Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
(۳۰ و ۳۱ فروردین ۱۳۹۶)

تعیین اهمیت ریسک‌های بازار در صنعت فتوولتائیک با استفاده از روش دیمتل

عبدالحمید صفایی قادیکلایی[۱]، سحر ولی‌پور پرکوهی[۳] ، مهدیه حامدی[۴]

دانشیار مدیریت صنعتی، دانشگاه مازندران؛ ab.safaei@umz.ac.ir

[۳]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران؛ s.valipour@stu.umz.ac.ir

[4]دانشجوی کارشناسی، دانشگاه مازندران؛ mahdie.hamedi127@gmail.com

چکیده

عدم اطمینان محیطی و شدت رقابت سازمانها و مدیران، آنها را با چالش‌های متعدد مواجه ساخته است. برای مدیریت مؤثر این چالش‌ها، رویکردهای نوین مدیریت و شایستگی‌های خاص طرح و توصیه شده است. شناسایی و مدیریت ریسک یکی از رویکردهای جدید است که برای تقویت و ارتقای اثربخشی سازمان‌ها مورد استفاده قرار می گیرد. سیستم‌های فتوولتائیک (سلول‌ها و پنل‌های فتوولتائیک اجزای اصلی به شمار می‌روند) یکی از معمول‌ترین شیوه‌ها برای بهره‌مندی از انرژی خورشیدی محسوب می‌شود. ایران علی رغم بهره‌مندی از منابع فراوان طبیعی انرژی خورشیدی، امکانات و تجهیزات کافی ندارد. یکی از عوامل موثر بر گسترش تجهیزات فتوولتائیک، بازار مربوط به این صنعت است. به منظور بررسی این عامل کلیدی، ۱۲ ریسک مربوط به بازار را جمع‌آوری کرده و با استفاده از تکنیک دیمتل به تعیین اهمیت این ریسک‌ها پرداختیم.

واژگان کلیدی

ریسک‌های بازار، سیستم‌های فتوولتائیک، بازار فتوولتائیک، دیمتل

۱- مقدمه

پس از تولید سلول‌های فتوولتائیک در اواخر دهه ۱۹۵۰، از آن‌ها به صورت انحصاری برای تولید برق ماهواره های فضایی در طول دهه ۱۹۶۰ استفاده شد (Fazelpour, Vafaeipour, Rahbari, & Shirmohammadi, 2013). بعدها در نتیجه بحران انرژی، پیشرفتهای فناوری، اثرات جدی زیست محیطی و کاهش منابع فسیلی، انرژی خورشیدی به عنوان یک انرژی پاک شناخته شد (Vafaeipour, Hashemkhani Zolfani, Morshed Varzandeh, Derakhti, & Keshavarz Eshkalag, 2014). با این وجود عواملی از قبیل تولید برق توسط انرژی های فسیلی، عدم حمایت مالی از مصرف کنندگان به منظور نصب و راه اندازی خصوصی و عدم سرمایه گذاری داخلی و خارجی، از توسعه انرژی های تجدید پذیر جلوگیری کرد (Gastli & Charabi, 2010). بدیهی است که ایران یک کشور نفتی است و شاید استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک کم اهمیت به نظر برسد اما نکته قابل توجه این است که این منابع پایان پذیر است و باعث نگرانی‌های زیست محیطی، گرم تر شدن زمین و انتشار مواد مضر می شود. بنابراین استفاده از انرژی های پاک و سلول‌های فتوولتایک می‌تواند مفید باشد.

عدم اطمینان و ریسک در زنجیره تأمین بر روی شکل، طرح و عملیات آن تأثیر به سزایی دارد. از دیدگاه دیگر، تجارت و کسب و کار، به دلیل وجود ریسک و عدم اطمینان، معنا می‌یابد. چرا که اگر ریسک و خطر در کاری وجود

www.SID.ir

Archive of SID

نداشته باشد، ارزش اقتصادی نخواهد داشت؛ به این دلیل که در آن فعالیت، ارزش افزوده‌ای ایجاد نخواهد شد. با توجه به اهمیت یکپارچگی زنجیره تأمین، باید ارزیابی جامعی در خصوص ارزش و پتانسیل خطرات موجود، صورت گیرد. موضوع نگرش جامع در رابطه با شناسایی ارزش و ریسک‌های بالقوه در سرتاسر زنجیره تأمین و واکنش مناسب نسبت به آن‌ها حائز اهمیت است. به همین جهت لازم است سیستم مدیریت، نسبت به تعیین و ارزیابی ریسک‌های کل هر یک از اجزای زنجیره و شرکای آن‌ها اقداماتی انجام دهد (علی مظاهری، مهدی کرباسیان، هادی شیرویه زاد, ۱۳۹۰). عرضه سلول های فتوولتائیک به بازار نیز می تواند با ریسک هایی همراه باشد، که در این پژوهش با مرور ادبیات این حوضه، به شناسایی آن‌ها پرداخته شد و سپس با استفاده از تکنیک دیمتل اهمیت هر یک از این ریسک ها تعیین شد.

۲- تعریف ریسک

ریسک (risk)، از قرن ۱۷ تاکنون در زمینه‌های گوناگون مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته ولی اولین بار در زمینه‌ی کسب و کار در دهه‌ی ۱۹۵۰ به آن پرداخته شده است. Markowitz, 1952 برای اولین بار به طور مستقیم به بیان مفهوم ریسک در زمینه‌ی مدیریت پرداخت. در **جدول ۱** برخی از تعاریفی که تاکنون برای ریسک ارائه شده را آورده‌ایم.

جدول ۱. تعاریف انتخاب‌شده برای ریسک

ردیف	نویسنده/ سال	تعریف
1	(Markowitz, 1952)	مفاهیمی مانند ریسک و بازده، غالبا در زمینه‌های مالی و سرمایه‌گذاری مطرح می‌شوند. اگر اصطلاح ریسک را جایگزین عبارت اختلاف بین بازده بدست آمده و بازده مورد انتظار کنیم، تغییر چندانی حاصل نمی‌شود.
2	(Miller, 1992)	مفهوم ریسک به متغیرهای نامطمئنی شاره دارد که بر روی قابلیت پیش‌بینی یک وضعیت تاثیر می‌گذارند. همانگونه که فقدان پیش‌بینی برای عملکرد آینده باعث ایجاد بی‌نظمی می‌شود، وجود متغیرهای نامطئن هم باعث کاهش کارایی پیش‌بینی‌ها و برآوردهای انجام‌شده می‌شود.
3	(Chiles & McMackin, 1996)	احتمال فقدان و زیان.
4	(Mitchell, 1999)	انتظار ذهنی تعیین‌شده از رخدادن زیان یا فقدان، حین یک فعالیت.
5	(Harland, Brenchley, & Walker, 2003)	ریسک می‌تواند به معنی موقعیت خطر، ضرر، فقدان، آسیب یا هر موقعیت ناخوشایند دیگری باشد.
6	(Wagner & Bode, 2008)	انحراف از ارزش و عملکرد مورد انتظار، که این انحراف جنبه‌ی منفی دارد و باعث ایجاد پیامدهای منفی می‌شود؛ ریسک همان ضرر یا زیان ناشی از وجود یک اختلال است.

www.SID.ir

Archive of SID

با این اوصاف، با در نظر گرفتن دیدگاه سازمان‌ها به ریسک، مفهوم منفی ریسک یعنی احتمال فقدان و زیان و نه کسب سود و منفعت (پیش‌بینی نشده)، نزد مدیران مطرح است. بنابراین ریسک را در تحقیق پیش رو به این ترتیب تعریف می‌کنیم: ریسک عاملی است که باعث بروز عدم قطعیت در نتایج پیش‌بینی و برآورد شده، می‌شود.

۳- بازار فتوولتائیک در جهان و ایران[۱]

فتوولتائیک (photovoltaic) پدیده‌ای است که به تولید برق از طریق نور دریافتی، بدون هیچ واسطه‌ی مکانیکی اشاره دارد و سیستمی که از این پدیده برای تولید برق استفاده می‌کند، سیستم فتوولتائیک می‌گویند (Mostafaeipour, Qolipour, & Mohammadi, 2016). سیستم‌های فتوولتائیک (شامل پنل‌های خورشیدی، باتری، اینورتر و غیره می‌شوند)، به طور گسترده در جهان استفاده می‌شوند و شایع‌ترین منبع انرژی تجدیدپذیر برای تولید انرژی محسوب می‌شوند (Aydin, Utlu, & Kincay, 2015).

صنعت فتوولتائیک در سال‌های اخیر، رشد چشمگیری را هم از لحاظ تکنولوژیکی که منجر به کاهش هزینه‌های این سیستم‌ها و گسترش سیاست‌های حمایتی دولت‌ها در انرژی‌های تجدیدپذیر و هم از لحاظ میزان بهره‌برداری شاهد بوده است. بیش از 20 سال است که بازار فتوولتائیک، مسیر توسعه‌ی خود را می‌پیماید و نتیجه‌ی این توسعه‌ی 20 ساله، بیش از 227 گیگاوات سرمایه‌گذاری در سیستم‌های فتوولتائیک در سراسر جهان می‌باشد. بازار فتوولتائیک در سال 2015 رکود جدیدی را از خود برجا گذاشت. قبل از جهانی شدن صنعت فتوولتائیک، تقاضا برای آن تنها در کشورهای ثروتمند متمرکز شده بود ولی در حال حاضر ظهور بازارهای متنوع در این عرصه در سراسر جهان، منجر به رشد جهانی این صنعت شده است. دلایل توسعه‌ی بازار فتوولتائیک عبارتند از: افزایش رقابت‌پذیری این صنعت، برنامه‌ها و سیاست‌های جدید دولت‌ها در ارتباط با نحوه‌ی تامین انرژی، افزایش تقاضا برای الکتریسیته و آگاهی از پتانسیل‌ها و ظرفیت‌های مورد نیاز فتوولتائیک.

۹۹ درصد از انرژی موردنیاز ایران از طریق نفت و گاز و تنها ۱ درصد از آن از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر تامین می‌شود. مطالعات انجام شده بر روی فرایند تولید انرژی نشان می‌دهد که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر با وجود این که کمتر از یک درصد از مصرف انرژی در کشور را به خود اختصاص می‌دهد، در دهه‌ی گذشته، روند رو به رشدی داشته است. ایران بر روی کمربند خورشیدی جهان واقع شده است (Vafaeipour et al., 2014). محاسبات نشان می‌دهند، مقدار دقیق ساعات تابش خورشید در ایران، بیش از ۲۸۰۰ ساعت در سال می‌باشد (Khorasanizadeh & Mohammadi, 2014) . بنابراین ایران از لحاظ موقعیت مکانی، پتانسیل بسیار بالایی برای گسترش بهره‌مندی از انرژی خورشیدی دارد ولی امکانات کافی برای بهره‌برداری ندارد. یکی از دلایل آن، قیمت پایین استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تامین انرژی می‌باشد و دلیل دیگر، بحث صادرات سوخت‌های فسیلی است که ۸۰ درصد از درآمد کشور از صادرات نفت و گاز بدست می‌آید (Mirzahosseini & Taheri, 2012).

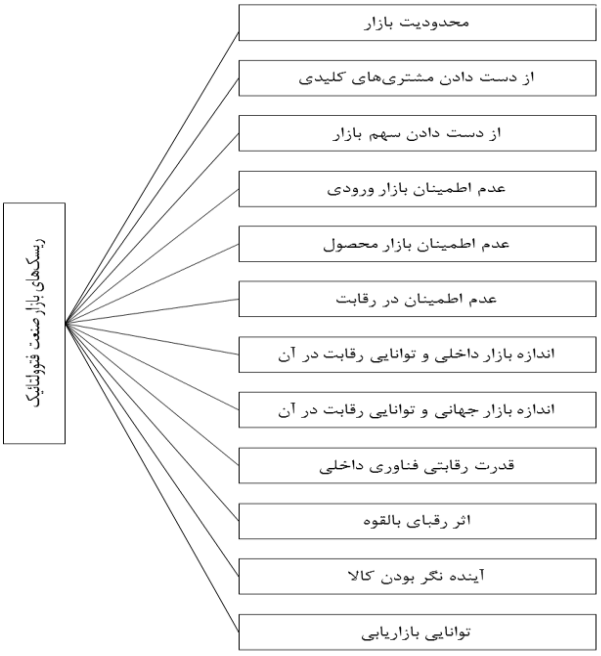
[۱] اعداد و ارقام و اطلاعات این بخش از سایت سانا و گزارش سالانه‌ی سازمان بین‌المللی انرژی جمع آوری شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

4- ریسک‌های بازار صنعت فتوولتائیک

ریسک یک پدیده‌ی اجتناب ناپذیر محسوب می‌شود که در هر صنعتی مشاهده می‌شود. ریسک‌های مربوط به یک صنعت، ریسک‌هایی هستند که صرفا بخش‌های اقتصادی مانند درآمد و هزینه و سهم بازار و غیره را تحت تاثیر قرار نمی‌دهند، بلکه می‌توانند بخش‌های گوناگون یک صنعت از قبیل بخش فنی، سیاسی، اجتماعی، بخش بازار و غیره را هم شامل شوند. عامل ریسکی که در این تحقیق قصد بررسی آن را داریم، ریسک بازار در صنعت فتوولتائیک می‌باشد. برای این منظور، ریسک‌های مربوط به بازار را از تحقیقات و پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی ارزیابی و مدیریت ریسک جمع آوری کردیم. سپس این ریسک‌ها مورد بررسی متخصصین کسب و کار قرار گرفت و آن‌ها از بین ریسک‌ها، 12 ریسک را که در اکثر صنایع ممکن است پدیدار شوند را انتخاب کردند. در شکل ۱ ریسک‌های انتخاب شده را آورده‌ایم.



شکل ۱. ریسک‌های مربوط به بازار فتوولتائیک

۵- پیشینه تحقیق

تاکنون تحقیقات زیادی با موضوع شناسایی و بررسی ریسک در زمینه‌های مختلف انجام شده ولی تحقیقی که به طور مستقل به بررسی ریسک‌های بازار پرداخته باشد، ارائه نشده است. در زمینه‌ی صنعت فتوولتائیک تحقیقات بسیار محدودی در خصوص بررسی ریسک‌ها انجام شده است. Zarezade & Mostafaeipour, 2016 در تحقیق خود به شناسایی عوامل موثر بر استفاده از خشک‌کن‌های خورشیدی پرداخته اند. آن‌ها در این تحقیق ریسک‌های خارجی، مالی و ساختاری را مورد بررسی قرار داده‌اند. Sindhu, Nehra, & Luthra, 2016 در تحقیق خود گریزی به ریسک بازار داشته‌اند و نا اطمینانی بازار را به عنوان ریسک مربوط به بازار مطرح کرده‌اند. آن‌ها در این تحقیق به

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی ریسک‌های سرمایه‌گذاری، فنی، مالی، محیطی، اجتماعی، بازار و سیاست در رابطه با استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک در مناطق روستایی هند پرداخته‌اند و با استفاده از تکنیک Fuzzy MICMAC و ISM[۲]، موانع مطرح‌شده را اولویت‌بندی کرده‌اند. آن‌ها نا اطمینانی‌های بازار را به این صورت تعریف کرده‌اند: آیا اجزای فتوولتائیک وارد شده به بازار از قبیل سلول‌ها و پنل‌های فتوولتائیک، قابل اطمینان هستند یا خیر؟ آیا امکانات کافی برای نگهداری این اجزا در بازار فتوولتائیک وجود دارد یا خیر؟ در تحقیق دیگری Aragonés-Beltrán, Chaparro-González, Pastor-Ferrando, & Rodríguez-Pozo, 2010 با استفاده از رویکرد مبتنی بر ANP[۳]، به بررسی ریسک‌های مرتبط با انتخاب مکان مناسب برای احداث نیروگاه فتوولتائیک پرداخته اند. ریسک‌هایی که آن‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند عبارتند از: سیاسی، فنی، اقتصادی، تاخیر زمانی، قانونی و اجتماعی. همانطور که در بخش قبل هم اشاره کردیم، ریسک‌هایی که قصد بررسی آن‌ها را در این تحقیق داریم از مقالات مربوط به ارزیابی و مدیریت ریسکی که به بررسی ریسک‌های بازار پرداخته بودند، انتخاب کردیم. با توجه به توضیحات ارائه شده در این تحقیقات، ریسک‌های منتخب را به شرح جدول ۲ توضیح داده‌ایم.

جدول ۲. توضیح ریسک‌های انتخاب شده برای بازار فتوولتائیک

عنوان ریسک		نویسنده/ سال	توضیح
محدودیت بازار	R_1	(Holtorf, Urmee, Calais, & Pryor, 2015)	بازار فتوولتائیک چقدر ظرفیت برای سرمایه‌گذاری در محصولات فتوولتائیک یعنی سلول‌ها و پنل‌های خورشیدی دارد؟ آیا بازار فتوولتائیک برای تمام افراد و مناطق کشور شناخته شده است؟ آیا بازار فتوولتائیک در تمام مناطق کشور گسترده شدیا صرفا در مناطق خاصی متمرکز شده است؟
از دست دادن مشتری‌های کلیدی	R_2	(Lai & Lau, 2012)	آیا بازار فتوولتائیک ثبات کافی دارد؟ آیا محصولات ما به اندازه‌ی کافی قابل اطمینان هستند؟ آیا محصولات ما مزیتی نسبت به محصولات سایر فعالان در بازار فتوولتائیک دارند تا مصرف کننده‌ها ما را انتخاب کنند؟
از دست دادن سهم بازار	R_3	(Lai & Lau, 2012)	آیا بازار مربوط به محصولات فتوولتائیک، این ظرفیت را دارد که دچار تحول شود و بر روی سهم بازار محصولات ما تاثیر بگذارد؟ آیا می‌توان به مزیت رقابتی موجود در بازار اطمینان داشت یا خیر؟
عدم اطمینان بازار ورودی	R_4	(Miller, 1992)	آیا مواد اولیه برای ساخت سلول‌ها و پنل خورشیدی ازز کیفیت کافی برخوردار هستند یا خیر؟ آیا مقادیر مورد نیاز از مواد اولیه در زمان مناسب در دسترس خواهند بود؟ آیا تامین‌کننده‌ی کافی برای دریافت مقادیر مواد اولیه در بازار وجود دارد؟ آیا برای ساخت اجزای فتوولتائیک، به تخصص و ماشین و اجزای خاصی نیاز هست یا خیر؟ آیا قوانین دولتی بر روی تامین مواد اولیه تاثیر دارد یا خیر؟
عدم اطمینان بازار محصول	R_5	(Miller, 1992)	آیا تقاضای ثابتی برای محصولات فتوولتائیک وجود دارد؟ تقاضا برای این اجزا در چه بازارهایی در کشور متمرکز شده است؟ آیا محصولات مکمل و جایگزین بر روی تقاضای محصولات تاثیر منفی می‌گذارند؟ آیا سیاست‌های دولتی مربوط به

[۲] Interpretive Structural Modeling
[۳] Analytic Network Process

www.SID.ir

Archive of SID

			واردات سلول‌ها و پنل‌های فتوولتائیک بر روی عدم قطعیت بازار محصول تاثیر دارند؟
عدم اطمینان در رقابت	R_6	(Miller, 1992)	آیا اطلاعات کافی درباره‌ی مقدار و نوع محصولات فتوولتائیک در بازار وجود دارد؟ آیا امکان نوآوری در تولید محصولات فتوولتائیک و تغییر در الگوهای رقابتی وجود دارد یا خیر؟ آیا عدم قطعیت فنی و تکنولوژیکی بر روی عدم اطمینان رقابتی تاثیر دارد یا خیر؟
اندازه بازار داخلی و توانایی رقابت در آن	R_7	(Heo, Kim, & Boo, 2010)	آیا اندازه‌ی بازار داخلی مربوط به صنعت فتوولتائیک به اندازه‌ی کافی بزرگ است؟ آیامیزان تقاضا برای سول‌ها و پنل‌های فتوولتائیک در داخل ثبات دارد یا خیر؟ آیا محصولات ارائه شده‌ی صنعت فتوولتائیک داخلی کیفیت کافی برای رقابت با یکدیگر را دارند؟
اندازه بازار جهانی و توانایی رقابت در آن	R_8	(Heo et al., 2010)	بازار جهانی فتوولتائیک چقدر بزرگ است و بازار داخل چه سهمی از بازار جهانی را به خود اختصاص می‌دهد؟ روند تقاضا برای محصولات فتوولتائیک در جهان چه روندی را طی می‌کنند؟
قدرت رقابتی فناوری داخلی	R_9	(Heo et al., 2010)	آیا تکنولوژی داخلی استفاده شده برای ساخت سلول‌ها و پنل‌های فتوولتائیک قدرت رقابت با محصولات مشابه خارجی را دارد یا خیر؟ آیا بازار داخل ظرفیت خودکفایی در تولید محصولات را دارد یا خیر؟
اثر رقبای بالقوه	R_{10}	(Annibal Scavarda, 2016; Cucchiella & Gastaldi, 2006; Guerin, 2017; Heo et al., 2010; Kumar Pradhan & Routroy, 2014; Lai & Lau, 2012; Qin, Liu, & Pedrycz, 2015)	آیا بازار داخل ظرفیت لازم برای فراگیرشدن صنعت فتوولتائیک را دارد یا خیر؟ آیا رقابت شدیدی بین فعالان این عرصه وجود دارد یا خیر؟ فعالان در زمینه‌ی صنعت فتوولتائیک، از چه مزیت‌های رقابتی بهره‌مند هستند؟ آیا مزیت‌های رقابتی رقبا به گونه‌ای است که بر سهم بازار شرکتی که در این زمینه فعال است، تاثیر بگذارد؟
آینده نگر بودن کالا	R_{11}	(Kumar Pradhan & Routroy, 2014)	آیا افراد جامعه درک درستی از محصولات فتوولتائیک دارند یا خیر؟ آیا امکان گسترش تقاضا برای این محصولات در آینده وجود دارد یا خیر؟
توانایی بازاریابی	R_{12}	(Annibal Scavarda, 2016; Qin et al., 2015)	آیا ابزار کافی برای اطلاع رسانی محصولات فتوولتائیک وجود دارد یا خیر؟ رقبا برای شناساندن محصولات از چه روش‌ها و ابزاری بهره می‌گیرند؟ چگونه می‌توان از منابع در دسترس خود به ایجاد پول و کسب سود و منفعت از این صنعت بپردازیم؟ چه برنامه‌ای را برای ادامه‌ی حیات محصولات خود را در پیش بگیریم تا سهم خود در بازار را از دست ندهیم؟

۶- روش شناسی تحقیق

در پژوهش حاضر، پس از گفتگو با مدیر پروژه شرکت، ۱۰ نفر از کارشناسان شرکت به عنوان خبره انتخاب شدند. داده‌ها به روش کتابخانه‌ای جمع آوری گردید. پس از مرور ادبیات و شناسایی ریسک‌های بازار صنعت فتوولتائیک، طی پرسشنامه‌ای از خبرگان خواسته شد میزان تاثیرگذاری عناصر بر یکدیگر را تعیین نمایند تا با استفاده از تکنیک دیمتل رتبه‌ی هریک تعیین شود.

www.SID.ir

Archive of SID

در ادامه گام‌های تکنیک دیمتل به منظور وزن‌دهی عوامل تشریح می‌شود.

۱-۶- مراحل تکنیک دیمتل

گام یک: تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم[۴]

گام یک دارای سه گام فرعی به صورت زیر می‌باشد:

گام فرعی یک: تعریف مقیاس زبانی

ابتدا به منظور سنجش روابط میان معیارها، نیازمند یک مقیاس مقایسه‌ای هستیم؛ که ما در اینجا از یک مقیاس در پنج سطح استفاده می‌کنیم که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. تبدیل معیارهای زبانی به اعداد خاکستری (Bai & Sarkis, 2013)

نظر زبان‌شناختی	ارزش نرمال
بی‌تأثیر	0
تأثیر خیلی کم	1
تأثیر کم	2
تأثیر زیاد	3
تأثیر بسیار زیاد	4

گام فرعی دو: ایجاد ماتریس ارتباط مستقیم اولیه

برای سنجش ارتباط بین معیارهای $c=\{c_i \mid i=1,2,...,n\}$، به یک گروه از تصمیم‌گیرندگان با k تصمیم‌گیرنده نیازمندیم تا مقایسات زوجی انجام دهند. در نهایت k ماتریس Z به‌دست می‌آید که هر کدام متعلق به یک تصمیم‌گیرنده است و از تبدیل معیارهای زبانی به اعداد حاصل شده است.

$$Z^k=\begin{bmatrix} 0 & z_{12}^k & \cdots & z_{1n}^k \\ z_{21}^k & 0 & \cdots & z_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_{n1}^k & z_{n2}^k & \cdots & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{matrix} \qquad (۱)$$

[۴] Direct Relation Matrix.

www.SID.ir

Archive of SID

$i, j = 1, 2, \ldots, n$

مولفه‌های ماتریس Z^k بیان‌نگر نظر خبرگان درباره درجه تأثیری است که معیار i بر معیار j می‌گذارد و i=j یا همان عناصر قطر اصلی صفر در نظر می‌گیریم.

گام فرعی سه: ترکیب ماتریس‌های ارتباط مستقیم اولیه با استفاده از فرمول (2) و تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم نهایی

$$Z = \left(\sum_{i=1}^{K} Z^k \right) \Big/ K \qquad (۲)$$

گام دو: نرمال کردن ماتریس ارتباط مستقیم

برای نرمال کردن از فرمول (3) استفاده می‌شود:

$$N = s.Z \qquad (۳)$$

که در این فرمول s به این صورت به‌دست می‌آید که ابتدا جمع تمامی سطرها محاسبه می‌شود و سپس از معکوس نمودن بزرگ‌ترین عدد خاکستری در بین مجموع سطرها s تشکیل خواهد شد.

$$s = \frac{1}{\max_{1 \le i \le n} \sum_{j=1}^{n} z_{ij}}, \quad i, j = 1, 2, \ldots, n \qquad (۴)$$

برای نرمال‌سازی هر یک از مؤلفه‌ها از فرمول (5) استفاده می‌شود:

$$n_{ij} = s.z_{ij} \qquad (۵)$$

گام سه: محاسبه ماتریس ارتباط کامل

ماتریس روابط کل (T) همان اثرات مستقیم و غیرمستقیم معیارها می‌باشد که با استفاده از فرمول (6) محاسبه می‌شود:

www.SID.ir

Archive of SID

(۶)

$$T = N(I-N)^{-1} = \sum_{i=1}^{\infty} N^i = N + N^2 + N^3 + \cdots$$

گام چهار: تعیین درجه اهمیت معیارها

گام چهار به سه گام فرعی به شرح زیر نیاز دارد:

گام فرعی یک: محاسبه R_i و D_j

R_i از جمع مؤلفه‌های سطر i در ماتریس ارتباط کامل و D_j از جمع مؤلفه‌های ستون j به‌دست می‌آید.

$$R_i = \sum_{j=1}^{n} t_{ij} \forall i \qquad (۷)$$

$$D_j = \sum_{i=1}^{n} t_{ij} \forall j \qquad (۸)$$

ارزش R_i در هر سطر نشان‌دهنده اثرات مستقیم و غیرمستقیم معیار i بر سایر معیارها است و D_j نشان‌دهنده اثرات مستقیم و غیرمستقیمی است که معیار j از سایر معیارها دریافت می‌کند (تأثیرپذیری معیار j).

گام فرعی دو: محاسبه درجه اهمیت هر معیار

به منظور تعیین درجه اهمیت هر معیار (W_i) از فرمول (9) استفاده می‌شود

$$W_j = \left[\left(R_i + D_j\right)^2 + \left(R_i - D_j\right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (۹)$$

سپس وزن هر معیار را با استفاده از فرمول (10) نرمال‌سازی می‌نماییم.

$$\overline{W_j} = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^{n} W_j} \qquad (۱۰)$$

پس از محاسبه مقادیر W_j نرمال شده، آن‌ها را به صورت نزولی مرتب می‌نماییم. معیاری که بزرگ‌ترین W را داراست، مهم‌ترین معیار می‌باشد (Quader, Ahmed, Raja Ghazilla, Ahmed, & Dahari, 2016).

www.SID.ir

Archive of SID

۷- تجزیه و تحلیل داده ها

در تکنیک دیمتل، به منظور تعیین تأثیر عوامل بر یکدیگر، از خبرگان و کارشناسان جامعه آماری خواسته شد تا بر اساس طیف تعریف‌شده در جدول ۳ درباره تأثیر عوامل مدل پژوهشی بر یکدیگر قضاوت نمایند. بدین ترتیب برای هر خبره یک ماتریس ارتباط مستقیم اولیه به‌دست آمد. پس از تشکیل ماتریس ارتباط مستقیم اولیه تمامی خبرگان، به منظور دستیابی به ماتریس ارتباط مستقیم نهایی برای عوامل، از فرمول (2) استفاده شد. ماتریس ارتباط مستقیم نهایی در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴. ماتریس ارتباط مستقیم نهایی

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}	R_{11}	R_{12}
R_1	۰	۱.۲	۳.۸	۱.۹	۳.۵	۱.۱	۳.۵	۲	۲	۱.۷	۲	۲.۱
R_2	۱	۰	۳.۵	۱	۳.۶	۱.۹	۲.۸	۲	۲	۱.۲	۱	۱.۲
R_3	۲	۲.۷	۰	۱	۳.۶	۱.۲	۲.۹	۲	۱	۱.۸	۲	۲.۱
R_4	۱	۲.۷	۳.۵	۰	۳.۱	۲	۲.۸	۲	۳	۲.۴	۱	۱.۲
R_5	۲.۱	۳.۵	۳.۹	۱	۰	۱	۲.۱	۱.۳	۲	۱.۱	۲	۱.۳
R_6	۲	۳.۵	۳.۸	۱.۹	۳.۶	۰	۲.۸	۳	۱.۲	۱.۷	۲.۲	۳.۵
R_7	1.1	۳.۵	۳.۲	۱.۹	۳.۱	۰.۹	۰	۱	۳.۸	۱.۱	۱	۱.۱
R_8	1	۳.۵	۴	۲.۸	۳.۶	۱	۳.۹	۰	۱.۲	۲.۴	۱.۲	۱.۹
R_9	1	۳.۲	۳.۳	۲.۸	۳.۱	۱	۳.۹	۱	۰	۳.۲	۱.۲	۱.۲
R_{10}	0	۲.۸	۴	۳.۷	۲.۳	۱	۲.۹	۲	۱.۱	۰	۱	۱.۲
R_{11}	1	۲.۷	۳.۴	۱.۹	۳.۱	۱	۲.۹	۱	۱.۱	۲.۹	۰	۱.۲
R_{12}	3	۲.۹	۳.۹	۱.۹	۳.۶	۱.۹	۳.۸	۳	۱.۱	۱.۹	۳	۰

در این بخش، به منظور نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم نهایی، ابتدا با استفاده از فرمول (4) مقدار s را محاسبه نموده و سپس با ضرب کردن آن در ماتریس ارتباط مستقیم نهایی، نرمال‌سازی انجام شد. ماتریس ارتباط مستقیم نرمال شده در جدول ۵ آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵. ماتریس ارتباط مستقیم نرمال شده

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}	R_{11}	R_{12}
R_1	۰	۰.۰۴	۰.۱۳	۰.۰۶	۰.۱۲	۰.۰۴	۰.۱۲	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۷
R_2	۰.۰۳	۰	۰.۱۲	۰.۰۳	۰.۱۲	۰.۰۶	۰.۰۹	۰.۰۷	۰.۰۷	۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۴
R_3	۰.۰۷	۰.۰۹	۰	۰.۰۳	۰.۱۲	۰.۰۴	۰.۱	۰.۰۷	۰.۰۳	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۷
R_4	۰.۰۳	۰.۰۹	۰.۱۲	۰	۰.۱	۰.۰۷	۰.۰۹	۰.۰۷	۰.۱	۰.۰۸	۰.۰۳	۰.۰۴
R_5	۰.۰۷	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۰۳	۰	۰.۰۳	۰.۰۷	۰.۰۴	۰.۰۷	۰.۰۴	۰.۰۷	۰.۰۴
R_6	۰.۰۷	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۰۶	۰.۱۲	۰	۰.۰۹	۰.۱	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۱۲
R_7	0.04	۰.۱۲	۰.۱۱	۰.۰۶	۰.۱	۰.۰۳	۰	۰.۰۳	۰.۱۳	۰.۰۴	۰.۰۳	۰.۰۴
R_8	0.03	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۰۹	۰.۱۲	۰.۰۳	۰.۱۳	۰	۰.۰۴	۰.۰۸	۰.۰۴	۰.۰۶
R_9	0.03	۰.۱۱	۰.۱۱	۰.۰۹	۰.۱	۰.۰۳	۰.۱۳	۰.۰۳	۰	۰.۱۱	۰.۰۴	۰.۰۴
R_{10}	0.03	۰.۰۹	۰.۱۳	۰.۱۲	۰.۰۸	۰.۰۳	۰.۱	۰.۰۷	۰.۰۴	۰	۰.۰۳	۰.۰۴
R_{11}	0.03	۰.۰۹	۰.۱۱	۰.۰۶	۰.۱	۰.۰۳	۰.۱	۰.۰۳	۰.۰۴	۰.۱	۰	۰.۰۴
R_{12}	0.1	۰.۱	۰.۱۳	۰.۰۶	۰.۱۲	۰.۰۶	۰.۱۳	۰.۱	۰.۰۴	۰.۰۶	۰.۱	۰

پس از نرمال‌سازی ماتریس ارتباط مستقیم نهایی در گام قبل، ماتریس ارتباط کامل (T) که همان اثرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل بر خودشان است، با استفاده از فرمول (6) محاسبه شد. جدول ۶ ماتریس ارتباط کامل را نشان می‌دهد.

جدول ۶. ماتریس ارتباط کامل

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	R_8	R_9	R_{10}	R_{11}	R_{12}
R_1	۰.۱۷	۰.۳۹	۰.۵۳	۰.۲۷	۰.۴۸	۰.۱۸	۰.۴۶	۰.۲۸	۰.۲۹	۰.۲۸	۰.۲۵	۰.۲۶

www.SID.ir

Archive of SID

R_2	۰.۱۸	۰.۳۱	۰.۴۷	۰.۲۱	۰.۴۴	۰.۱۹	۰.۳۹	۰.۲۵	۰.۲۶	۰.۲۳	۰.۲	۰.۲
R_3	۰.۲۲	۰.۴	۰.۳۸	۰.۲۲	۰.۴۵	۰.۱۷	۰.۴۱	۰.۲۶	۰.۲۴	۰.۲۶	۰.۲۳	۰.۲۴
R_4	۰.۲	۰.۴۴	۰.۵۲	۰.۲۱	۰.۴۷	۰.۲۱	۰.۴۴	۰.۲۸	۰.۳۲	۰.۳	۰.۲۲	۰.۲۳
R_5	۰.۲۱	۰.۴۱	۰.۴۸	۰.۲۱	۰.۳۳	۰.۱۶	۰.۳۷	۰.۲۳	۰.۲۶	۰.۲۳	۰.۲۳	۰.۲۱
R_6	0.27	۰.۵۲	۰.۶۱	۰.۳۱	۰.۵۶	۰.۱۸	۰.۵۱	۰.۳۵	۰.۳۱	۰.۳۲	۰.۳	۰.۳۳
R_7	0.18	۰.۴۱	۰.۴۶	۰.۲۴	۰.۴۳	۰.۱۶	۰.۳۱	۰.۲۲	۰.۳۲	۰.۲۳	۰.۲	۰.۲
R_8	0.21	۰.۴۸	۰.۵۶	۰.۳۱	۰.۵۱	۰.۱۹	۰.۴۹	۰.۲۳	۰.۲۸	۰.۳۱	۰.۲۴	۰.۲۶
R_9	0.2	۰.۴۵	۰.۵۱	۰.۲۹	۰.۴۷	۰.۱۸	۰.۴۷	۰.۲۶	۰.۲۳	۰.۳۲	۰.۲۲	۰.۲۲
R_{10}	0.15	۰.۴	۰.۴۹	۰.۳	۰.۴۱	۰.۱۷	۰.۴	۰.۲۵	۰.۲۴	۰.۲	۰.۲	۰.۲۱
R_{11}	0.18	۰.۴	۰.۴۷	۰.۲۵	۰.۴۳	۰.۱۷	۰.۴	۰.۲۲	۰.۲۴	۰.۲۹	۰.۱۷	۰.۲۱
R_{12}	0.3	۰.۵۱	۰.۶۲	۰.۳۱	۰.۵۶	۰.۲۴	۰.۵۴	۰.۳۵	۰.۳۱	۰.۳۳	۰.۳۲	۰.۲۳

در این گام با داشتن ماتریس ارتباط کامل، R_i از جمع مؤلفه‌های سطر i ام و D_j از جمع مؤلفه‌های ستون j ام ماتریس ارتباط کامل به‌دست آمد. مقادیر R_i و D_j در جدول ۷ آورده شده است.

جدول ۷. محاسبه مقادیر R_i و D_j

	R_i	D_j
R_1	۳.۸۵	۲.۴۹
R_2	۳.۳۳	۲.۳۱
R_3	۳.۴۸	۲.۱۳
R_4	۳.۸۴	۱.۹۱
R_5	۳.۳۲	۱.۷۱
R_6	۴.۵۵	۱.۵

www.SID.ir

Archive of SID

۱.۲۳	۳.۳۷	R_7

(۳۰ و ۳۱ فروردین ۱۳۹۶)

R_8	۴.۰۷	۱.۰۵
R_9	۳.۸۱	۰.۸۳
R_{10}	۳.۴۲	۰.۶۳
R_{11}	۳.۴۲	۰.۴۸
R_{12}	۴.۶۲	۰.۳

در نهایت به منظور محاسبه درجه اهمیت هر ریسک از فرمول‌های (9) و (10) استفاده شد و وزن‌ها به صورت جدول ۸ به دست آمد.

جدول ۸. وزن ریسک‌های بازار فتوولتائیک

	W	رتبه
R_1	۰.۱۰۵	۳
R_2	۰.۰۸۲	۷
R_3	۰.۰۸۳	۶
R_4	۰.۰۹۲	۴
R_5	۰.۰۷	۹
R_6	۰.۱۱۴	۱
R_7	۰.۰۶۴	۱۰
R_8	۰.۰۸۸	۵
R_9	۰.۰۷۶	۸
R_{10}	۰.۰۶	۱۱
R_{11}	۰.۰۵۹	۱۲
R_{12}	۰.۱۰۷	۲

www.SID.ir

Archive of SID

اوزان به دست آمده نشان می‌دهد که عدم اطمینان در رقابت مهم‌ترین ریسک بازار فتوولتائیک محسوب می‌شود و ریسک‌های توانایی بازاریابی، محدودیت بازار، عدم اطمینان بازار داخلی، اندازه بازار جهانی و توانایی رقابت در آن، از دست دادن سهم بازار، از دست دادن مشتری‌های کلیدی، قدرت رقابتی فناوری داخلی، عدم اطمینان بازار محصول، اندازه بازار داخلی و توانایی رقابت در آن، اثر رقبای بالقوه و آینده‌نگر بودن محصول به ترتیب در الویت‌های بعدی قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

ریسک، عاملی است که به موجب آن پیش‌بینی‌ها و برآوردهای انجام شده تحت تاثیر قرار می‌گیرند. ریسک در تمام زمینه‌ها، از جمله در هر صنعتی پدیدار می‌شود. ریسک‌ها را در ابعاد گوناگونی می‌توان مورد بررسی قرار داد، از جمله؛ فنی و تکنولوژیکی، اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و قانونی، بازار، سرمایه‌گذاری، محیطی و غیره. در این تحقیق ما به بررسی ریسک بازار در صنعت فتوولتائیک پرداختیم. این صنعت در ایران، صنعتی نوپا محسوب می‌شود و همچنان مسیر طولانی را برای توسعه پیش رو دارد. به این منظور باید ابعاد گوناگون آن را مورد بررسی قرار داد. یکی از مهمترین ریسک‌هایی که کمتر به آن پرداخته شده ولی سهم مهمی را در بازار فتوولتائیک ایران در بر می‌گیرد، ریسک بازار است. ما ۱۲ ریسک را برای عامل بازار در این تحقیق ارائه کرده و اهمیت آن‌ها را با تکنیک دیمتل تعیین کردیم. با توجه به اوزان بدست آمده، عدم اطمینان در رقابت جایگاه اول را به خود اختصاص داد و توانایی بازاریابی و محدودیت بازار در جایگاه‌های بعدی قرار گرفتند. با توجه به اولویت ریسک‌ها، آگاهی کامل از محصولاتی که رقبا به بازار ارائه می‌کنند از اهمیت بالایی برخوردار است. با داشتن آگاهی می‌توان امکان نوآوری و کسب مزیت رقابتی را به وجود آورد. بایستی از کیفیت محصولات مطمئن باشیم تا همواره سهم خود را در بازار حفظ کنیم. به منظور گسترش هر چه بیشتر بازار و صنعت فتوولتائیک پیشنهاد می‌شود که ریسک‌های دیگر از قبیل فنی و سیاسی و غیره مورد بررسی قرار گیرند.

منابع و ماخذ

Annibal Scavarda, F. E. S. de S. T. A. M. T. T. L. F. S. (2016). Similarities and contrasts of complexity, uncertainty, risks, and resilience in supply chains and temporary multi-organization projects. *International Journal of Project Management*, *34*(7), 1328–1346. https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.10.012

Aragonés-Beltrán, P., Chaparro-González, F., Pastor-Ferrando, J. P., & Rodríguez-Pozo, F. (2010). An ANP-based approach for the selection of photovoltaic solar power plant investment projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *14*(1), 249–264. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.012

Aydin, D., Utlu, Z., & Kincay, O. (2015). Thermal performance analysis of a solar energy sourced latent heat storage. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *50*, 1213–1225.

Bai, C., & Sarkis, J. (2013). A grey-based DEMATEL model for evaluating business process management critical success factors. *International Journal of Production Economics*, *146*(1), 281–292. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.07.011

Chiles, T., & McMackin, J. (1996). Integrating variable risk preferences, trust, and transaction cost economics. *Academy of Management Review*, *21*(1), 73–99.

www.SID.ir

Archive of SID

Cucchiella, F., & Gastaldi, M. (2006). Risk management in supply chain: A real option approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *17*(6), 700–720. https://doi.org/10.1108/17410380610678756

Fazelpour, F., Vafaeipour, M., Rahbari, O., & Shirmohammadi, R. (2013). Considerable parameters of using PV cells for solar-powered aircrafts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *22*, 81–91. https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.01.016

Gastli, A., & Charabi, Y. (2010). Solar electricity prospects in Oman using GIS-based solar radiation maps. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *14*(2), 790–797. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.08.018

Guerin, T. F. (2017). Evaluating expected and comparing with observed risks on a large-scale solar photovoltaic construction project: A case for reducing the regulatory burden. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *74*(August 2016), 333–348. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.040

Harland, C., Brenchley, R., & Walker, H. (2003). Risk in supply networks. *Journal of Purchasing and Supply Management*, *9*(2), 51–62. https://doi.org/10.1016/S1478-4092(03)00004-9

Heo, E., Kim, J., & Boo, K.-J. (2010). Analysis of the assessment factors for renewable energy dissemination program evaluation using fuzzy AHP. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *14*(8), 2214–2220. https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.01.020

Holtorf, H., Urmee, T., Calais, M., & Pryor, T. (2015). A model to evaluate the success of Solar Home Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *50*, 245–255. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.015

Khorasanizadeh, H., & Mohammadi, K. (2014). Establishing a diffuse solar radiation model for determining the optimum tilt angle of solar surfaces in Tabass, Iran. *Energy Conversion and*, *78*, 805–814.

Kumar Pradhan, S., & Routroy, S. (2014). Analyzing the supply chain risk issues for an Indian manufacturing company. *Journal of Advances in Management Research*, *11*(2), 144–162. https://doi.org/10.1108/JAMR-11-2012-0047

Lai, I. K. W., & Lau, H. C. W. (2012). A hybrid risk management model: A case study of the textile industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *23*(5), 665–680. https://doi.org/10.1108/17410381211234453

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, *7*(1), 77–91.

Miller, K. (1992). A framework for integrated risk management in international business. *Journal of International Business Studies*, *23*(2), 311–331.

Mirzahosseini, A. H., & Taheri, T. (2012). Environmental, technical and financial feasibility study of solar power plants by RETScreen, according to the targeting of energy subsidies in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *16*(5), 2806–2811. https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.066

Mitchell, V. (1999). Consumer perceived risk: conceptualisations and models. *European Journal of Marketing*, *33*(1/2), 163–195.

Mostafaeipour, A., Qolipour, M., & Mohammadi, K. (2016). Evaluation of installing photovoltaic plants using a hybrid approach for Khuzestan province, Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *60*, 60–74. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.105

Qin, J., Liu, X., & Pedrycz, W. (2015). An extended VIKOR method based on prospect theory for multiple attribute decision making under interval type-2 fuzzy environment. *Knowledge-Based Systems*, *86*, 116–130. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2015.05.025

Quader, M. A., Ahmed, S., Raja Ghazilla, R. A., Ahmed, S., & Dahari, M. (2016). Evaluation of criteria for CO2 capture and storage in the iron and steel industry using the 2-tuple DEMATEL technique. *Journal of Cleaner Production*, *120*, 207–220. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.056

Sindhu, S., Nehra, V., & Luthra, S. (2016). Identification and analysis of barriers in implementation of solar energy in Indian rural sector using integrated ISM and fuzzy MICMAC approach. *Renewable and*

www.SID.ir

Archive of SID

Sustainable Energy Reviews, *62*, 70–88. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.04.033

Vafaeipour, M., Hashemkhani Zolfani, S., Morshed Varzandeh, M. H., Derakhti, A., & Keshavarz Eshkalag, M. (2014). Assessment of regions priority for implementation of solar projects in Iran: New application of a hybrid multi-criteria decision making approach. *Energy Conversion and Management*, *86*, 653–663. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.05.083

Wagner, S. M., & Bode, C. (2008). An Empirical Examination of Supply Chain Performance Along Several Dimensions of Risk. *Journal of Business Logistics*, *29*(1), 307–325. https://doi.org/10.1002/j.2158-1592.2008.tb00081.x

Zarezade, M., & Mostafaeipour, A. (2016). Identifying the effective factors on implementing the solar dryers for Yazd province, Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *57*, 765–775. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.060

علی مظاهری، مهدی کرباسیان، هادی شیرویه زاد. (1390). شناسایی و اولویت بندی ریسک های زنجیره تامین در سازمان های تولیدی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. *فصلنامه مدیریت زنجیره تامین*, *13*(34), 28–37.

www.SID.ir