بهینه‌سازی فرایند تبادل دانش در خوشه‌های صنعتی: مطالعه موردی در خوشه صنعتی گچ سمنان

دریافت: ۹۷/۴/۱۷ **پذیرش: ۹۷/۵/۲۴**

حمیدرضا دزفولیان
استادیار، دپارتمان مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
Hrdezfoolian@basu.ac.ir; Hrdezfoolian@yahoo.com

پروانه سموئی
استادیار، دپارتمان مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

تبادل دانش / خوشه صنعتی / مدل ریاضی / بهینه‌سازی

چکیده

دانش به عنوان یک منبع حیاتی، می‌تواند برای شرکت‌ها مزیت رقابتی ایجاد کند و کسب و به‌کارگیری آن از وظایف مهم هر شرکتی است. خوشه صنعتی مجموعه‌ای از شرکت‌ها با محصولات مشابهند که در یک منطقه جغرافیایی مستقر هستند و شرکت‌های عضو خوشه به منظور صرفه‌جویی در منابع و افزایش توان رقابتیشان در فعالیت‌های مشترک با هم همکاری می‌کنند. یکی از این فعالیت‌های مشترک بین اعضای خوشه تبادل دانش است که موجب کاهش هزینه‌های کسب دانش، افزایش همکاری بین شرکت‌ها، بهبود توانایی، نوآوری و تقویت توان رقابت کلی شرکت‌های خوشه می‌شود. در این مقاله، ما با طراحی و استفاده از شبکه‌های جریان دانش قصد داریم با حداقل هزینه و زمان فرایند تبادل دانش بین اعضای خوشه را ماکزیمم کنیم. این مساله را با برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط فرموله کرده و با روش دقیق برای خوشه صنعتی گچ سمنان حل می‌کنیم. سپس با تحلیل حساسیت مدل، پارامترهای مهم و اثرگذار بر فرایند تبادل دانش شناسایی می‌شوند. نتایج حاصل از تحلیل نشان می‌دهد که از بین دو منبع بودجه و زمان، انعطاف مساله نسبت به بودجه خیلی کمتر است. یعنی کاهش آن اثر خیلی بیشتری در کاهش میزان تبادل دانش در خوشه دارد، اما

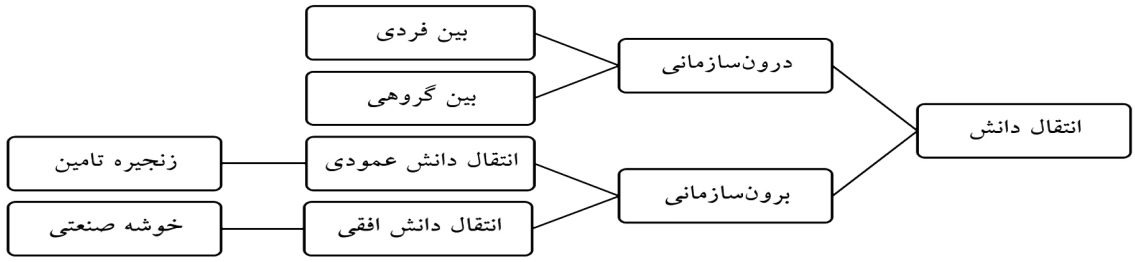
کاهش مدت برنامه تبادل دانش به مقدار خیلی کمتری میزان تبادل دانش را می‌کاهد. همچنین با تقویت رابطه بین اعضای خوشه می‌توان هزینه تبادل دانش را کاهش داد و با بهبود توان تبادل دانش شرکت‌ها می‌توان برنامه تبادل دانش در خوشه را در مدت کوتاه‌تری انجام داد. این نتایج به مدیران خوشه درک بهتری می‌دهد تا بتوانند با توجه به منابع موجود، شرایط بازار کسب و کار و اهداف تدوین شده، طوری برنامه‌ریزی کنند که فرایند تبادل دانش بین اعضای خوشه ماکزیمم شود.

مقدمه

دانش به عنوان یک منبع حیاتی جهت ایجاد مزیت رقابتی در سازمان‌ها مطرح است[۱] و مدیریت و به‌کارگیری موثر این منبع یکی از فعالیت‌های مهم هر سازمان است. مدیریت دانش شامل فرایندهایی چون کشف، کسب، توسعه و ایجاد، انتقال، نگهداری، ارزیابی و بکارگیری دانش می‌باشد که جهت دستیابی به اهداف، سازمان را یاری می‌کند [۲].

با توجه به نظرات محققان، انتقال دانش مهم‌ترین فرایند مدیریت دانش است؛ در این ارتباط [۳] انتقال دانش را یک امر حیاتی برای سازمان برشمرده‌اند، زیرا سازمان را برای توسعه مهارت‌ها و شایستگی‌ها و تداوم مزیت‌های رقابتی توانا می‌سازد [۳]. انتقال دانش به اندازه‌ای اهمیت دارد که بسیاری پذیرفته‌اند که موفقیت مدیریت دانش به انتقال دانش بستگی دارد. به عبارتی انتقال دانش مهم‌ترین بخش مدیریت دانش است [۴]؛ حتی برخی از محققان به قدری بر اهمیت انتقال دانش تاکید دارند که اظهار می‌دارند که «وجود مدیریت دانش برای پشتیبانی از انتقال دانش است» [۵].

با مرور تحقیقات انجام شده در حوزه انتقال دانش می‌توان انتقال دانش را در سطوح مختلف تقسیم‌بندی نمود. در اولین سطح می‌توان آن را به دو بخش درون‌سازمانی و برون‌سازمانی تقسیم‌بندی نمود [۶]. انتقال دانش در درون سازمان را می‌توان در دو بخش انتقال دانش فردی و گروهی دسته‌بندی کرد [۷]. و انتقال دانش برون‌سازمانی را نیز می‌توان به دو صورت انتقال دانش عمودی و افقی بین سازمان‌ها تقسیم نمود. انتقال دانش عمودی عمدتاً بین سازمان‌های موجود در یک زنجیره تامین که در سطوح مختلف زنجیره هستند، رخ می‌دهد و انتقال دانش افقی عمدتاً بین اعضای یک خوشه صنعتی قابل انجام است. این تقسیم‌بندی در نمودار (۱) نمایش داده شده است.



نمودار ۱ـ تقسیم‌بندی سطح انتقال دانش

موضوع تحقیق انجام شده در این مقاله، به انتقال دانش برون‌سازمانی و نوع افقی آن مربوط است که عمدتاً بین شرکت‌هایی با زمینه فعالیت و تولیدات مشابه اتفاق می‌افتد. این نوع انتقال دانش بین شرکت‌هایی که عموماً در قالب خوشه‌های صنعتی در کنار هم به فعالیت مشغول هستند، بیشتر رخ می‌دهد. منظور از خوشه صنعتی در یک تعریف ساده عبارت است از شبکه‌ای از شرکت‌ها با صنایع مرتبط که در یک منطقه واقع شده‌اند [۸]. البته تعاریف دیگری از آن توسط صاحب‌نظران ارائه شده است که با جمع‌بندی از این تعاریف می‌توان گفت خوشه صنعتی مجموعه‌ای از شرکت‌های اقتصادی متمرکز در یک مکان جغرافیایی را شامل می‌شود، که برای تولید یک یا چند محصول مشابه و مرتبط، به منظور کسب صرفه‌های

اقتصادی با یکدیگر ارتباطات برقرار نموده و ضمن رقابت با یکدیگر در بسیاری از موارد همکاری جمعی و اقدامات مشترک دارند. ارتباط درونی این شرکت‌ها باعث کاهش هزینه‌ها، تسهیل دسترسی به نهاده‌ها، دانش، فناوری تولید و بازارهای فروش و تأمین نیازهای مشتری خواهد شد. یکی از زمینه‌های همکاری مشترک شرکت‌های عضو، خوشه انتقال دانش بین آنهاست. انتقال دانش در میان شرکت‌های عضو خوشه صنعتی دارای اهمیت بسیار زیادی است و موجب کاهش هزینه‌های کسب دانش، افزایش همکاری بین شرکت‌های خوشه، بهبود توانایی نوآوری خوشه و ترویج و تقویت توان رقابت کلی شرکت‌های خوشه می‌شود [۹].

در این ارتباط هدایت فعالیت‌های تبادل دانش در خوشه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است، زیرا با این کار می‌توان از منابع موجود که مهم‌ترین آنها زمان و بودجه است، استفاده بهینه نمود. این موضوع به نوبه خود باعث افزایش بهره‌وری تبادل دانش می‌گردد. یعنی فعالیت‌های تبادل دانش طوری سازمان‌دهی می‌شوند که بتوان با صرف کمترین منابع سطح دانش اعضای خوشه را ماکزیمم نمود. منظور از هدایت فعالیت‌های تبادل دانش این است که دانش‌های مهم برای شرکت‌های عضو خوشه مشخص شوند و در انتقال دانش بین اعضای خوشه این دانش‌ها در اولویت قرار گیرند. زیرا لیوچن (۲۰۰۵)، بیان کرده‌اند که ارزش دانش مهم‌ترین عامل در انتقال دانش است. همچنین در تبادل دانش به میزان نزدیکی رابطه بین اعضای خوشه توجه شود و شرکت‌هایی که رابطه نزدیک‌تری با هم دارند، برای انتقال دانش به یکدیگر در اولویت قرار گیرند [۱۰] تا تبادل دانش بین آنها با هزینه کمتری صورت گیرد. در واقع هدف استفاده موثر از شبکه‌های جریان دانش موجود [۱۱] و طراحی شبکه‌های جریان دانش کارهای جدید [۱۲] به منظور تسهیل جریان تبادل دانش در خوشه می‌باشد.

در مورد انتقال دانش تحقیقات زیادی انجام شده است که تعداد اندکی از آنها به موضوع انتقال دانش در خوشه‌های صنعتی مربوط می‌شود. به طور خاص می‌توان گفت تحقیقات دانشگاهی در مورد طراحی و استفاده موثر از شبکه‌های جریان دانش محدود است [۱۳].

در این مقاله تمرکز اصلی بر پاسخ به این سوال است که چگونه می‌توان با بهره‌گیری موثر از منابع موجود در یک خوشه صنعتی جریان انتقال دانش بین اعضای آن را طوری هدایت کرد که سطح دانش کل شرکت‌های عضو خوشه با تاکید بر دانش‌های پراهمیت، ماکزیمم شود. برای پاسخ به این سوال باید با بودجه و زمان محدود مشخص نمود که چه دانشی در چه زمانی بین کدام شرکت‌ها منتقل شود تا سطح دانش کل شرکت‌های خوشه ماکزیمم شود. چنین مساله‌ای را می‌توان با مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط فرموله کرد و برای خوشه مورد مطالعه با روش دقیق و با استفاده از نرم‌افزار GAMS حل نمود.

نتایج حاصل از حل، مدل چند موضوع مهم در تبادل دانش بین شرکت‌های خوشه را روشن می‌کند. اول؛ بیشترین انتقال دانش از شرکت‌های خبره به متوسط صورت می‌گیرد و پس از آن از شرکت‌های متوسط به مبتدی. کمترین سهم انتقال دانش مربوط به انتقال دانش از شرکت‌های خبره به مبتدی است. دوم؛ فرایند انتقال دانش در خوشه به شدت به بودجه تبادل دانش وابسته است و کاهش بودجه تاثیر زیادی بر کاهش مقدار دانش تبادل شده بین اعضای خوشه می‌گذارد. در حالی که کاهش مدت برنامه تبادل دانش، تاثیر کمتری بر کاهش مقدار دانش تبادل شده بین اعضا دارد. سوم؛ تقویت توان تبادل دانش اعضای خوشه مخصوصاً شرکت‌هایی که در این زمینه ضعیف‌تر هستند، این فرصت را ایجاد می‌کند که بتوان برنامه تبادل دانش در خوشه را در مدت کوتاه‌تری انجام داد. چهارم؛ تقویت روابط بین شرکت‌ها، کاهش هزینه‌های تبادل دانش در خوشه را درپی دارد.

۱. مرور ادبیات

در ادبیات موضوع، مطالعات مختلفی در ارتباط با انتقال دانش در خوشه‌های صنعتی انجام شده است. می‌توان این مطالعات را در هفت گروه جدول ۱ دسته‌بندی نمود.

بیشترین مطالعات در ارتباط با روش‌ها و مکانیزم‌های

انتقال دانش در خوشه‌ها و تاثیر عوامل مختلف بر آن می‌باشد. سرکیوویچ و ویناسپرگر (۲۰۱۳) [۱۴]، به بررسی تاثیر اعتماد در انتخاب مکانیزم انتقال دانش در خوشه صنعتی پرداختند. ریچاردسون (۲۰۱۳) [۱۵] به‌اشتراک‌گذاری دانش از طریق تعاملات اجتماعی در یک خوشه سیاست‌محور را مطالعه کردند. استیک (۲۰۱۲) [۱۶] انتقال دانش در میان شرکت‌های خوشه و ارتباط آن با رقابت در مقاصد توریستی در جنوب برزیل را مورد آنالیز قرار دادند. سرکوویچ و ویناسپرگر [۱۴] به بررسی تاثیر میزان ضمنی بودن دانش بر انتخاب مکانیزم انتقال دانش در خوشه بر مبنای تئوری غنای اطلاعات پرداختند. بررسی و ارزیابی انطباق مدل نوناکا تاکوچی بر فرایند کسب دانش‌های خارجی در شرکت‌های واقع در خوشه‌های دانش‌محور توسط لوپز سائز (۲۰۱۰) [۱۷] مورد مطالعه قرار گرفت که به بهبود درک از ارتباط با مکانیزم‌های مختلفی که سازمان می‌تواند برای یادگیری در چنین محیط‌هایی مورد استفاده قرار دهد، کمک می‌کند. ویلسون و اسپوهر (۲۰۰۹) [۱۸] موضوع انتقال غیررسمی دانش بین کارکنان ماهر شرکت‌های خوشه‌های صنعتی که کارکنان یا کارفرمایان آنها با هم در ارتباط هستند را مورد مطالعه قرار داده‌اند.

جدول ۱ـ دسته‌بندی موضوعی مقالات انتقال دانش در خوشه‌های صنعتی

مقالات	موضوع
Richardson, 2013; Sreckovic & Windsperger, 2013; Stacke et al., 2012; Sreckovic & Windsperger, 2011; Lopez-Saez et al., 2010; Wilson & Spoehr, 2009	روش و مکانیزم‌های انتقال دانش در خوشه و تاثیر عوامل مختلف بر آن
Hoffmann et al., 2014; Xiong et al., 2013; Power & Lundmark, 2004; Dayasindhu, 2002	بررسی عوامل مختلف بر انتقال دانش در خوشه
J. Guo & B. Guo, 2008; Chen et al., 2008; Giuliani, 2007	بررسی شبکه دانش در خوشه
Zhou, 2013; Yu, 2008	ارائه مدل (غیرریاضی) برای نشر دانش در خوشه
Hoffmann et al., 2011	بررسی اثر انتقال دانش بر خوشه
Fang et al., 2011	خطرات انتقال دانش در خوشه
Bocquet & Mothe, 2010	نقش دولت در انتقال دانش در خوشه

گروه دوم مربوط به بررسی تاثیر عوامل مختلف بر روی انتقال دانش در خوشه‌های صنعتی می‌باشد که در آن چهار مقاله وجود دارد. هافمن (۲۰۱۴) [۱۹] تاثیر همکاری‌های بین شرکتی، موسسات حمایت صنعتی، جابجایی نیروی کار و روابط اجتماعی را بر فرایند انتقال دانش در خوشه صنعتی صادرات مبلمان برزیل مورد مطالعه قرار دادند. شانگ (۲۰۱۳) [۲۰] با استفاده از تئوری سیستم‌های دینامیک و شبکه علت و معلولی تاثیر چهار عامل فرستنده دانش، گیرنده دانش، شکاف دانشی و دانش انتقالی را بر انتقال دانش بین سازمانی در خوشه صنعتی مورد بررسی قرار داده‌اند. پاور و لندمارک [۲۱] به بررسی اثر نیروی کار متحرک در انتقال دانش و ایده در خوشه صنعتی ICT استکهلم سوئد پرداختند. دایاسیندهور (۲۰۰۲) [۲۲] اثر انتقال دانش و عوامل ضمنی (مثل اعتماد، تجربه، فرصت طلبی، پیچیدگی کار و سرمایه انسانی خاص) بر خوشه صنعتی، به‌عنوان عواملی که می‌توانند زمینه‌ساز توفیق در رقابت جهانی باشند را بررسی کرد.

مقالات گروه سوم به موضوع شبکه‌های دانش در خوشه‌های صنعتی مربوط است که شامل سه مورد است. چو (۲۰۰۸) [۲۳]، به بررسی تکامل شبکه دانش در خوشه تولید بر اساس تغییر نقش‌های مختلف در هر مرحله از تکامل شبکه دانش پرداختند. چن و همکاران، اثر شش متغیر (پس‌زمینه فرهنگ اجتماعی منطقه‌ای، عمق دانش به اشتراک‌گذاشته شده، گستره دانش به اشتراک‌گذاشته شده، مشخصه‌های دانش، ویژگی‌های شرکا و مشخصه‌های شبکه) بر کارایی شبکه دانش در خوشه‌های

صنعتی را مطالعه کردند. جولیانی (۲۰۰۷) [۲۴] خواص ساختاری شبکه‌های دانش را در سه خوشه صنعتی، با کاربرد آنالیز شبکه‌های اجتماعی بررسی نمودند.

در سایر گروه‌ها زو (۲۰۱۳) [۲۵] یک مدل چرخه‌ای حلزونی چهار مرحله‌ای برای نشر دانش در خوشه‌های با تکنولوژی بالا ارائه کرد. یو (۲۰۰۸) [۲۶] مدل کردن ماهیت دانش محصول در خوشه صنعتی به منظور حل مشکلات به اشتراک‌گذاری اطلاعات محصول را مورد مطالعه قرار داد. هافمن و همکاران [۲۷] نوآوری یک شرکت را تحت تاثیر انتقال دانش بین شرکت‌های خوشه بررسی کردند. فنگ (۲۰۱۱) [۲۸] به مطالعه شناسایی خطرات مختلف در فرایند انتقال دانش در خوشه‌های صنعتی با استفاده از ریاضیات فازی و شبکه عصبی مصنوعی پرداختند و در نهایت بوکت و مُت (۲۰۱۰) [۲۹] نقش دولت را در یکپارچه‌سازی دانش در خوشه‌های صنعتی کوچک بررسی کردند.

در مطالعات انجام شده، به موضوع استفاده بهینه از منابع برای ماکزیمم کردن انتقال دانش بین اعضای یک خوشه صنعتی پرداخته نشده است و مدلسازی ریاضی به‌عنوان یک ابزار قوی برای حل چنین مساله‌ای به‌کار نرفته است. محیط رقابتی کسب و کار امروزی ایجاب می‌کند برای کسب مزیت رقابتی، عملکرد شرکت‌ها در کلیه زمینه‌ها بهینه و بهره‌ور باشد تا زمینه رشد و بقای آنها فراهم شود. از طرفی بنا به اعتقاد صاحب‌نظران دانش به عنوان یک منبع استراتژیک مطرح است و لازم است برای تبادل این منبع استراتژیک در خوشه صنعتی به بهترین شکل عمل شود. یعنی در کمترین زمان و با حداقل هزینه، سطح دانش کلیه اعضای خوشه ماکزیمم شود. برای این کار می‌توان مساله را با یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط فرموله کرد و با روش‌های حل دقیق برای خوشه مورد مطالعه حل نمود تا بتوان جواب بهینه آن را یافت.

۲. تعریف مساله

هنگامی که در یک منطقه جغرافیایی تعدادی شرکت با زمینه فعالیت و محصولات مشابه قرار دارند، امکان ایجاد یک خوشه صنعتی فراهم می‌شود. با قوی‌تر شدن روابط بین شرکت‌ها و ایجاد شبکه‌های همکاری بین آنها یک خوشه صنعتی شکل می‌گیرد. در خوشه‌های صنعتی فعالیت‌هایی مثل خریدهای مشترک، استفاده از شبکه‌های توزیع مشترک، ارتباطات تکنولوژیکی، آموزش مشترک کارکنان، تحقیقات مشترک، تبادل دانش و موارد مشابه انجام می‌شود. یکی از زمینه‌های همکاری مشترک بین اعضای خوشه که موضوع مطالعه در این مقاله است، تبادل دانش میان آنهاست. تبادل دانش در خوشه‌های صنعتی گاهی در خلال تعاملات کارکنان شرکت‌ها در انجام فعالیت‌های مشترک صورت می‌گیرد و در برخی موارد نیز به عنوان یک فعالیت مشترک اصلی مدنظر شرکت‌های عضو خوشه است. در چنین مواردی شرکت‌ها در قالب همکاری‌های گروهی سعی می‌کنند نیازهای دانشی خود را از طریق سایر اعضای خوشه برآورده کنند. اما از آنجا که سطح دانش اعضای خوشه در دانش‌های مختلف یکسان نیست، شرکت‌هایی که در برخی دانش‌ها خبره هستند به سایر اعضای خوشه آموزش می‌دهند و خودشان نیز در برخی زمینه‌ها که نیاز به دانش‌های خاصی دارند، سعی می‌کنند نیاز خود را از سایر اعضای خوشه تامین کنند. بنابراین بین اعضای خوشه یک سری تبادل دانش صورت می‌گیرد که در طی آن سطح دانش شرکت‌ها با همکاری اعضا افزایش می‌یابد. برای تبادل دانش در خوشه منابع محدودی در اختیار است و مدیران خوشه و شرکت‌ها به دنبال این هستند که بتوانند در کوتاه‌ترین زمان و با کمترین هزینه بیشترین تبادل دانش صورت گیرد و سطح دانش کل اعضای خوشه به بیشترین حد ممکن افزایش یابد.

در فرایند تولید هر محصول، به یک مجموعه دانش در موضوعات مختلف نیاز است و هر شرکت وقتی امکان تولید این محصول را پیدا می‌کند که در کلیه این موضوعات دارای یک حداقل دانشی باشد و هنگامی سرآمد تولیدکنندگان این محصول می‌شود که بتواند در کلیه این دانش‌ها به بالاترین سطح آگاهی دست یابد. از آنجایی که شرکت‌های عضو خوشه سابقه فعالیت و تولید محصولات مربوط به خوشه را دارند، لذا کلیه اعضای خوشه در همه دانش‌های مربوط به محصول تولیدی، حداقل سطح دانش را دارا هستند. هدف از فرایند تبادل

دانش بین شرکت‌ها این است که کلیه شرکت‌ها تا حد ممکن در کلیه دانش‌ها به بالاترین سطح دانش برسند.

با توجه به این که شرکت‌های عضو خوشه کاملا مشابه نیستند و از لحاظ اندازه شرکت، اهداف، نوع بازار، ویژگی‌های خاص محصول و مواردی از این دست دارای تفاوت هستند، بنابراین اهمیت دانش‌های مختلف برای آنها یکسان نیست. به همین دلیل این دانش‌ها برای هر شرکت با توجه به مشخصات و اولویت‌هایش وزن‌دهی می‌شود تا در فرایند کسب دانش، دانش‌های مهم‌تر در اولویت قرار گیرند.

لازم است در ابتدا افق برنامه‌ریزی سطح دانش هر شرکت در کلیه دانش‌ها تعیین گردد. برای هر دانش سه سطح مبتدی، متوسط و خبره تعریف شده است. به این ترتیب شرکت‌هایی که دارای سطح دانش بالاتری هستند، می‌توانند در فرایند تبادل دانش، دانش خود را به سایر شرکت‌های نیازمند منتقل کنند. مدت انتقال هر دانش نیز با توجه به میزان پیچیدگی و ضمنی بودن آن تعیین می‌گردد.

برای کسب اطمینان از این که با حداقل منابع بتوان بیشترین افزایش در سطح دانش شرکت‌های خوشه را فراهم نمود، لازم است مساله را به شکل یک مدل ریاضی فرموله کرد و با حل آن بهترین جواب را برای مساله مشخص نمود. در بخش بعد این مدل ریاضی معرفی می‌شود.

فرموله کردن مدل

در این مقاله مساله طراحی شبکه‌های انتقال دانش به منظور ماکزیمم کردن سطح دانش اعضای خوشه با استفاده از روش برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط انجام می‌شود. اندیس‌ها، پارامترها، متغیرها، مفروضات، تابع هدف و محدودیت‌های این مدل در این بخش معرفی می‌شوند.

اندیس‌ها

شرکت‌های عضو خوشه	1,2,…,M	i, j, g
دانش‌ها	1,2,…,K	k
پریودهای زمانی	1,2,…,T	t

متغیرها

X^t_{ijk}	اگر انتقال/ارائه دانش k از شرکت i به شرکت j در دوره t شروع شود برابر یک است، در غیر این صورت صفر است.
E^t_{jk}	اگر شرکت j در پریود t مشغول کسب دانش ام باشد برابر یک است، در غیر این صورت صفر است.
F^t_{ik}	اگر شرکت i در پریود t مشغول انتقال/ارائه دانش kام باشد برابر یک است، در غیر این صورت صفر است.
L^t_{ik}	سطح دانش k در شرکت i در پایان پریود t.

پارامترها

Dk	مدت زمان لازم برای انتقال یک سطح دانش k.
Wik	اهمیت دانش k برای شرکت i.
Cijk	هزینه انتقال/ارائه دانش k از شرکت i به شرکت j.
C	کل بودجه درنظر گرفته شده برای تبادل دانش در خوشه صنعتی.
Ai	حداکثر تعداد دانشی که شرکت i می‌تواند همزمان به سایر شرکت‌ها انتقال/ارائه دهد (توان انتقال/ارائه شرکت i).
Bj	حداکثر تعداد دانشی که شرکت j می‌تواند همزمان از سایر شرکت‌ها کسب کند (توان کسب شرکت j).
θ	حداکثر تعداد شرکتی که می‌توانند همزمان از یک شرکت یک دانش را کسب کنند (ظرفیت کلاس آموزش در خوشه).
Rij	میزان نزدیکی ارتباط شرکت i به j.
α,β	ضرایبی بین (۰، ۱) جهت تعیین اهمیت هر یک از دو بخش تابع هدف که مجموعشان باید یک شود.

مفروضات

مجموعه مفروضات مدل عبارتند از:

- شرکت‌هایی که عضو خوشه هستند تمایل به تبادل دانش‌هایشان را با یکدیگر دارند، اما با توجه به نوع دانش و درجه نزدیکی روابط بین آنها هزینه انتقال دانش بین آنها متفاوت است.
- توان همزمان انتقال/ارائه چند دانش و توان همزمان کسب چند دانش برای هر شرکت محدود است و با توجه به عواملی چون تعداد کارکنان، سطح تحصیلات و تجربه آنها، امکانات شرکت و فرصتی که شرکت برای پرداختن به آموزش در نظر می‌گیرد، قابل تعیین است.
- به منظور انتقال دانش در خوشه صنعتی فرض بر این است که همیشه سطح دانش شرکت انتقال/ارائه‌دهنده حداقل یک سطح از سطح دانش شرکت کسب‌کننده

بالاتر است.

- شرکتی که در حال انتقال/ارائه یک نوع دانش به سایر شرکت‌هاست تا پایان دوره آموزش نمی‌تواند این نوع دانش را همزمان از سایر شرکت‌ها کسب کند.
- هر شرکت تا پایان دوره کسب یک دانش خاص نباید سطح بالاتری از این دانش را از سایر شرکت‌ها کسب کند.
- سطح دانش شرکت در یک دانش هنگامی یک سطح افزایش می‌یابد که دوره آموزش آن سطح دانش به طور کامل طی گردد.
- یک شرکت به طور همزمان می‌تواند یک دانش را به چند شرکت یادگیرنده انتقال/ارائه دهد (ظرفیت کلاس).
- بودجه‌ای محدود برای تبادل دانش بین شرکت‌ها در خوشه صنعتی درنظر گرفته شده است که نباید هزینه تبادل دانش بین شرکت‌ها از این مقدار تجاوز کند.

تابع هدف

تابع هدف شامل دو بخش است، بخش اول، ماکزیمم کردن سطح دانش کل شرکت‌های خوشه صنعتی با توجه به ارزش دانش‌ها و بخش دوم، ماکزیمم کردن تبادل دانش بین شرکت‌هایی که دارای روابط قوی‌تری با هم هستند.

$$\text{Max}(\alpha \sum_{i=l}^{M}\sum_{k=l}^{K} W_{ik} \cdot L_{ik}^{T} + \beta \sum_{t=l}^{T}\sum_{i=l}^{M}\sum_{j=l, i\neq j}^{M}\sum_{k=l}^{K} R_{ij} \cdot X_{ijk}^{t}) \quad (۱)$$

محدودیت‌ها

محدودیت‌های این مدل عبارتند از:

- در صورتی که سطح دانش kام شرکت i در شروع پریود t از شرکت j بیشتر است X_{ijk}^{t} برابر یک می‌شود، در غیر این صورت صفر می‌شود (M' یک عدد به اندازه کافی بزرگ).

$$X_{ijk}^{t} \le L_{ik}^{t} - L_{jk}^{t} + M' \cdot (1 - X_{ijk}^{t}) \quad (۲)$$

$$i, j = 1,..., M ; i \neq j ; k = 1,..., K ; t < (T - D_k + 1)$$

- اگر X_{ijk}^{t} در شروع پریود t برابر یک شود، شرکت j در $D_k - 1$ پریود بعدی نمی‌تواند دانش k را از شرکت دیگری کسب کند.

$$\sum_{i=1, i\neq j}^{M}\sum_{q=t+1}^{t+D_k-1} X_{ijk}^{q} \le (1 - \sum_{i=1, i\neq j}^{M} X_{ijk}^{t}) \quad (۳)$$

$$j = 1,..., M ; k = 1,..., K ; t \le (T - D_k + 1)$$

- در $D_k - 1$ پریود آخر افق برنامه‌ریزی نباید انتقال/ارائه دانش kام شروع شود زیرا فرصت کافی برای انتقال این دانش وجود ندارد.

$$\sum_{q=T-D_k+1}^{T} X_{ijk}^{q} \le 0 \quad (۴)$$

$$i, j = 1,..., M ; i \neq j ; k = 1,..., K$$

- تعیین سطح دانش kام شرکت j در D_k پریود ابتدایی از افق برنامه‌ریزی با توجه به سطح اولیه دانش kام شرکت است.

$$L_{jk}^{t+1} = L_{jk}^{t} \quad (۵)$$

$$j = 1,..., M ; k = 1,..., K ; t < D_k$$

- سطح دانش kام شرکت j پس از پایان دوره انتقال (یعنی D_k پریود) یک سطح افزایش می‌یابد.

$$L_{jk}^{t} = L_{jk}^{t-1} + \sum_{i=1, i\neq j}^{M} X_{ijk}^{t-D_k} \quad (۶)$$

$$j = 1,..., M ; k = 1,..., K ; t > D_k$$

- سطح دانش kام شرکت i در همه پریودها نباید از بالاترین سطح تعریف شده (سطح خبره) بیشتر شود.

$$L_{ik}^{t} \le L_{Max} \quad (۷)$$

$$i = 1,..., M ; k = 1,..., K ; t = 1,..., T$$

- شرکت‌هایی که در پریود t به‌طور همزمان در حال کسب دانش kام از شرکت i هستند، تعدادشان نباید از θ بیشتر باشد (رعایت ظرفیت کلاس آموزش).

$$\sum_{j=1, j\neq i}^{M}\sum_{q=t}^{t+D_k} X_{ijk}^{q} \le \theta \quad (۸)$$

$$i = 1,..., M ; k = 1,..., K ; t = 1,..., T$$

- محدودیت‌های ۹ و ۱۰ با هم حداکثر توان انتقال/ارائه دانش همزمان یک شرکت را کنترل می‌کنند. یعنی تعداد دانش‌های مختلف kای که شرکت i می‌تواند در هر پریود به‌طور همزمان به سایر شرکت‌ها انتقال/ارائه دهد، حداکثر برابر Ai است.

$$\sum_{k=1}^{K} F_k^t \le A_i \qquad (۹$$

$$i = 1,..., M; t = 1,..., T$$

$$\left(\sum_{j=1, j\neq i}^{M} \sum_{q=t-D_k+1}^{t} X_{ijk}^q \Big/ M'\right) \le F_k^t \qquad (۱۰$$

$$i = 1,..., M; k = 1,..., K; t = 1,..., T$$

- محدودیت ۱۱ و ۱۲ با هم حداکثر توان کسب دانش همزمان یک شرکت را کنترل می‌کنند. یعنی تعداد دانش‌های مختلف kای که شرکت j می‌تواند در هر پریود بطور همزمان از سایر شرکت‌ها کسب کند، حداکثر برابر Bj است.

$$\sum_{k=1}^{K} E_{jk}^t \le B_j \qquad (۱۱$$

$$j = 1,..., M; t = 1,..., T$$

$$\left(\sum_{i=1, i\neq j}^{M} \sum_{q=t-D_k+1}^{t} X_{ijk}^q \Big/ M'\right) \le E_{jk}^t \qquad (۱۲$$

$$j = 1,..., M; k = 1,..., K; t = 1,..., T$$

- شرکت j تا پایان مدت کسب دانش kام از شرکت i نباید (سطح بالاتر) این دانش را از سایر شرکت‌ها کسب کند.

$$\sum_{i=1, i\neq j}^{M} \sum_{q=t}^{t+D_k} X_{ijk}^q \le 1 \qquad (۱۳$$

$$j = 1,..., M; k = 1,..., K; t = 1,..., T$$

شرکت i تا پایان مدت انتقال/ارائه دانش kام به شرکت j نمی‌تواند این دانش را از سایر شرکت‌ها کسب کند.

$$X_{ijk}^t + \sum_{g=1, g\neq i}^{M} \sum_{q=t}^{t+D_k-1} X_{gik}^q \le 1 \qquad (۱۴$$

$$i, j = 1,..., M; i \neq j; k = 1,..., K; t = 1,..., T$$

- مجموع هزینه‌های انتقال دانش از شرکت‌های انتقال/ارائه‌دهنده i به شرکت‌های کسب‌کننده j در کل افق برنامه‌ریزی نباید از بودجه تخصیص‌یافته C بیشتر شود.

$$\sum_{t=1}^{T} \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1, i\neq j}^{M} \sum_{k=1}^{K} C_{ijk} \cdot X_{ijk}^t \le C \qquad (۱۵$$

حل مدل

این مدل یک مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط است که با توجه به اندازه مساله مورد مطالعه با روش‌های دقیق و با کمک نرم‌افزارهای موجود قابل حل می‌باشد. برای حل مدل از نرم‌افزار GAMS و solver CPLEX استفاده شده است. در بخش بعد ضمن اشاره به مشخصات خوشه مورد مطالعه نتایج حاصل از حل مدل و همچنین تحلیل حساسیت مربوط به آن ارائه می‌شود.

مطالعه موردی

خوشه صنعتی مورد مطالعه، خوشه گچ سمنان می‌باشد که دارای ۳۵ شرکت صنعتی فعال است که در زمینه تولید گچ و فرآورده‌های آن فعالیت دارند. این خوشه نقش مهمی در اقتصاد و اشتغال استان سمنان دارد. حدود ۱۰۰۰ نفر به‌طور مستقیم و ۴۰۰۰ هزار نفر نیز به‌طور غیرمستقیم در این بخش فعال هستند. استان سمنان با تولید سالانه ۶ میلیون تن گچ، ۸۰٪ گچ کشور را تولید می‌کند. به‌طور متوسط در هر شرکت تولیدی ۲۹ نفر اشتغال دارند. در این خوشه با توجه به نظر خبرگان و شرایط موجود در خوشه یک افق ۱۳ ماهه برای برنامه‌ریزی تبادل دانش در نظر گرفته شد و هر پریود از افق برنامه‌ریزی معادل یک ماه تعیین گردید. در این مرحله بر اساس نظر مدیران خوشه تصمیم گرفته شد که ۱۰ دانش پراولویت مربوط به خوشه در برنامه تبادل دانش گنجانده شود.

سطح دانش شرکت‌ها در هر دانش در ابتدای افق برنامه‌ریزی باید به‌عنوان یکی از پارامترهای ورودی مدل تعیین گردد. تعیین سطح اولیه هر دانش برای هر شرکت بر مبنای معیارهای تعریف شده توسط خبرگان و کارشناسان خوشه صورت گرفت و متناسب با توان اجرایی هر شرکت در زمینه دانش مورد نظر، سطح آن دانش تعیین گردید.

مدت انتقال هر دانش تابعی از پیچیدگی و ضمنی بودن آن دانش است و هر چه میزان پیچیدگی و درجه ضمنی بودن یک دانش بیشتر باشد، مدت انتقال آن از یک شرکت به سایر شرکت‌ها افزایش می‌یابد. در این خوشه با توجه به نوع دانش‌های مورد تبادل و بر اساس نظر خبرگان، دانش‌ها از لحاظ پیچیدگی و درجه ضمنی بودن در سه گروه تقسیم شدند و متناسب با آن مدت انتقال هر دانش بین ۱ تا ۳ پریود تعیین گردید.

هزینه انتقال هر دانش از یک شرکت به شرکت دیگر بر مبنای درجه نزدیکی رابطه بین شرکت‌ها و نوع دانش (از لحاظ پیچیدگی و درجه ضمنی بودن) مورد مبادله تعیین گردید. هزینه انتقال دانش با درجه نزدیکی روابط بین شرکت‌ها رابطه عکس دارد و با میزان پیچیدگی و درجه ضمنی بودن دانش رابطه مستقیم دارد، یعنی هر چه رابطه بین شرکت‌ها نزدیک‌تر (قوی‌تر) باشد هزینه انتقال کمتر و هر چه پیچیدگی و درجه ضمنی بودن دانش بیشتر باشد هزینه انتقال دانش بیشتر می‌شود.

میزان نزدیکی رابطه بین شرکت‌های عضو خوشه یکسان نیست و درجه نزدیکی بین آنها با توجه به عواملی چون وجود روابط مالی بین شرکت‌ها و سطح این روابط، تبادل نیروی کار، مواد اولیه و تجهیزات، نزدیکی فیزیکی، وجود روابط خویشاوندی بین کارکنان شرکت‌ها و مواردی از این دست تعیین گردید. هر چه روابط بین اعضای خوشه به هم نزدیک‌تر باشد، تبادل دانش بین اعضا کم هزینه‌تر و ساده‌تر صورت می‌گیرد. درجه نزدیکی روابط بین اعضای خوشه با اعدادی بین ۱ تا ۹ بیان می‌شود که عدد ۱ بیان‌کننده ضعیف‌ترین رابطه و عدد ۹ نشان‌دهنده قوی‌ترین رابطه بین شرکت‌ها است.

توان همزمان انتقال چند دانش و توان همزمان کسب چند دانش برای هر شرکت محدود است و با توجه به عواملی چون تعداد کارکنان، سطح تحصیلات و تجربه آنها، امکانات شرکت و فرصتی که شرکت برای پرداختن به آموزش اختصاص می‌دهد تعیین می‌گردد. در خوشه مورد مطالعه این توانایی برای هر شرکت بر اساس مشخصات مربوط به آن، در بازه‌ای بین ۲ تا ۶ تعیین گردید.

مقدار ضریب θ بر اساس امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری موجود در خوشه و شرکت‌های عضو آن تعیین می‌گردد، یعنی یک شرکت می‌تواند یک سطح از دانش خاصی را همزمان به چند شرکت دیگر انتقال/ارائه دهد یا به عبارتی در یک کلاس آموزش با امکانات موجود امکان حضور نمایندگان چند شرکت برای کسب همزمان یک دانش خاص وجود دارد که به آن ظرفیت کلاس آموزش می‌گوییم. مقدار θ در خوشه مورد مطالعه با بررسی امکانات موجود ۴ در نظر گرفته شد.

مقدار α و β بر اساس نظر مدیران خوشه تعیین می‌گردد. آنها نیز با توجه به میزان اهمیتی که برای هر بخش از تابع هدف قائل هستند، مقادیر مربوط به α و β را پیشنهاد می‌دهند. در جدول ۲ به طور خلاصه دامنه مقادیر، متوسط و مبنای اندازه‌گیری پارامترهای مدل برای خوشه مورد مطالعه ذکر شده است، در واقع این داده‌ها، داده‌های ورودی مدل هستند.

جدول ۲ـ خلاصه اطلاعات مربوط به پارامترهای ورودی مدل

مبنای اندازه‌گیری و محاسبه	واحد	متوسط	دامنه/ مقدار	پارامترها
توان اجرایی هر شرکت در زمینه دانش مورد نظر بر مبنای معیارهای تعریف شده	سطح	۲/۰۴	1 – 3	$L^{1}_{k\ *}$
میزان پیچیدگی و درجه ضمنی بودن دانش	پریود (ماه)	–	1 – 3	Dk
نظر مدیران هر شرکت	–	۰/۱	0.03 – 0.19	Wik
میزان پیچیدگی و درجه ضمنی بودن دانش و درجه نزدیکی شرکت‌ها به هم	واحد پولی	–	11-49	Cijk
توان مالی اعضای خوشه و مبلغ تخصیص یافته توسط مدیران خوشه	واحد پولی	–	7500	C

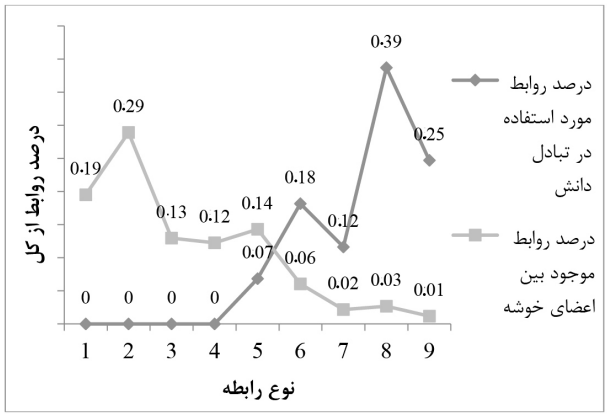
مبنای اندازه‌گیری و محاسبه	واحد	متوسط	دامنه/ مقدار	پارامترها
عواملی چون وجود روابط مالی بین شرکت‌ها و سطح این روابط، میزان تبادل نیروی کار،مواد اولیه و تجهیزات، نزدیکی فیزیکی، وجود روابط خویشاوندی بین کارکنان شرکت‌ها	–	۳/۲۰۳۳	1 – 9	Rij
عواملی مثل تعداد کارکنان، سطح تحصیلات و تجربه آنها، امکانات شرکت و فرصتی که شرکت برای پرداختن به آموزش درنظر می‌گیرد		۳/۱۴۲۸	2 – 6	Ai
عواملی مثل تعداد کارکنان، سطح تحصیلات و تجربه آنها، امکانات شرکت و فرصتی که شرکت برای پرداختن به آموزش درنظر می‌گیرد		۳/۲۵۷۱	2 – 6	Bj
امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری موجود در خوشه و شرکت‌های عضو آن جهت آموزش	عدد	–	4	θ
نظر مدیران خوشه	–	–	0.5 - 0.5	α, β

* مقدار L^{t}_{ik} به ازای t=1 جز پارامترهای مدل است و به ازای t=2, …, T جز متغیرهای مدل است.

مجموع سطح ده دانش پراولویت شرکت‌های عضو خوشه که در برنامه تبادل دانش مد نظر هستند، در ابتدای افق برنامه‌ریزی برابر ۷۱۴ می‌باشد و در بهترین حالت با اجرای برنامه تبادل دانش مجموع سطح اعضای خوشه در این ده دانش می‌تواند به ۱۰۵۰ (سطح ایده‌ال دانش خوشه) برسد. یعنی میزان حداکثر دانشی که می‌تواند تبادل شود ۳۳۶ است.

نتایج و بحث

مدل فوق با روش‌های حل دقیق و به کمک نرم‌افزار GAMS قابل حل است. نتایج حاصل از حل مدل نشان می‌دهد که با یک افق برنامه‌ریزی ۱۳ ماهه می‌توان سطح دانش ۳۵ شرکت عضو خوشه را در ۱۰ دانش مورد نظر با صرف ۷۳۱۳ واحد پولی به سطح خبره (بالاترین سطح) ارتقا داد و سطح دانش اعضای خوشه را به ۱۰۵۰ رساند. بخش دوم تابع هدف به منظور افزایش سهم تبادل دانش بین شرکت‌هایی با رابطه نزدیکتر (قوی‌تر) در نظر گرفته شده است تا باعث کاهش هزینه‌های تبادل دانش بین اعضای خوشه گردد. با بررسی دقیق پاسخ مدل می‌توان سهم شرکت‌هایی که روابط نزدیکتری با هم دارند را در تبادل دانش تعیین کرد. در نمودار (۲) به تفکیک نوع روابط موجود (رابطه ۱ ضعیف‌ترین تا ۹ قوی‌ترین یا نزدیک‌ترین رابطه) بین شرکت‌ها مشخص شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود بیشترین نوع رابطه بین شرکت‌ها با ۱۷۲ مورد تکرار (۲۹ درصد)، از نوع رابطه ۲ است که یک رابطه ضعیف می‌باشد. در ارتقا سطح دانش شرکت‌ها ۳۳۶ مورد تبادل دانش صورت گرفته که مجموع سطح اولیه دانش آنها از ۷۱۴ به ۱۰۵۰ رسیده است. این تبادل همان‌گونه که در نمودار (۲) ملاحظه می‌شود بین شرکت‌هایی صورت گرفته که رابطه نزدیکی با هم داشته‌اند، یعنی درجه نزدیکی رابطه آنها از ۵ به بالا بوده است و عملا تبادل دانشی بین شرکت‌هایی با رابطه کمتر از متوسط (نوع رابطه کمتر از ۵) صورت نگرفته است. بیشترین سهم تبادل دانش با ۱۳۰ مورد تبادل (۳۹ درصد)، مربوط به شرکت‌هایی بوده که نوع رابطه آنها با هم ۸ است. این موضوع نشان‌دهنده این است که در فرایند تبادل دانش به خوبی از شبکه ارتباطی موجود در خوشه استفاده شده که کاهش هزینه‌ها و سهولت فرایند تبادل دانش را درپی دارد.



نمودار ۲- روابط موجود بین اعضای خوشه و نوع روابط مورد استفاده در فرایند تبادل دانش

موضوع مهم دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد نقش شرکت‌ها با دانش خبره و متوسط در انتقال دانش به سایر

اعضای خوشه است. بررسی نتایج نشان می‌دهد که ٪۹۰/۵ دانشی که در خوشه انتقال یافته از طریق شرکت‌هایی بوده که در دانش موردنظر خبره بوده‌اند و سهم شرکت‌ها با دانش متوسط در انتقال دانش تنها ٪۹/۵ است. در جدول ۳ به تفکیک سهم انتقال دانش بین شرکت‌ها با توجه به سطح دانش آنها مشخص شده است.

جدول ۳ـ سهم شرکت‌ها در انتقال دانش با توجه به سطح دانش آنها

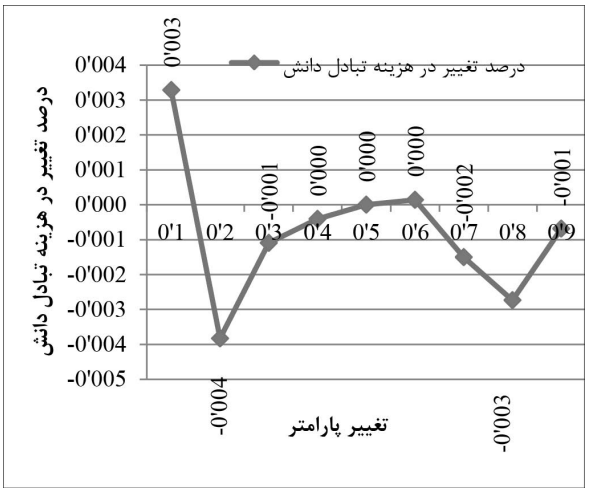
از خبره به مبتدی	از خبره به متوسط	از متوسط به مبتدی
٪۸/۵	٪۰/۸۲	٪۹/۵

نتایج این بخش نشان می‌دهد که شرکت‌هایی که در دانش‌های موردنظر خبره هستند و دارای ارتباط نزدیکی با سایر اعضا می‌باشند، اثرگذارترین نقش را در شبکه جریان دانش خوشه به عهده دارند. ارتباطات نزدیک بین اعضای خوشه یا به عبارتی شبکه‌های قوی موجود بین اعضای خوشه، پتانسیل خوشه را برای انجام فعالیت‌های گروهی به شدت افزایش می‌دهد. همچنان که در تبادل دانش این موضوع به خوبی قابل مشاهده است.

در بخش بعد نتایج حاصل از بررسی تاثیر پارامترهای مدل در جواب نهایی ارائه می‌گردد تا با مشخص شدن پارامترهای مهم مدیران خوشه بتوانند با توجه به شرایط و منابع موجود بهترین ترکیب منابع را برای رسیدن به بهترین نتیجه انتخاب کنند.

آنالیز حساسیت ضرایب تابع هدف (α و β)

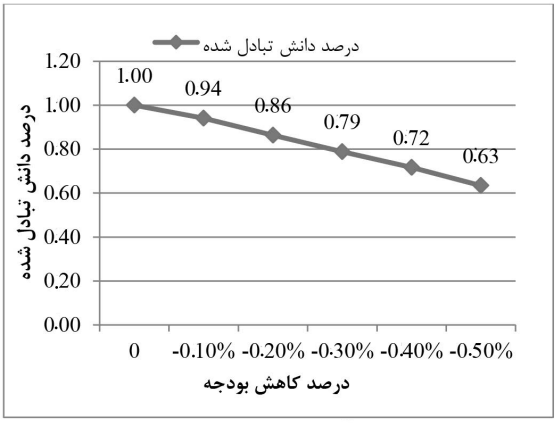
تابع هدف شامل دو بخش است، بخش اول آن مربوط به مجموع سطح دانش اعضای خوشه است و بخش دوم آن مربوط به استفاده ماکزیمم از روابط قوی‌تر موجود بین شرکت‌ها در فرایند انتقال دانش است که هر چه مجموع روابط به‌کار گرفته شده در انتقال دانش بیشتر باشد، هزینه تبادل دانش کمتر می‌شود. مقدار ضرایب α و β میزان توجه مدیران خوشه را به هر کدام از این دو بخش تعیین می‌کند که مجموع آنها باید یک باشد. نمودار (۳) نشان می‌دهد تغییر این دو ضریب تاثیر معنی‌داری بر مقدار تابع هدف ندارد و با تغییر ضرایب، میزان دانش تبادل شده تغییری نمی‌کند (مجموع سطح دانش اعضای خوشه پس از تبادل دانش در همه حالات ۱۰۵۰ است) و تغییر هزینه تبادل دانش نیز در حالات مختلف کمتر ۰/۰۰۴ درصد کل هزینه‌های تبادل دانش است که نقش تاثیرگذاری در تصمیم‌گیری‌ها ندارد. با توجه به نتایج، انتخاب مقدار ۰/۲ برای α و ۰/۸ برای β توصیه می‌شود، زیرا بدون تغییر در نتیجه فرایند تبادل دانش، حدود ۰/۰۰۴ درصد هزینه‌ها کاهش می‌یابد.



نمودار ۳ـ آنالیز حساسیت ضرایب α و β (مجموع این دو پارامتر برابر یک است)

آنالیز حساسیت بودجه (پارامتر C)

هنگامی که بودجه اختصاص‌یافته به اندازه‌ای باشد که محدودیتی برای مدل ایجاد نکند، تبادل ۳۳۶ مورد دانش تا رسیدن به سطح ایده‌ال دانش خوشه (یعنی ۱۰۵۰) با هزینه ۷۳۱۳ واحد پولی انجام می‌شود. در صورت وجود محدودیت و عدم امکان اختصاص بودجه کافی برای برنامه تبادل دانش می‌توان در نمودار (۴) میزان تبادل دانش در خوشه را (نسبت به حالت ایده‌ال ۳۳۶ مورد تبادل) متناسب با کاهش بودجه مشاهده کرد. با کمک نتایج حاصل مدیران خوشه قادرند با توجه به اهداف تدوین شده برای خوشه و میزان بودجه دردسترس سطح مناسبی از تبادل دانش را مد نظر قرار دهند.



نمودار ٤ـ آنالیز حساسیت بودجه

آنالیز حساسیت مدت برنامه تبادل دانش (طول افق برنامه‌ریزی)

جهت تحقق حالت ایده‌ال ۳۳۶ مورد تبادل دانش در خوشه نیاز به افق برنامه‌ریزی ۱۳ پریودی می‌باشد. کاهش طول افق برنامه‌ریزی باعث کاهش سطح مجموع دانش تبادل شده در خوشه می‌شود که این اتفاق کاهش هزینه‌های تبادل دانش را در پی دارد. نمودار (۵) میزان تاثیر کاهش طول افق برنامه‌ریزی بر سطح دانش تبادل شده در خوشه را به نمایش می‌گذارد.

نمودار ۵ـ آنالیز حساسیت افق برنامه‌ریزی

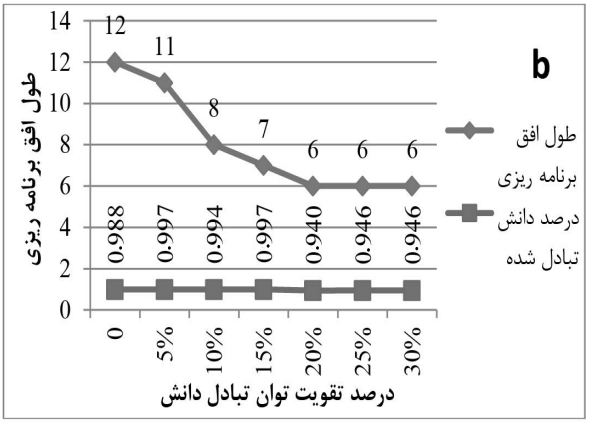
آنالیز حساسیت ظرفیت کلاس اموزش (پارامتر θ)

حضور تعداد بیشتر نمایندگان شرکت‌ها در یک کلاس به منظور کسب یک دانش در صورتی امکان‌پذیر است که امکانات کافی برای افزایش ظرفیت کلاس‌ها فراهم شود. لازمه این امر صرف بخشی از بودجه برای افزایش ظرفیت کلاس‌های آموزشی در شرکت‌هاست. این افزایش ظرفیت می‌تواند در کاهش هزینه و مدت تبادل دانش اثرگذار باشد، اما نتایج تحلیل حساسیت در نمودار (۶) نشان می‌دهد افزایش ظرفیت کلاس آموزش حداکثر ۰/۰۰۵ در کاهش هزینه‌های تبادل دانش اثر دارد که کاملا قابل چشم‌پوشی است و در تغییر مدت تبادل دانش (افق برنامه‌ریزی) هیچ اثری ندارد که از نمایش آن در نمودار صرف نظر گردید.

نمودار ۶ـ تحلیل حساسیت ظرفیت کلاس آموزش (پارامتر θ)

تحلیل حساسیت توان تبادل دانش شرکت‌ها بطور همزمان (پارامترهای Ai و Bj)

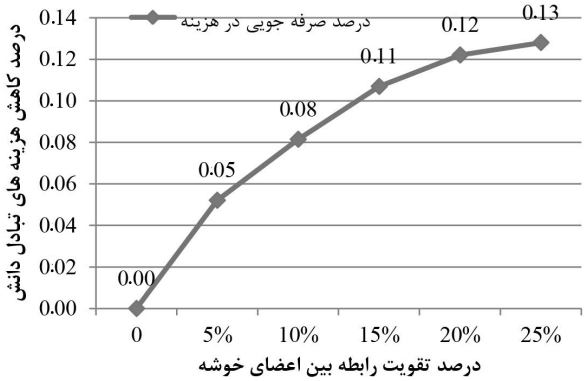
یک عامل مهم در انتقال دانش در خوشه صنعتی، توان تبادل دانش شرکت‌های عضو خوشه است که با دو پارامتر Ai و Bj تعیین می‌شود. افزایش این عامل بر هزینه تبادل دانش تاثیری ندارد، اما امکان رسیدن به سطح ایده‌ال تبادل دانش در افق برنامه‌ریزی کوتاه‌تر را فراهم می‌کند (نمودار ۷a). در صورتی که کمی انحراف از سطح ایده‌آل تبادل دانش را مجاز بدانیم امکان کوتاه‌تر کردن بیشتر افق برنامه‌ریزی فراهم می‌شود (نمودار ۷b).



نمودار ۷ـ تحلیل حساسیت توان تبادل دانش اعضای خوشه

۶- تحلیل حساسیت رابطه بین شرکت‌ها (پارامتر Rij)

درجه نزدیکی روابط بین شرکت‌ها یکی از عواملی است که با تقویت آن می‌توان نتایج حاصل از حل مدل را بهبود داد. در صورتی که مدیران خوشه بتوانند برنامه‌هایی برای تقویت روابط بین شرکت‌ها به اجرا درآورند، می‌توانند هزینه‌های تبادل دانش در خوشه را کاهش دهند. به عبارتی، هر چه بین اعضای خوشه مورد مطالعه روابط قوی‌تری وجود داشته باشد تبادل دانش با هزینه کمتری ممکن می‌گردد. در نمودار (۸) مشاهده می‌شود با ۲۵٪ تقویت رابطه بین اعضا می‌توان هزینه‌های تبادل دانش را تا ۱۳٪ کاهش داد.



نمودار ۸ـ تحلیل حساسیت درجه نزدیکی رابطه بین شرکت‌ها

جمع‌بندی و ملاحظات

مهم‌ترین مزیت شکل‌گیری خوشه صنعتی انجام فعالیت‌های مشترک بین اعضای خوشه است، که علاوه بر صرفه‌جویی در منابع، منافع زیادی نیز برای اعضای آن دارد. یکی از این فعالیت‌های مشترک تبادل دانش بین اعضای خوشه است. تبادل دانش در میان شرکت‌های عضو خوشه صنعتی دارای اهمیت بسیار زیادی است و موجب کاهش هزینه‌های کسب دانش، افزایش همکاری بین شرکت‌ها، بهبود توانایی و نوآوری خوشه و ترویج و تقویت توان رقابت کلی شرکت‌های خوشه می‌شود (فنگ و همکاران، ۲۰۱۱)). نتایج حاصل از حل مدل می‌تواند به مدیران خوشه در طراحی شبکه جریان دانش موثر کمک کند. با درک عوامل اثرگذار بر شبکه جریان دانش خوشه می‌توان با کمترین هزینه، شبکه جریان دانش موثری طراحی کرد که در کوتاه‌ترین زمان، تبادل دانش بین اعضای خوشه ماکزیمم شود.

سطح اولیه ۱۰ دانش مورد مطالعه در ابتدای افق برنامه‌ریزی برای شرکت‌های عضو خوشه در جدول (۴) آمده است. مشاهده می‌شود که سطح دانش در شرکت‌ها در ۶۱ درصد از موارد متوسط است. بررسی و تحلیل نتایج همان‌طور که در جدول (۳) آمده است، نشان می‌دهد در فرایند تبادل دانش شرکت‌های خبره (در مقایسه با شرکت‌های متوسط) بیشترین سهم تبادل دانش در خوشه را به عهده دارند و با انتقال دانش به شرکت‌های متوسط

و مبتدی حدود ۹۰٪ سهم آموزش در خوشه را عهده‌دارند، البته بخش مهمی از این شرکت‌های خبره، شرکت‌هایی هستند که در فرایند تبادل دانش از سطح متوسط به سطح خبره رسیده‌اند و در ادامه در آموزش به سایر شرکت‌ها مشارکت کرده‌اند. همچنین انتقال دانش از شرکت‌های خبره به مبتدی با ۸/۵٪ کمترین سهم از فرایند تبادل دانش را شامل می‌شود.

جدول ٤: سطح دانش شرکت‌ها در ابتدای افق برنامه‌ریزی

سطح خبره	سطح متوسط	سطح مبتدی
٪۲۱/۵	٪۶۱	٪۱۷/۵

وجود ارتباطات قوی بین اعضای خوشه، عامل مهمی است که فرایند تبادل دانش را تسهیل می‌کند و باعث کاهش هزینه‌های تبادل دانش می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که تبادل دانش صورت گرفته در افق برنامه‌ریزی فقط بین شرکت‌هایی صورت گرفته که نوع رابطه بین آنها از نوع رابطه ۵ به بالا بوده است و این مؤید بهترین استفاده از روابط موجود بین شرکت‌ها برای تبادل دانش است.

جدول (۵) به‌طور خلاصه اهمیت و میزان تاثیر پارامترهای مدل بر هزینه و مدت تبادل دانش را نشان می‌دهد. تغییر پارامترهای α و β که میزان اهمیت هر یک از دو بخش تابع هدف را مشخص می‌کنند و همچنین افزایش ظرفیت کلاس آموزش یعنی پارامتر θ بر هزینه و مدت تبادل دانش در خوشه تاثیر قابل توجهی ندارند، اما پارامتر Rij و پارامترهای Ai و Bj، پارامترهای مهمی هستند که به ترتیب هزینه و مدت تبادل دانش را می‌توانند کاهش دهند. لذا مدیران خوشه با توجه به منابع دردسترس، شرایط حاکم بر فضای کسب و کار خوشه و اهداف تعریف شده، می‌توانند با اجرای برنامه‌هایی که روابط بین اعضای خوشه را تقویت می‌کند زمینه کاهش هزینه‌های تبادل دانش را فراهم کنند و با بهبود توان همزمان تبادل دانش شرکت‌ها مخصوصا شرکت‌هایی که نسبت به سایرین توان کمتری دارند زمینه کاهش مدت تبادل دانش در خوشه را فراهم کنند.

جدول ۵: تاثیر پارامترهای مدل بر هزینه و مدت تبادل دانش

میزان تاثیر	مدت تبادل دانش	هزینه تبادل دانش	پارامتر
قابل چشم‌پوشی	–	–	تغییر α, β
قابل چشم‌پوشی	–	–	↑ افزایش θ
تا ٪۱۳	–	کاهش ↓	↑ افزایش Rij
تا ٪۵۰	کاهش ↓	–	↑ افزایش Ai, Bj

حساسیت مدل به بودجه تبادل دانش خیلی بیشتر از مدت تبادل دانش است، زیرا با توجه به نمودارهای (۴) و (۵) ملاحظه می‌شود که کاهش ۵۰ درصدی بودجه، سبب می‌شود سطح دانش تبادل شده ۶۳ درصد کاهش یابد، در صورتی که کاهش ۶۲ درصدی مدت برنامه تبادل دانش تنها ۱۹ درصد سطح دانش تبادل شده را کاهش می‌دهد. این موضوع به مدیران خوشه کمک می‌کند در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیمات خود برای تبادل دانش از انعطاف مدت برنامه تبادل دانش به خوبی استفاده کنند و در تامین بودجه مورد نیاز برای تبادل دانش تمهیدات لازم را بکار برند، زیرا کاهش بودجه موفقیت برنامه تبادل دانش را به شدت می‌کاهد.

مجموع نتایج حاصل به مدیران خوشه کمک می‌کند که عوامل مهم در طراحی و استفاده از شبکه جریان دانش در خوشه را به خوبی درک کنند. آنها می‌توانند با توجه به این عوامل مهم شبکه جریان دانش در خوشه را طوری طراحی کنند که با کمترین هزینه و در کوتاه‌ترین زمان، سطح دانش تبادل شده در خوشه ماکزیمم شود. نتیجه این کار باعث استفاده بهینه از منابع و افزایش بهره‌وری فرایند تبادل دانش در خوشه می‌شود.

پی‌نوشت

1. (Teece, 2001,Grant, 1996; Kogut & Zander, 1992
2. Afrazeh, 2010
3. Huang, 2009 و Hsu, 2008
4. (Renzle, 2012

5. Huysman & Wit, 2000)
6. (Wijk et al., 2008)
7. (Wang & Neo, 2010)
8. (Porter 1998, 2000; Malmberg and Maskell 2002).
9. (Fang et al., 2011)
10. Fritsch & Kauffeld-Monz, 2010
11. Zhuge, 2006; Hansen, 2002
12. Leung & Glissmann, 2011
13. Dong et al., 2012
14. Sreckovic & Windsperger, 2013
15. Richardson, 2013.
16. Stacke et al., 2012.
17. Lopez-Saez et al., 2010.
18. Wilson & Spoehr, 2009
19. Hoffmann et al., 2014
20. Xiong et al., 2013
21. Power & Lundmark, 2004
22. Dayasindhu, 2002.
23. Guo & Guo, 2008
24. Giuliani, 2007
25. Zhou, 2013
26. Yu, 2008
27. Hoffmann et al., 2011
28. Fang et al., 2011
29. Bocquet & Mothe, 2010

منابع

Afrazeh, A. (2010), Knowledge management (introduction, models, measurement and implementation), Moalef Press, Tehran, Iran, (In Persian).

Bocquet, R. and Mothe, C. (2010), Knowledge governance within clusters: the case of small firms, Knowledge Management Research & Practice, 8, 229–239.

Chen, J., Chen, D. and Li, Z. (2008), The Analysis of Knowledge Network Efficiency in Industrial Clusters, International Seminar on Future Information Technology and Management Engineering 2008, IEEE, 257-260.

Dayasindhu, N. (2002), Embeddedness, knowledge transfer, industry clusters and global competitiveness: a case study of the Indian software industry, Technovation, 22, 551–560.

Fang, Y., Liang, Q. and Jia, Z. (2011), Knowledge Sharing Risk Warning of Industry Cluster: an Engineering Perspective, Systems Engineering Procedia 2, 412 – 421.

Fritsch, M., Kauffeld-Monz, M., (2010), The impact of network structure on knowledge transfer: an application of social network analysis in the context of regional innovation networks, The Annals of Regional Science, Volume 44, Issue 1, pp 21-38.

Giuliani, E. (2007), The selective nature of knowledge networks in clusters: evidence from the wine industry, Journal of Economic Geography, 7, pp. 139–168.

Grant, R. M. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. Strategic Management Journal, 17(Winter), 109–122.

Guo, J. and Guo, B. (2008), The Evolution of Knowledge Network in Manufacturing Cluster: A Case in China, Proceedings of the 2008 IEEE IEEM, 890-894.

Hansen, M.T. (2002), Knowledge networks: explaining effective knowledge sharing in multiunit companies, Organization Science, 13, 3, 232–248.

Hoffmann, V. E., Bandeira-de-Mello, R. and Molina-Morales, F. X. (2011), Innovation and Knowledge Transfer in Clustered Interorganizational Networks in Brazil, Latin American Business Review, 12, 143–163.

Hoffmann, V. E., Lopes, G. S. C. and Medeiros, J. J. (2014), Knowledge transfer among the small businesses of a Brazilian cluster, Journal of Business Research, 67, 856–864.

Hsu, C. (2008), "Knowledge sharing practices as a facilitating factor for improving organizational performance though human capital: Preliminary test", Export Systems with Applications, Vol. 35, pp. 1316-1326.

Huang, Ch. (2009), "Knowledge sharing and group cohesiveness on performance: an empirical study of technology R&D teams in Taiwan", Technovation, Vol. 29, pp. 786-797.

Huysman, M. and De Wit, D. (2000), "Knowledge management in practice", In Edwards, J. and Kidd, J. (Eds.) Knowledge Management Conference, Birmingham, UK.

Ji L-M., Hung J., Chen S-W., Jou C. (2009), Fostering

Sreckovic, M., Windsperger, J. (2011) Organization of knowledge transfer in clusters: a knowledge-based view, In: Tuunanen M,Windsperger J, Cliquet G, Hendrikse G (eds) New developments in the theory of networks. Franchising, alliances and cooperatives. Springer, Berlin, pp 318–334.

Stackea, A. R. N. P., Hoffmannb, V. E. and Araujo Costa, H. (2012), Knowledge transfer among clustered firms: a study of Brazil, Anatolia – An International Journal of Tourism and Hospitality Research, Vol. 23, No. 1, 90–106.

Teece, D.J. (2001), ‘‘Strategies for managing knowledge assets: the role of firm structure and industrial context’’, in Nonaka, I. and Teece, D.J. (Eds), Managing Industrial Knowledge. Creation, Transfer and Utilization, Sage, London, pp. 125-44.

Wang, S. and Noe, R. A. (2010), “Knowledge sharing: A review and directions for future research”, Human Resource Management Review, Vol. 20, pp. 115-131

Wijk, R. V., Jansen, J. J. P. and Lyles, M. A. (2008), Inter- and Intra-Organizational Knowledge Transfer: A Meta-Analytic Review and Assessment of its Antecedents and Consequences, Journal of Management Studies, 45, 830-853.

Wilson, L. and Spoehr, J. (2010), Labour Relations and the Transfer of Knowledge in Industrial Clusters: Why do Skilled Workers Share Knowledge with Colleagues in Other Firms?, Geographical Research, 48, 1, 42–51.

Xiong, J., Duan, Z. and Wang, Y. (2013), Modeling and Simulation of the Inter-Organizational Knowledge Transfer Impact Factors in Industrial Clusters, The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013, 161-171.

Yu, J. (2008), Study on product knowledge ontology for industrial cluster, International Symposium on Knowledge Acquisition and Modeling, 2008 IEEE, 108-112.

Zhou, S. (2013), Study of Knowledge Diffusion FSAI Model for High-Tech SMES Clusters, The 19th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013, 783-794.

Zhuge, H. (2006), Knowledge flow network planning and simulation, Decision Support Systems, 42, 571–592.

the determinants of knowledge sharing, virtual communities. Computers in Human Behavior, 929–939.

Kogut, B., & Zander, U. (1992). Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. Organization Science, 3(3), 383–397.

Leung, Y.T. and Glissmann, S.M. (2011), A clustering approach to the design of knowledge-intensive service providers. Available: http://domino.research.ibm.com/library/cyberdig.nsf/papers/ 58C6B1D509E8DCA68525780000603960 December 2011.

Liu, C. and Chen, S. (2005), “Determinants of knowledge sharing of e-learners”, International Journal of Innovation and Learning, Vol. 2 No. 4, pp. 434–445

Lopez-Saez, P., Navas-Lopez, J. E., Martin-de-Castro, G. and Cruz-Gonzalez, J. (2010), External knowledge acquisition processes in knowledge-intensive clusters, Journal of Knowledge Management, VOL. 14, NO. 5, pp. 690-707.

Malmberg A., Maskell P. (2002) The elusive concept of localization economies: towards a knowledge based theory of spatial clustering. Environ Plann 34(3):429–449

Porter, M. E. (1998), Clusters and the new economics of competition. Harv Bus Rev 76(6):77–90

Porter, M. E. (2000), Location, competition, and economic development: local clusters in a global economy. Econ Dev Q 14(1):15–34

Power, D. and Lundmark, M. (2004), Working through Knowledge Pools: Labor Market Dynamics, the Transference of Knowledge and Ideas, and Industrial Clusters, Urban Studies, Vol. 41, Nos 5/6, 1025–1044.

Renzle, B. (2012), “Trust in management and knowledge sharing: The mediating effects of fear and knowledge documentation”, Omega, Vol. 36, pp. 206-220.

Richardson, C. (2013), Knowledge-sharing through social interaction in a policy-driven industrial cluster, Journal of Entrepreneurship and Public Policy, Vol. 2, No. 2, pp. 160-177.

Sreckovic, M. and Windsperger, J. (2013), The Impact of Trust on the Choice of Knowledge Transfer Mechanisms in Clusters, Network Governance Contributions to Management Science, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013, pp 73-85.