شش سیگما، گزینه‌ای نوین برای مکانیزاسیون کشاورزی

مجید نامداری، شاهین رفیعی، علی جعفری

گروه ماشین‌های کشاورزی دانشکده مهندسی و فناوری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

majidnamdari@gmail.com

چکیده

شش سیگما یکی از تکنولوژی‌های نوین است که امروزه مورد توجه بسیاری از مدیران در بخش های مختلف صنعتی و خدماتی قرار گرفته است . درصورتی که مکانیزاسیون کشاورزی با تکنولوژی مناسب و برتر همراه باشد و از آن کمک بگیرد می تواند امکان حل معضل مکانیزاسیون کشاورزی را فراه م نماید . اگرچه تاکنون در بخش های غیر کشاورزی این تکنولوژی به خوبی به خدمت گرفته شده است ولی این روش تاکنون در بخش کشاورزی وارد نشده است. در این مطالعه با معرفی مراحل پنج‌گانه چرخه DMAIC که متداول‌ترین روش اجرای شش سیگما است، همچنین ابزارهای هر یک از این مر احل، تلاش شد تا امکان بهره گیری این تکنولوژی در کشاورزی و به‌خصوص مکانیزاسیون کشاورزی فراهم آورده شود.

کلمات کلیدی: تکنولوژی مناسب، چرخه DMAIC، حل مسئله، شش سیگما، مکانیزاسیون کشاورزی

مقدمه

مکانیزاسیون کشاورزی به عنوان یک فرایند اقتصادی روز به روز به ا نرژی بیشتر و فعالیت‌های مناسب‌تر نیاز پیدا می‌کند. مسئله محوری سیاست اقتصادی کشورهای در حال توسعه‌ای که به مکانیزاسیون نیاز دارند تنها مکانیزه شدن نیست بلکه نحوه مؤثر انجام آن است که موجب پیش برد اهداف توسعه و رشد اقتصاد ا ین کشورها می‌گردد. (بی‌نام، 1372). امروزه به خاطر رشد سر یع جمعیت و نیاز فراوان به تام ین مواد غذا یی، نقش مکانیزاسیون کشاورزی به عنوان عامل توسعه کشاورز ی به خوبی شناخته شده است ولی به خاطر نیاز فزاینده به محصولات گاه‌ی نقش مکانیزاسیون تنها به عنوان افزا یش‌دهنده میزان تولید شناخته می‌شود و درنتیجه اهداف دیگر آن که شاید اهداف اصلی نیز آن‌ها باشند مورد غفلت قرار می گیرند. تلاش در جهت افزا یش کمیت باعث شده است مکانیزاسیون کشاورزی از هدف بهبود ک یفیت خود غافل شود (بی‌نام، 1372). مکانیزه کردن کشاورز ی شاید بزرگ‌ترین تغییری است که توسط علم امروز ی متوجه جامعه روستا یی شده است (الماسی و همکاران، 1384). گرچه اهداف مکانیزاسیون کشاورزی عبارتند از افزایش تولید و کاهش هزینه‌ها. اما گاه‌ی رسیدن به این اهداف به سادگی امکان‌پذیر نیست. لذا نیل به ا ین اهداف به خاطر کافی نبودن منابع برا ی تصمیم، پیچیدگی مسائل و نامشخص بودن بعضی پارامترها، بر اساس استقراء و آزمون و خطا می‌باشد (الماسی و همکاران، 1384).

برای موفقیت در زمینه مکانیزاسیون کشاورزی، مدیریت صحیح و مناسب آن امری ضروری است . با توجه به این که هر گونه تغییر و تحول در یک جامعه باعث تغییراتی در جنبه های دیگر شده و باعث از بین بردن تعادل و توازن قبلی می‌شود، باید برای ایجاد دوباره تعادل راه‌حل‌هایی مؤثر و صحیح، قبل یا در هنگام اجرای آن و نه بعد از اجرا، اتخاذ شود (الماسی و همکاران، 1384).

در کنار شاخص‌های مکانیزاسیون، بعضی از محققین وضعیت کیفی مکانیزاسیون را نیز مورد مطالعه قرار داده‌اند. در بررسی وضعیت کیفی مکانیزاسیون شاخص هایی چون مهارت کاربران، مدیریت خدمات و پشتیبانی، ضریب بهره - وری برای تراکتورها، میزان ضایعات توسط کمباین و میزان مهارت رانندگان مورد بررسی قرار می گیرد. لویمی و المالسی(1382) با انجام مطالعه‌ای در منطقه اهواز اعلام کردند که با وجود سطح مکانیزاسیون 1/1 اسب بخار در هکتار برای منطقه، وضعیت کیفی مکانیزاسیون هیچ گونه توازنی با سطح مکانیزاسیون ندارد . آن‌ها استفاده از فناوری‌های نوین را یکی از راه کارها، برای حل این مشکل بیان کردند . نبی‌ئیان و علوی نایینی (1386) بابررسی تاثیر مکانیزاسیون بر رشد بخش کشاورزی از سال 1354 الی 1383 به این نتیجه رسیدند که برنامه های مکانیزاسیون در این دوره طولانی نتواسته موفقیت آمیز باشد لذا بازنگری در برنامه های مکانیزاسیون ضروری است. لویمی و همکاران (1381) نیز در مطالعه شرکت ه‌ای مکانیزاسیون در اهواز، ضعف مدیریتی را یکی از معضلات مکانیزاسیون معرفی کردند.

با توجه به این‌که مکانیزاسیون به‌عنوان یک ابزار شناخته می شود که ارتباط تنگاتنگی با مدیریت آن دارد (Leiva and Morris, 2001) لذا این ابزار تنها درصورتی می تواند مشکل کشاورزی جامع ه را حل کند که به درستی مدیریت شود. تمام این مطالعات نشان‌گر این است که تکنولوژی مناسب در مکانیزاسیون کشاورزی ایران اجرا نمی - شود. بنابراین در زمینه مسایل مربوط به به کارگیری ماشین ها و ادوات در کشاورزی، با توجه به بحث الگوی متناسب، فناوری مناسب مطرح می شود. فناوری مناسب آن است که از مزایای دانش و تجربه نوین بهره گرفته، با قوانین بوم‌شناسی و ویژگی‌های محل سازگار باشد (شهبازی، 1367).

به‌تازگی ابزارهای متنوعی چون مدیریت کیفیت جامع، مهندسی ارزش، تولید ناب و شش سیگما، به‌منظور کاهش اتلاف، افزایشی بهره وری و بهبو د کیفیت در فرایندهای مختلف تولیدی مورد استفاده قرار گرفته اند (سقایی و حبیبی، 1387). متدولوژی شش سیگما یکی از ابزارهای بهبود کیفیت است که برای اولین بار توسط شرکت موتورلا در سال 1979 مطرح گردید و به سرعت گسترش یافت به طوری که امروزه توجه کارشناسان و مدیران شرکت‌های مختلف سرتاسر جهان را به خود معطوف کرده است . شش سیگما یک فرایند سیستماتیک است که موجب شناسایی، تبیین، اندازه گیری، تحلیل و توسعه و استاندارد شدن یک فرایند می باشد. از آن جا که این متدولوژی بر اساس اصول علمی تایید شده ای بیان شده، توانسته مسائل و م شکلات را به طور ساختار یافته ای حل نماید و در نتیجه اهدافی نظیر کمک به افراد و فرایند ها جهت تولید محصولات بهتر، ارائه خدمات بدون عیب و نقص، صرفه‌جویی مالی، بازگشت سرمایه و رضایتمندی مشتریان را تحقق بخشد (Lo, *et al;* 2009). مشتری در پروژه‌های شش سیگما هر شخ ص، سازمان یا هر چیزی که به نوعی دریافت کننده تولیدات و یا خدمات می باشد (پورحسین، 1384). این رویکرد به دلیل ویژگی های بارزی نظیر نتیجه گرایی و مدت زمان محدود برای اتمام پروژه‌های بهبود، تفاوت قابل توجهی را در مقایسه با سایر رویکرد های بهبود ایجاد کرده است . از طرف دیگر، به دلیل توانمندی شش سیگما در حل مسائل متفاوت و در زمینه های کاربردی گوناگون، امروزه این رویکرد نه تنها در صنعت بلکه در بخش های مختلف غیر صنعتی نظیر بانکداری، مالی، منابع انسانی، بهداشت و درمان، و بخش خدمات به صورت گسترده ای نفوذ کرده و در حال حاضر مورد توجه سازمان های بزرگ دنیا قرار گرفته است (سقایی و حبیبی، 1387).

به‌دلیل نوین بودن این روش، در بخش کشاورزی تاکنون هیچ مقاله‌ای منتشر نشده است. بنابراین به برخی کارهای صورت گرفته در بخش‌های دیگر اشاره می‌شود. کلهر و همکاران (1387) از روش شش سیگما به منظور رفع ایراد افتادن نوار ضربه‌گیر خودروهای سواری در شرکت ایران خودرو استفاده کردند . آنها در ابتدا با به‌دست آوردن سطح سیگمای 2/66 برای پروژه، با اعمال این روش توانستند سطح سیگمای فرایند را به 3/23 برسانند و بعد با اعمال

روش TRIZ (روش خلاق حل مسئله) نتوانستند مشکل را به صفر میل دهند. ساهو و همکاران (Sahoo *et al.*, 2008) نیز از روش شش سیگما به منظور بهبود بازده و سطح عملکرد عملیات تزریق محوری (Radial forging) استفاده کردند. آنها با بررسی علل بوجود آمدن تفاوت در قطعات تولید شده، با استفاده از مراحل شش سیگم ا توانستند علاوه بر افزایش کیفیت قطعات، میزان ضایعات را نیز کاهش دهند. آن‌ها از میان عوامل مختلف با استفاده از ابزارهای شش سیگما تشخیص دادند که زاویه دخول (Inlet angle) مهمترین عامل در ایجاد ضایعات می باشد لذا با اصلاح آن توانستند سطح عملکرد فرایند را بهبو د بخشند. کیم و همکاران (Kim *et al.*, 2003) به منظور بهبود کیفیت در یک کارخانه تولید مواد شیمیایی از روش شش سیگما استفاده کردند . آن‌ها در ابتدا با اندازه - گیری‌هایی که انجام دادند سطح سیگمای 3/5 را برای فرایند مورد نظر به دست آورند. آن‌ها سپس با اجرای پروژه شش سیگما توانستند سطح سیگما را به 5/5 برسانند. این میزان بهبود در فرایندهای شیمیایی، بهبود قابل ملاحظه‌ای می‌باشد که البته رسیدن به این سطح از بهبود عمل راحتی نبوده است . خواجه و همکاران (1383) در مطالعه‌ای با انتخاب یکی از نمایندگی‌های مجاز ایران‌خودرو در شهر شیراز سعی کردند با استفاده از مراحل پنج گانه روش‌شناسی شش سیگما (تعریف، اندازه‌گیری، تحلیل، بهبود و کنترل) و تکنیک‌هایی از قبیل منشور پروژه، تجزیه و تحلیل حالات شکست و اثرات آن، نمودار استخوان ماهی و غیره به کشف علل اصلی افزایش زمان تعمیرات پرداخته و در نهایت راه‌حل‌هایی جهت بهبود وضعیت فعلی ارائه دهند. گجراتی و همکاران (1385) در مورد صنعت فولاد گزارش نمودند که با استفاده از شش سیگما به منظور کاهش ضایعات از 2 درصد به 1/5 درصد، می - توان200 میلیون تومان صرفه جویی کرد. آن‌ها اعلام کردند که با انجام اندازه گیری و تعیین مهمترین مشکل، و درنتیجه تلاش در جهت مرتفع کردن آن، می توان به هدف مورد نظر دست یافت. آن‌ها ارزیابی متوازن را به عنوان وسیله‌ای برای توصیف استراتژی تعریف شده و تنظیم منابع اعلام کردند و بعد استراتژی تعریف شده به کمک شش سیگما و با استفاده از اطلاعات و ابزارآلات بهبود فرایند، اجرا می شود. نور السناء و همکاران (1388) در اسکله بندر شهید رجایی در سه حوزۀ «کاهش زمان تحویل کالا به صاحبان کالا »، «کاهش سوانح » و «افزایش نرم بارگیری و تخلیه » شش سیگما را اجرا کردند . آن‌ها در مرحله اندازه گیری سطح سیگمای 1/6 را برای مدت زمان رسیدن کالا تا بارگیری و بارگیری تا خروج، به دست آوردند. آنها با اجرای شش سیگما و استفاده از مراحل پنج گانه آن (DMAIC) و بهره گیری از ابزارهای آن توانستند سطح سیگما را به 3/6 برسانند و از این طریق چند صد میلیون تومان موجب صرفه جویی شوند. لو و همکاران (Lo *et al.*, 2009) از روش شش سیگما در بهبود دقت ظاهری لنزهای نوری در فرآیند قالبگیری تزریقی استفاده کردند. آن‌ها ابتدا به شناسایی عوامل موثر بر عملکرد پرداخته و سپس با اجرای طرح آزمایشی تاثیر این عوامل را تایید کردند . آن‌ها اعلام کردند که روش شش سیگما توانست قابلیت فرایند (C_{PU}) را از 0/57 به 1/75 و یا به عبارتی 0/07 خطا در هر یک میلیون تولید برساند . سفوت و عزت (Safwat and Ezzat, 2008) از روش شش سیگما به منظور کاهش ضایعات در یک کارخانه تزریق قالب‌های پلاستیکی استفاده کردند . آن‌ها در این مطالعه با استفاده از ابزارهای نظیر آنالیز سیستم اندازه - گیری (MSA)، آنالیز حالات شکست و اثرات آن (FMEA) نمودارهای کنترلی نظیر نمودار P و آزمون فرض، توانستند میزان ضایعات کارخانه را از 5/2 درصد به 2/6 درصد برسانند.

باتوجه به موارد فوق، و مقایسه پیش رفت‌های بخش صنعت با مشکلات بخش کشاورزی و به خصوص، مکانیزاسیون کشاورزی، بررسی استفاده از این تکنولوژی جدید در کشاورزی به عنوان یک تکنولوژی جدید و موفق، امری کاملا ضروری است. آشنایی متخصصین مکانیزاسیون ایران با این تکنولوژی برتر و استفاده از این روش، می تواند خلاء مدیریتی‌ای که در مکانیزاسیون ایران مشاهده می شود را پر کند . لذا در این مطالعه تلاش شد با بررسی منابع مختلف به ارائه مراحل و ابزارهای این روش پرداخته شود.

مواد و روشها

شش سیگما از پنج مرحله تشکیل شده است : تعریف (Define)، اندازه‌گیری (Measure)، تحلیل (Analyze)، بهبود (Improve) و کنترل (Control) لذا به این صورت بیان می شود که شش سیگما از چرخه DMAIC استفاده می‌کند.

DAMIC یک رویکرد ساخت یافته، منسجم و همه جانبه برای بهبود فرایندها است . هر فاز به طور منطقی هم به فاز بعدی و هم به فاز قبلی منطبق است (Windsor, 2005). بنابراین در این مطالعه تلاش شد تا مراحل مختلف شش سیگما و ابزارهای مورد استفاده در هر مرحله، برای شناساندن این تکنیک مورد بررسی قرار گیرد با در نظر گرفتن مراحل فوق و مرور منابع مختلف، در قسمت بحث و نتیجه گیری به معرفی و کاربردهای گام های چرخه DMAIC و متداول‌ترین ابزارهایی که در هر مرحله مورد استفاده قرار می‌گیرد پرداخته شد.

نتایج و بحث

در این قسمت تک تک مراحل چرخه DMAIC همچنین ابزارهای متداول هر بخش مورد بررسی قرار می گیرد. قبل از شرح این مراحل ذکر این نکته ضروری است که شش سیگما یک کار تیمی است و قبل از هر کا ری بایستی تیمی متشکل از افراد درگیر در پروژه شامل مدیران، مهندسین، طراح‌ها، سرمایه‌گذران و سرپرستان افرادی که به نحوی با پروژه درگیر هستند تشکیل شود. یک نفر به عنوان رهبر تیم بایستی در هماهنگ کردن اقدامات و جمع-آوری داده‌ها، فعالیت نماید. از وظایف اصلی تیم شرکت در فرایند طوفان ذهنی می‌باشد. طوفان ذهنی یک تکنیک ساده و مؤثر برای بروز عقاید مختلف یک گروه در یک بازه زمانی کوتاه برای حل یک مسئله است که در تمام مراحل شش سیگما مورد استفاده قرار می گیرد (Ehrlich, 2002). در زیر به بحث در مورد هر یک از مراحل شش سیگما پرداخته می‌شود.

1- تعریف (D): اولین مرحله در فرایند DAMIC فاز تعریف می باشد. هدف مرحله تعریف، شناسایی دقیق مشکلات، تعیین دامنه کاری، نیازمندی ها و اهداف اصلی برای پروژه یا برنامه ای است که قصد بهبود آن را داریم (Safwat and Ezzat, 2008). شرح مشکلات و اهداف، چشم‌انداز پروژه، وظایف تیم، توسعه مراحل پروژه در این مرحله صورت می‌گیرد. نقشه سطح بالای فرایند نیز در این مرحله طراحی می شود (ژانگ و گاو، 2004). یکی از ابزارهای این مرحله نمودار SIPOC است که به بررسی تامین کنندگان (Suppliers)، ورودی‌ها (Inputs)، مراحل فرایند (Process Steps)، خروجی ها (Outputs) و مشتریان (Customers) پرداخته و یک درک عمومی از محدوده پروژه، ورودی‌ها و خروجی‌های فرایند، و مشتریان که دریافت کنندگان خروجی‌ها هستند را فراهم می‌کند (Ehrlich, 2002).

2- اندازه‌گیری (M): هدف مرحله اندازه‌گیری عبارت است از تعیین معیارهای عمل‌کرد فرایند و همچنین تعیین مقادیر مطلوب آن‌ها. پس از آن، فرایندهایی که در حال حاضر وجود دارند مورد ارزیابی قرار می گیرند و با مقادیر هدف مقایسه می‌شوند. در این مرحله و با استفاده از روش های آماری مربوط به شش سیگما، نتایج به صورت کمی و قابل مقایسه در می آید (پورحسین و رئیسی، 1384). تیم شش سیگما با توجه به فاصله میان عمل کرد فعلی و عمل‌کرد مطلوب، اولویت‌ها و مسیرِ انجام تجزیه و تحلیل های بعدی را تعیین می کنند (Ehrlich, 2002). این فاز شامل تعیین نیازهای مخصوص، نقشه فرایند مناسب به هم راه تعیین قابلیت فرایند، بررسی اعتبار سیستم اندازه-گیری، ارزیابی مشکلات موجود بر اساس اندازه گیری‌ها و موارد جزئی تر دیگر می باشد (Safwat and Ezzat, 2008). متداول‌ترین ابزارهای شش سیگما که در طول مرحله اندازه گیری مورد استفاده قرار می گیرد عبارتند از :

نقشه‌های فرایند، برگه های کنترلی، نمودارهای کنترلی، نمودار پارتو، نمودارهای علت ومعلول، هیستوگرام ها و شاخص R&R (Ehrlich, 2002).

یکی از مهمترین ویژگی های شش سیگما، ارزیابی سیستم اندازه گیری می‌باشد. ما تصمیمات خود را با فرض ارائه داده‌های مناسب، توسط سیستم ا ندازه‌گیری اتخاذ می کنیم. بنابراین لازم است تا هر چند وقت یک بار سیستم اندازه‌گیری مورد ارزیابی قرار گیرد . این مرحله توسط ابزاری با نام شاخص R&R که تکرارپذیری و تکثیرپذیری آزمون را بررسی می‌کند صورت می‌گیرد (Windsor, 2005).

3- آنالیز (A): تیم شش سیگما تنها در زمانی می تواند به راه حل های موثر در مرحله بهبود دست یابد که از نشانه‌های مسئله به دلایل واقعی و اصلی آن پی برده باشد . هدف مرحله آنالیز، اثبات فرضیه یا حدس هایی هست که در طول مرحله اندازه گیری به عنوان عوامل اصلی بروز مشکلات به وجود آمده اند (پورحسین و رئیسی، 1384). آنالیز واریانس یکی از ابزارهای مورد استفاده در این مرحله است . تنها راه اثبات علل و عوامل مشکل اجرای یک طرح آزمایشی است . آزمون فرض و ابزارهای آماری، همچنین آنالیز حالات بالقوه شکست و اثرات آن (FMEA) از ابزارهای این گام می‌باشند (Ehrlich, 2002).

4- بهبود (I): مرحله بهبود بر توسعه، آزمون و استانداردسازی ایده هایی تمرکز دارد که ریشه های انحرافات را از بین ببرد (Safwat and Ezzat, 2008). اولین نتایج مرحله بهبود، طراحی مجدد فرایندها است که بر مبنای تجارب به‌دست آمده در خلال پروژه صورت می گیرد. مسلما بایستی این اطمینان به وجود آید که راه حل‌های ارائه شده که منجر به طراحی مجدد فرایندها گشته اند، قابلیت این را دارند که فاصله میان فرایندهای فعلی و مشخصه - های بحرانی کیفی از نظر مشتری را بپوشانند (Ehrlich, 2002). این مرحله شامل : شناسایی راه‌هایی برای حل عوامل تنوع، تایید نهاده های بحرانی، تعیین ارتباط بین متغییرها و برنامه ریزی می‌باشد (Safwat and Ezzat, 2008). در واقع در این مرحله این اطمینان حاصل می شود که راه‌حل‌های ارائه شده قابلیت این را دارند که فاصله میان فرایندهای فعلی و مشخصه‌های بحرانی کیفی را بپوشانند (Sahoo, et al; 2008).

5- کنترل (C): هدف مرحله کنترل این است که آیا اصلاحات و بهبودهای مورد انتظار حقیقتا به وقوع پیوسته اند یا خیر (Ehrlich, 2002). این مرحله شامل تایید سیستم اندازه‌گیری، تعیین قابلیت فرایند بلند مدت، ابزارهای کنترل فرایند با برنامه های کنترلی، و بازبینی دائمی فرایند به منظور جلوگیری از وقوع مجدد مشکل، می باشد (Safwat and Ezzat, 2008). بنابراین ابزارهای این مرحله شامل FMEA، نمودارهای کنترلی و برنامه های کنترلی است (Ehrlich, 2002).

نرم‌افزارهای متعددی ممکن است در مراحل مختلف شش سیگما مورد استفاده قرار گیرد . نرم‌افزارهای مورد استفاده عموما نرم‌افزارهای آماری نظیر SAS، SPSS، MINITAB، Statgraphics PLUS و نرم‌افزارهای مشابه است. نسخه‌های جدید نرم افزار MINITAB مخصوصاً برای شش سیگما طراحی شده و در گزینه های آن تمام مراحل چرخه DMAIC درنظر گرفته شده است. این نرم‌افزار متداول‌ترین نرم افزار مورد استفاده در شش سیگما می‌باشد (Ehrlich, 2002).

اگرچه معرفی دقیق و مرحله به مرحله شش سیگما در یک مقاله امکان پذیر نیست ولی در این مطالعه تلاش شد زمینه‌ی آشنایی متخصصین مکانیزاسیون با این تکنولوژی جدید و مو فق فراهم آید. این تکنولوژی در بخش های صنعت و خدمات موفقیت های چشم‌گیری به‌دست آورده و لازم است به کارگیری این تکنولوژی در کشاورزی نیز مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

الماسی، م.، کیانی، ش. و لویمی، ن. 1384. مبانی مکانیزاسیون کشاورزی. انتشارات حضرت معصومه.
بی‌نام، 1370. مکانیزاسیون کشاورزی در جهان؛ مسائل و راهکارها. انتشارات سازمان برنامه و بودجه. ص 2-1.
پورحسین، م. و رئیسی، م. 1384. شش سیگما و ابزارهای پیشرفته آن . انتشارات شرکت مشاورین بهین کیفیت پرداز تهران.
خواجه، م. 1383. به‌کارگیری روش‌شناسی شش سیگما در کلهش زمان تعمیرات، مطالعه موردی: نمایندگی مجاز ایران‌خودرو. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
سقایی، ع. و حبیبی، آ. 1387. نفوذ شش سیگما در ایران. فصلنامه علوم مدیریت ایران. جلد 3، شماره 9، صفحات 171-151.
شهبازی، ا. 1367. پیشبرد کشاورزی لازمه تحول و نوسازی کشاورزی (ترجمه). انتشارات سازمان ترویج کشاورزی، تهران.
کلهر، ا.، گودرزی، ح. و مصیبی، م. 1386. ترکیب روش شش سیگما و ابزارهای TRIZ برای رفع ایراد افتادن نوار ضربه‌گیر خودروهای سواری. دومین کنگره بین‌المللی شش سیگمای ناب. 7 و 8 بهمن ماه 1386. تهران.
گجراتی، ع.، حسینی نسب، ح. و الماسی، و. 1385. استفاده از روش ارزیابی متوازن به عنوان پیش نیازی برای شش سیگما: مطالعه موردی در صنعت فولاد. اولین کنفرانس بین‌المللی شش سیگما، 25 و 26 مرداد ماه 1385، تهران.
لویمی، ن. و الماسی، م. 1382. بررسی مکانیزاسیون شمال اه واز. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی . جلد 7، شماره 2، صفحات 227-239
لویمی، ن.، الماسی، م. و شیخ داوودی، م. 1381. بررسی میزان تاثیر شرکتهای خدمات مکانیزه در توسعه مکانیزاسیون شهرستان اهواز. مجله علمی کشاورزی. جلد 25، شماره 1، صفحات 59-72.
نبی‌ئیان، ص. و علوی نایینی، ن. 1386. بررسی تاثیر مکانیزاسیون بر رشد بخش کشاورزی ایران. اقتصاد کشاورزی (ویژه نامه ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران). صفحات 243-250.
نورالسناء، ر.، سقایی، ع . و اسماعیلی، ح . 1388. کاربرد متدولوژی شش سیگمای ناب در ترمینال کانتینر بندر شهید رجایی. سایت الکترونیکی نمامتن به آدرس:
http://www.namamatn.ir/ShowPage.aspx?ID=21300175
Ehrlich, B.H. 2002. Transactional Six Sigma and Lean Servicing: Leveraging Manufacturing Concepts to Achieve World-Class Service. St. Lucie Press. Florida, USA.
Kim, M., Lee,Y., Han, I. and Han, C. 2003. Quality Improvement in the Chemical Process Industry Using Six Sigma Technique. Process Systems Engineering. Published by Elsevier Science, pp: 244-249.
Leiva, F.R. and Morris J. 2001. Mechanization and Sustainability in Arable Farming in England. Journal of Agricultural Engineering Research, 79 (1), pp 81-90.
Lo, W. C., Tasai, K. M., and Hsieh, C. Y. 2009. Six Sigma approach to improve surface precision of optical lenses in the injection-molding process. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 41, pp 885-896.
Safwat, T. and Ezzat, A. 2008. Applying six sigma techniques in plastic injection molding industry. International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). 8-11 December 2008. Singapore
Sahoo, A. K., Tiwari, M. K. and Mileham, A. R. 2008. Six Sigma based approach to optimize radial forging operation variables. Journal of Materials Processing Technology, 202, pp125-136.
Windsor, S. E. 2005. Transactional Six Sigma for Green Belts: Maximizing Service and Manufacturing Processes. Quality Press. Milwaukee, USA.
Zhang, Q. and Gao, J. 2004. Machine learning - the Six Sigma way. 5th World Congress on Intelligent Control and Automation. 15-19 June 2004. Hangzhou, China.