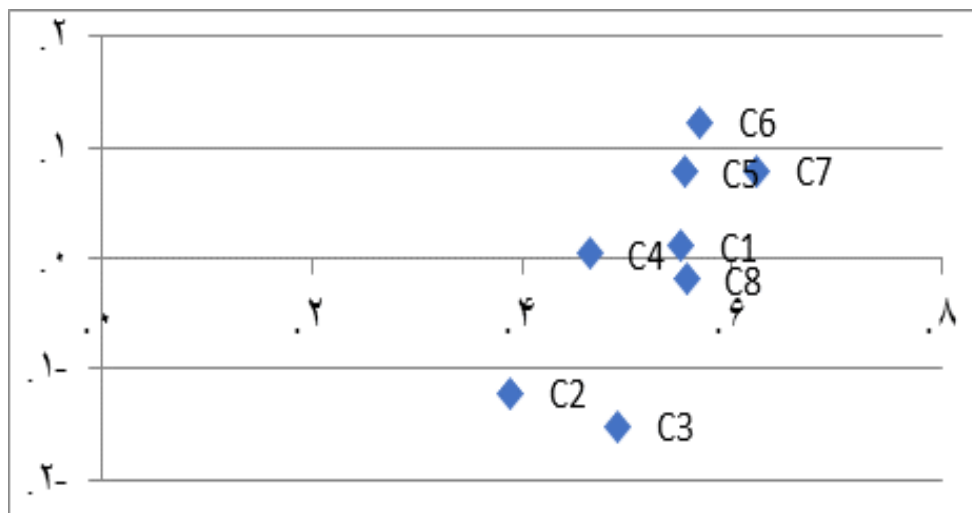
عامل را نشان می‌دهد. اگر D-R مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود (۷). نمودار علی و معلولی معیارهای اصلی: با توجه به نمودار ۱ و جدول ۴ انگیزه متعالی (C6) بیش‌ترین قدرت اثرگذاری (متغیر علی) و مهارت فنی و عملی (C3) کم‌ترین قدرت اثرگذاری (متغیر معلول) را دارند. همچنین یادگیری مادام‌العمر (C7) بیش‌ترین تعامل و خلاقیت و حل مساله (C2) کم‌ترین تعامل را با سایر عوامل سیستم دارند.

۲- ترسیم نمودار علی و معلولی: خروجی دوم تکنیک دیمتل ترسیم نمودار علت و معلولی براساس ماتریس ارتباط کلی است. مجموع عناصر سطرها (D) و جمع عناصر ستون‌های (R) ماتریس روابط کلی (T) به ترتیب نشانگر میزان تاثیرگذاری و تاثیرپذیری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است. بردار افقی (D+R) میزان تعامل یک عامل را با سایر عوامل سیستم نشان می‌دهد. بردار عمودی (D-R) قدرت تاثیرگذاری هر

جدول ۴- مختصات نمودار علت و معلولی معیارهای اصلی

Table4- Cause and effect diagram coordinates of main criteria

D	R	D+R	D-R	
۲/۸۱۱	۲/۷۰۶	۵/۵۱۶	۰/۱۰۵	تسلط بر دانش روز آمد (C1)
۱/۳۴۱	۲/۵۵۸	۳/۸۹۹	-۱/۲۱۷	خلاقیت و حل مساله (C2)
۱/۷۰۳	۳/۲۱۵	۴/۹۱۹	-۱/۵۱۷	مهارت فنی و عملی (C3)
۲/۳۴۰	۲/۳۰۳	۴/۶۴۲	۰/۰۳۷	مهارت ارتباطی کارگروهی (C4)
۳/۱۶۰	۲/۳۸۳	۵/۵۴۳	۰/۷۷۶	تعهد احساس مسوولیت (C5)
۳/۴۶۱	۲/۲۳۷	۵/۶۹۹	۱/۲۲۴	انگیزه متعالی (C6)
۳/۵۰۴	۲/۷۲۳	۶/۲۲۷	۰/۷۸۲	یادگیری مادام‌العمر (C7)
۲/۶۸۴	۲/۸۷۹	۵/۵۶۳	-۰/۱۹۵	یاددهندگی خودانگیخته (C8)



نمودار ۱- علت و معلولی معیارهای اصلی

Chart1-Cause and effect diagram of main criteria

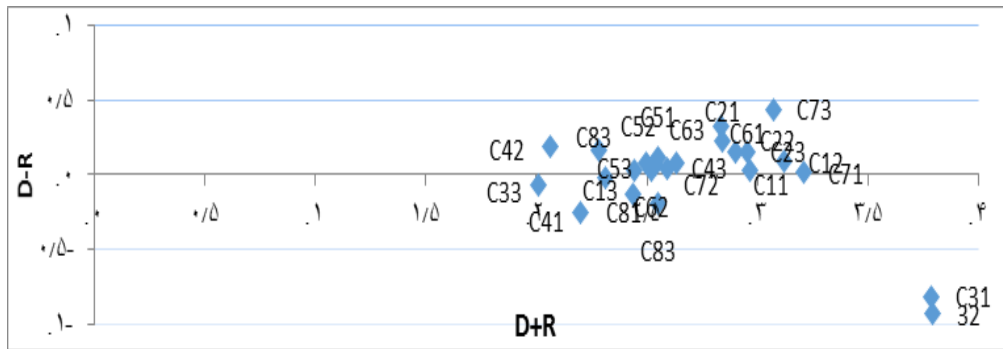
هستند. همچنین مهارت آنالیز جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی (C32) بیش‌ترین تعامل (بیش‌ترین D+R) و مهارت کار با ابزار و تجهیزات تخصصی (C33) کم‌ترین تعامل (کم‌ترین D+R) را با سایر عوامل سیستم دارند.

نمودار علت و معلولی زیرمعیارها: با توجه به نمودار ۲ و جدول ۵ مهارت یادگیری خود راهبر (C73) بیش‌ترین قدرت اثرگذاری را با سایر عوامل سیستم دارند و یک متغیر علی محسوب می‌شوند (بیش‌ترین D-R) و مهارت آنالیز جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی (C32) کم‌ترین قدرت اثرگذاری (کم‌ترین D-R) دارند و یک متغیر معلول

جدول ۵- مختصات زیرمعیارها در نمودار علت و معلولی

Table5- Cause and effect diagram sub-criteria

زیرمعیارها	D	R	D+R	D-R	زیرمعیارها	D	R	D+R	D-R
تسلط بر دانش تخصصی در یکی از رشته‌های فنی و حرفه‌ای (C11)	۱/۵۰۱	۱/۴۶۸	۲/۹۶۹	۰/۰۳۳	تعهد و مسوولیت نسبت به محیط‌زیست (C51)	۱/۳۳۷	۱/۲۱۶	۲/۵۵۳	۰/۱۲۱
تسلط بر دانش محیط‌زیست مرتبط با رشته خاص فنی و حرفه‌ای (C12)	۱/۶۰۴	۱/۵۱۸	۳/۱۲۲	۰/۰۸۶	تعهد و مسوولیت نسبت به رشد و توسعه کشور (C52)	۱/۲۸۵	۱/۲۱۰	۲/۴۹۵	۰/۰۷۵
تسلط بر نرم‌ها، ارزش‌ها و فرهنگ ایرانی (C13)	۱/۱۴۹	۱/۱۶۶	۲/۳۱۵	-۰/۰۱۷	آینده‌نگری (C53)	۱/۲۳۸	۱/۲۰۶	۲/۴۴۴	۰/۰۳۲
تفکر انتقادی (C21)	۱/۵۷۹	۱/۲۵۹	۲/۸۳۸	۰/۳۲۰	گرایش به سمت توسعه پایدار درک اهمیت محیط‌زیست (C61)	۱/۵۳۲	۱/۳۱۲	۲/۸۴۴	۰/۲۲۰
تفکر خلاق (C22)	۱/۵۳۰	۱/۳۷۴	۲/۹۰۴	۰/۱۵۶	درک اهمیت حرفه و کار خود در رشد و توسعه کشور (C62)	۱/۲۷۹	۱/۲۴۳	۲/۵۲۲	۰/۰۳۶
تفکر سیستمی (C23)	۱/۵۵۲	۱/۴۰۰	۲/۹۵۲	۰/۱۵۲	اشتیاق به خدمت (C63)	۱/۳۵۹	۱/۲۷۷	۲/۶۳۶	۰/۰۸۲
مهارت تبدیل دانش تخصصی و محیط‌زیستی به عمل سازگار با محیط‌زیست (C31)	۱/۴۸۷	۲/۳۰۰	۳/۷۸۷	-۰/۸۱۳	مهارت‌های مطالعه و استراتژی‌های یادگیری (C71)	۱/۶۱۳	۱/۶۰۰	۳/۲۱۳	۰/۰۱۳
مهارت آنالیز جنبه‌ها مختلف اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیست (C32)	۱/۴۳۵	۲/۳۶۰	۳/۷۹۵	-۰/۹۲۵	مهارت جستجو در منابع الکترونیکی و کتابخانه (C72)	۱/۳۰۰	۱/۲۳۸	۲/۵۳۸	۰/۰۶۲
مهارت کار با ابزار و تجهیزات تخصصی (C33)	۰/۹۶۹	۱/۰۳۹	۲/۰۰۸	-۰/۰۰۷	مهارت یادگیری خود راهبر (C73)	۱/۷۵۵	۱/۳۱۶	۳/۰۷۱	۰/۴۳۹
مهارت بیان ایده‌ها (C41)	۰/۹۷۳	۱/۲۲۷	۲/۲۰۰	-۰/۲۵۴	ارتقای اثربخشی دیگران (C81)	۱/۱۵۴	۱/۲۸۱	۲/۴۳۵	-۰/۱۲۷
مهارت ارتباط موثر و همکاری با دیگران (C42)	۱/۱۲۵	۰/۹۳۷	۲/۰۶۲	۰/۱۸۸	سازمان دهی مفاهیم (C82)	۱/۱۷۹	۱/۳۷۳	۲/۵۵۲	-۰/۱۹۴
مهارت تجزیه و تحلیل نظرات (C43)	۱/۳۲۱	۱/۲۷۳	۲/۵۹۴	۰/۰۴۸	راهبردهای یاددهی (C83)	۱/۲۲۷	۱/۰۵۷	۲/۲۸۴	۰/۱۷۰



نمودار ۲- نمودار علت و معلولی زیرمعیارها

Chart 2- Cause and effect diagram of sub- criteria

۳- تهیه نقشه روابط شبکه: خروجی سوم تکنیک دیمتل معیار اصلی ۰/۳۲۸ و معیارهای فرعی ۰/۰۵۷ بدست آمد و نقشه روابط شبکه است مقدار آستانه ماتریس ارتباط کامل مقدار کوچک تر نادیده گرفته شد

جدول ۶ - روابط معنادار معیارهای اصلی

Table 6- Relationship between main criteria

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1		*	*				*	*
C2								
C3								
C4			*					*
C5	*	*	*	*		*	*	*
C6	*	*	*	*	*		*	*
C7	*	*	*	*	*	*	*	*
C8	*		*	*			*	

جدول ۷ - روابط معنادار زیرمعیارها

Table 7- Relationship between sub- criteria

	C11	C12	C13	C21	C22	C23	C31	C32	C33	C41	C42	C43	C51	C52	C53	C61	C62	C63	C71	C72	C73	C81	C82	C83	
C11				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C12	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C13							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C21	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C22	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C23	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C31	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C32	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C33							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C41							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C42							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C43	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C51		*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C52	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C53							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C61	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C62	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C63	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C71	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C72	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C73	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C81	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C82	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C83	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

مسئولیت (C5)، انگیزه متعالی (C6)، یادگیری مادام‌العمر (C7) و یاددهندگی خود‌انگیزه (C8) اثر معنادار می‌پذیرد.
گام سوم: تکنیک فرآیند تحلیل شبکه: در نتیجه اجرای این تکنیک، ماتریس وابستگی بیرونی معیارها به شرح جدول ۸ بدست می‌آید.

با توجه به جدول ۶ و ۷ می‌توان روابط معنادار میان معیارها را دریافت برای مثال در جدول ۶ معیار تسلط بر دانش (C1) بر معیارهای خلاقیت و حل مساله (C2)، مهارت فنی و عملی (C3)، یادگیری مادام‌العمر (C7) و یاددهندگی خود‌انگیزه (C8) اثر معنادار می‌گذارد و از معیارهای تعهد و

جدول ۸- ماتریس وابستگی بیرونی معیارهای اصلی (W₂₁) و وابستگی بیرونی زیرمعیارها (W₃₂)

Table 8- Main criteria external dependence matrix, (W₂₁), Sub-criteria external dependence matrix (W₃₂)

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8								
w21	۰/۱۹۳	۰/۱۴۱	۰/۱۴۵	۰/۰۵۴	۰/۱۹۹	۰/۲۰۰	۰/۰۳۹	۰/۲۹								
w32	c11	۰/۶۵۶	c21	۰/۱۶۵	c31	۰/۶۰۳	c41	۰/۴۳۹	c51	۰/۶۲۵	c61	۰/۷۰۳	c71	۰/۱۴۹	c81	۰/۲۴۵
	c12	۰/۲۸۵	c22	۰/۳۹۱	c32	۰/۲۸۷	c42	۰/۲۸۶	c52	۰/۲۴۲	c62	۰/۰۸۹	c72	۰/۲۱۱	c82	۰/۳۳۱
	c13	۰/۰۵۹	c23	۰/۴۴۴	c33	۰/۱۱۱	c43	۰/۲۷۵	c53	۰/۱۳۳	c63	۰/۲۰۸	c73	۰/۶۴۰	c83	۰/۴۲۴

ضرب می‌شود تا در یک بازه قابل قبول ماتریسی همگرا ایجاد گردد به این ماتریس، سوپر ماتریس حدی می‌گویند و در نهایت وزن‌های بدست آمده از سوپر ماتریس حد، نرمال می‌گردد و وزن نهایی معیارها به شرح جدول ۹ ارائه می‌گردد.

گام چهارم- ادغام نتایج تکنیک دیمتل در فرآیند تحلیل شبکه: با جایگزین کردن ماتریس‌های بدست آمده از تکنیک دیمتل (W₂₂، W₃₃) و فرآیند تحلیل شبکه (W₂₁) و (W₃₂) در سوپر ماتریس اولیه و نرمال کردن ستون‌های آن، ماتریس موزون بدست می‌آید و این ماتریس مرتباً در خود

جدول ۹- وزن و اولویت زیرمعیارها براساس روش ترکیبی دیمتل فازی-تحلیل شبکه فازی

Table 9- Subcriteria weight and priority based on hybrid approach fuzzy Dematel-fuzzy Anp

رتبه	وزن	زیرمعیارها	رتبه	وزن	زیر معیارها
۱۱	۰/۰۴۳۸	تعهد و مسوولیت نسبت به محیط‌زیست (c51)	۹	۰/۰۴۵۷	تسلط بر دانش تخصصی در یکی از رشته‌های فنی و حرفه‌ای (c11)
۱۲	۰/۰۴۳۷	تعهد و مسوولیت نسبت به کشور (c52)	۲	۰/۰۴۸۷	تسلط بر دانش محیط‌زیست مرتبط با یک رشته خاص فنی و حرفه‌ای (c12)
۱۷	۰/۰۳۸۰	آینده نگری (c53)	۲۰	۰/۰۳۵۳	تسلط بر نرم‌ها، ارزش‌ها و فرهنگ‌ای رانی (c13)
۵	۰/۰۴۷۴	گرایش به سمت توسعه پایدار و درک اهمیت محیط‌زیست (c61)	۴	۰/۰۴۷۹	تفکر انتقادی (c21)
۱۶	۰/۰۳۸۶	درک اهمیت حرفه و کار خود در رشد و توسعه کشور (c62)	۸	۰/۰۴۶۴	تفکر خلاق (c22)
۱۳	۰/۰۴۱۷	اشتیاق به خدمت (c63)	۷	۰/۰۴۷۳	تفکر سیستمی (c23)
۳	۰/۰۴۸۲	مهارت‌های مطالعه و استراتژی‌های یادگیری (c71)	۶	۰/۰۴۷۳	مهارت تبدیل دانش تخصصی و محیط‌زیستی به عمل سازگار با محیط‌زیست (c31)
۱۴	۰/۰۴۱۶	مهارت جستجو در منابع الکترونیکی و کتابخانه‌ای (c72)	۱۰	۰/۰۴۴۴	مهارت آنالیز جنبه‌های اقتصادی اجتماعی محیط‌زیست (c32)
۱	۰/۰۵۳۳	مهارت یادگیری خود راهبر (c73)	۱۹	۰/۰۳۵۳	مهارت کار با ابزار و تجهیزات تخصصی (c33)
۲۴	۰/۰۲۹۹	ارتقای اثربخشی دیگران (c81)	۲۲	۰/۰۳۲۳	مهارت بیان‌ای ده‌ها (c41)
۲۳	۰/۰۳۲۰	سازمان دهی مفاهیم (c82)	۱۸	۰/۰۳۶۵	مهارت ارتباط موثر و همکاری با دیگران (c42)
۲۱	۰/۰۳۴۶	راهبردهای یاددهی (c83)	۱۵	۰/۰۳۹۴	مهارت تجزیه و تحلیل نظرات (c43)

گام پنجم- رتبه بندی با روش تاپسیس فازی دیمتل فازی - تحلیل شبکه فازی: با توجه به این که در روش تاپسیس، گزینه‌ای که بیشترین نزدیکی نسبی را به راه حل ایده‌آل (C_{Li}) داشته باشد مناسب‌ترین است. بنابراین براساس خروجی تاپسیس فازی که در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود، بحث گروهی مناسب‌ترین روش تدریس و سخنرانی نامناسب‌ترین روش تدریس است.

در واقع به علت این که در روش ترکیبی دیمتل- تحلیل شبکه علاوه بر وابستگی بیرونی معیارها و زیر معیارها، وابستگی درونی آن‌ها (اثربخشی و اثرگذاری معیار و زیرمعیارها) را نیز در نظر می‌گیرد، معیارهایی چون مهارت یادگیری خود راهبر و تسلط بر دانش محیط‌زیست و معیارهایی از این دست به علت اثرگذاری زیادی که روی دیگر معیارها دارند وزن زیادی می‌گیرند و معیاری چون ارتقای اثربخشی دیگران، سازمان دهی مفاهیم به علت اثربخشی کمی که روی معیارهای دیگر دارند وزن کمتری می‌گیرند.

جدول ۱۰-رتبه‌بندی روش‌های تدریس به روش تاپسیس فازی

Table 10-Ranking teaching methods by Fuzzy Topsis method

دیمتل فازی - تحلیل شبکه‌ای فازی				وزن دهی
رتبه	C _{Li}	d-	d+	تاپسیس فازی
				روش‌های تدریس
۶	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۴۵	سخنرانی
۱	۰/۷۹	۰/۳۷	۰/۱۰	بحث گروهی
۴	۰/۶۶	۰/۳۱	۰/۱۶	نقشه مفهومی
۵	۰/۳۱	۰/۱۴	۰/۳۲	یادگیری الکترونیکی
۲	۰/۷۴	۰/۳۵	۰/۱۲	یادگیری مبتنی بر عملکرد
۳	۰/۷۲	۰/۳۴	۰/۱۳	یادگیری مبتنی بر حل مساله

بحث و نتیجه گیری

بعد دانش، مهارت و نگرش دارند که در این مدل با توجه به اهمیت یادگیری و یاددهنگی مادام العمر بعد دیگری تحت عنوان رشد و بالندگی به این ابعاد اضافه شده است. در واقع این مدل مشتمل بر شایستگی‌های یک فرد هم به عنوان یک دانش آموخته فنی و حرفه‌ای، هم به عنوان یک انسان ارزشمند و هم به عنوان شهروند محیط‌زیستی است. در حالی که سایر پژوهش‌های انجام شده این جامعیت را ندارند، به عنوان مثال معیارهای شایستگی توسعه پایدار در محیط کاری در پژوهش دنتونی (۲۰۱۲) عبارتند از شایستگی تفکر سیستمی، شایستگی تفکر آینده نگر، شایستگی هنجاری، شایستگی بین فردی، مدیریت استراتژیکی و شایستگی عملی، شایستگی بین رشته‌ای و تنوع (۳۰) و در پژوهش جاکوبس (۲۰۱۵) عبارتند از

با توجه به این که بخش قابل توجهی از فعالان عرصه صنعت و کشاورزی و خدمات دانش آموختگان فنی و حرفه‌ای هستند و با توجه سهم زیاد صنعت و کشاورزی در آلودگی محیط‌زیست، انتخاب درست شیوه انتقال آموزه‌های توسعه پایدار به دانش آموزان فنی و حرفه‌ای با در نظر گرفتن شایستگی‌های توسعه پایدار می‌تواند در تقویت رفتار و نگرش محیط‌زیستی فارغ التحصیلان این بخش و در نتیجه حفاظت محیط‌زیست اثربخش باشد. از این رو در این پژوهش به انتخاب مناسب‌ترین شیوه آموزش توسعه پایدار در مدارس فنی و حرفه‌ای پرداخته شده است و نتایج این پژوهش از سه جنبه قابل بررسی است.

- در مدل ارائه شده (شکل ۱) معیارهای شایستگی در قالب چهار بعد کلان دانش، مهارت، نگرش و رشد و بالندگی (همانند پژوهش فیض و بهادری نژاد، ۱۳۸۹) ۸ معیار اصلی و ۲۴ معیار فرعی بیان شده اند. به طوری کلی رویکرد های شایستگی سه

در نهایت به منظور رتبه بندی روش‌های تدریس آموزش توسعه پایدار، وزن‌های بدست آمده از روش ترکیبی دیمتل فازی-فرآیند تحلیل شبکه فازی وارد الگوریتم تاپسیس فازی می‌شوند و نتایج نشان می‌دهد که روش بحث گروهی مناسب‌ترین، روش سخنرانی نامناسب‌ترین روش تدریس آموزش توسعه پایدار هستند. همچنین قابل ذکر است که برای کاهش ابهام و عدم قطعیتی که در قضاوت‌های انسانی وجود دارد در تمامی روش‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر از اعداد فازی مثلثی استفاده شده است.

Reference

1. Mousai, M., Ahmadzadeh, M. 2009. Development Education and Sustainable Development, Journal of Development Strategy, No. 18, PP. 209 -223(In persian).
2. Shobiri, S.M., Sarmadi, M.R. 2012 Pahizkar, L. Studying the extent of compliance with the principles of content organization (Sequence, Unity and Continuity) in the development of concepts and components of environmental education in primary school course content from the perspective of teachers in Tehran and offering proper strategies for it, Journal of Management and Planning in Educational Systems Winter 2012, 5(9), pp. 67 – 81(In persian).
3. Moharramnejad, N., Heydari, I. 2006. Developing a Sustainable Development Management Model for Environmental Education for the Young Generation of the Country, Journal of Environmental Science and Technology, 28, pp.68-78. (In persian).
4. Mohammad Ali, M. 2011. "Vocational Technical Teachings and Ways to Improve It", Journal of Vocational Technical Education Growth, pp.10-18(In persian).

خلاقیت، مسوولیت محیط‌زیستی، مسوولیت اجتماعی، تمایل به کار، تداوم پذیری، بهره‌وری و اثربخشی، عملکرد، شفافیت و بیان روشن(۳۱). چینین و همکاران(۲۰۰۹) معیارهای شایستگی را در دو دسته توسعه پایدار(اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی) و توانمندسازهای عملکرد انسانی(دانش، مهارت و نگرش) دسته بندی می‌کند(۲۲). رایت (۲۰۱۴) در پژوهش خود شایستگی‌های توسعه پایدار را در قالب سه معیار اصلی دانش، مهارت و نگرش بیان می‌دارد(۲۱). در واقع معیارهای شایستگی محیط‌زیست(توسعه پایدار) در پژوهش‌های پیشین به خوبی تمامی ابعاد دانش، مهارت، نگرش و رشد و بالندگی را پوشش نمی‌دهد.

- در این پژوهش با توجه به قابلیت روش ترکیبی دیمتل-تحلیل شبکه در توجه به تمامی روابط وجود میان معیارها، از این روش برای وزن دهی و اولویت بندی معیارها استفاده شده است که در نتیجه اجرای آن، مهارت یادگیری خود راهبر، تسلط بر دانش محیط‌زیست مرتبط با یک رشته خاص فنی و حرفه‌ای به ترتیب مهم‌ترین معیارهای شایستگی توسعه پایدار هستند که در انتخاب روش آموزش توسعه پایدار باید مورد توجه قرار گیرند. همچنین در این پژوهش به خروجی‌های دیگر تکنیک دیمتل شامل روابط علت و معلولی معیارها و نقشه روابط شبکه پرداخته شده است که با توجه روابط علت و معلولی در بین معیارهای اصلی، انگیزه متعالی و یادگیری مادام‌العمر و در بین زیرمعیارها، مهارت یادگیری خودراهبر و تفکر انتقادی بیش‌ترین اثرگذاری را بر معیارهای دیگر دارند و در واقع متغیرهای علی محسوب می‌شوند که با تقویت آن‌ها، معیارهای دیگر نیز تقویت می‌شوند همچنین با توجه به نقشه روابط شبکه که روابط معنادار میان معیارها را مشخص می‌کند، یادگیری مادام‌العمر (معیار اصلی) و مهارت یادگیری خودراهبر و تسلط بر دانش محیط‌زیست مرتبط با یک رشته خاص فنی و حرفه‌ای (زیرمعیار) بیش‌ترین اثر معنادار را بر معیارهای دیگر دارند.

13. De Haan, G. 2006. The BLK ' 21 ' programme in Germany: a Gestaltungskompetenz 'based model for education for sustainable development .Environmental Education Research, 12, pp. 19-32.
14. Fatahi Bafeghi, A., Karimi, H., Anvari, M.H., Barzegar, K. 2007. Comparison of the Effectiveness of Two Teaching Methods of Group Discussion and Lecturing in Learning Rate of Laboratory Medicine Students, Journal of Medical Education Development and Research Center, 4(1), pp. 56-51(In persian).
15. Keshavarzmohammadi, N., Hosseini, S.GH. 2003. Health Education and Educational Technology, Diabagaran Art Institute of Tehran, Iran. (In persian).
16. Horton, W & .Horton, k .2003. E-learning Tools and Technologies First edition .(USA: Wiley publishing .
17. Hadian Dehkordi, M., Islampour, M.J., Reihani, E. 2014. On the Conceptualization of the Concept Map Limit the Case of Mathematics Students, Journal of Educational Technology, 9(1), pp.39-48. (In persian).
18. Aghazadeh, M. 2005. A Guide to Modern Teaching Methods", ISJ Publishing.First edition(In persian).
19. Azarbarzin, M., Haghania, F. 2012.Active Learning: An Approach for Reducing Theory-Practice Gap in Clinical Education. Iranian Journal of Medical Education. 11(9), pp.1179-1190 (In persian).
20. Hasan Abadi, M., Babaei, R., Hemati, M. 2010. Presenting a Decision Making Model for Selecting English Language Teaching Using
5. Navidi, Ahad et al. 2011.echnical and Vocational Education", Publications of the Institute of Education Research(In persian).
6. Yildiz N, Y. H . 2011. Effects of personal characteristics on environmental awarenes 'a questionnaire survey with university campus people in a developing county. Scientific Research and Essay, 6(2), 332-340.
7. Habibi, A., Izadyar, S., Sarafrazi, A. 2014. Fuzzy Multi-Criteria Decision Making, Gill Inscription Publications. First Edition. (In persian).
8. Mishra, S., Deshmukh, SG., Vrat P. 2002. Matching of technological forecasting technique to a technology. Technol Forecast Soc Change, 1, pp. 27-69.
9. S, enol Erdog̃mus, Haydar Arasb, Eylem Koc. 2004. Evaluation of alternative fuels for residential heating in Turkey using analytic network process (ANP) with group decision-making. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 10, pp. 269-279.
10. Meade LM, Presley A. 2002. R&D project selection using the analytic network process. IEEE Trans Eng Manage. 49(1), pp.59-66.
11. Hsu-Shih Shih, Huan-Jyh Shyur, E. Stanley Lee. 2007. extension of TOPSIS for group decision making. Mathematical and Computer Modelling, 45, pp. 801-813.
12. Zanakis, S.H., Solomon, S.H., Wishart,N., Dublish, S., 1998. Multi-attributedecision making: A simulation comparison of selection methods. European Journal of Operational Research, 107, pp. 507-529.

27. Zhu, K. 1999. A discussion on Extent Analysis Method and applications of fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 116(2), pp. 450-456.
28. Tzeng, G., Chiang, C & ,Li, C. 2007. Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert Systems with Applications*, 32(4), pp.1028-1044
29. Feiz, M., Bahadori Nejad, M. 2011. A Professional Competency Model For Graduates of Engineering Colleges in Iran (Case study: Graduates of Sharif University of Technology) . *Iranian Journal of Engineering Education*, 46, pp. 37-68(In persian).
30. Dentoni, D., Blok, V., Lans, T., Wesselink, R. 2012. Developing human capital for agri-food firms' multi-stakeholder interactions. *International Food and Agribusiness Management Review* ,15, pp. 61-68.
31. Jacobs, J. 2015. Creating pathways to enhance college to work transition using COMET competence diagnostic model to assess and develop occupational competence and commitment in Technical Vocational Education and Training (TVET). *Architectures for Apprenticeship*, pp.161-165.
- Hierarchical Analysis and TOPSIS Under the Fuzzy Environment, *Journal of Educational Leadership and Management*, 14, pp.55-79(In persian).
21. Wright, M. J. 2014. Canadian Civil Engineering And Sustainable Development Competence. Master of applied science, Department of Civil Engineering, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada
22. Chinien, C., Boutin, F ,Karen, P . 2009. The Challenge for ESD in TVET: Developing Core Sustainable Development Competencies and Collaborative Social Partnerships for Practice .R. Maclean & ,D. Wilson, *International Handbook of Education for the Changing World of Work*, Springer Science, pp. 2553-2569
23. Khaki, Gh.R. 2004. *Research Method*. Islamic Azad University Press. (In persian).
24. Wu, W.W., Lee, Y.T. 2007. Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 32, 499-507.
25. Lee, L.W., Kim, S.H. 2001. Using Analytic Network Process and Goal Programming for Interdependent Information System Project Selection. *Computers and Operation Research*, 27, pp. 367-382.
26. Ertay, T., Ruam, D., Tuzkaya, U.R. 2006. Integrating Data Envelopment Analysis and Analytic Hierarchy for the Facility Design in Manufacturing Systems. *Information Sciences*, 176, pp. 237-262.