

## طراحی مدلی برای سنجش درجه نابی شرکت‌های تولیدی با رویکرد سلسله مراتبی

سید حبیب اله میرغفوری<sup>1</sup>، میثم شفیعی رودپشتی<sup>2</sup>

<sup>1</sup> استادیار و عضو هیات علمی دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد

<sup>2</sup> دانش آموخته‌ی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی دانشگاه یزد

تاریخ پذیرش: 87/04/25

تاریخ دریافت: 86/11/28

### چکیده

در دنیای تجاری امروز، تنها شرکت‌هایی باقی می‌مانند که به طور همزمان، بهره‌وری و کیفیت خود را افزایش و هزینه‌هایشان را کاهش دهند. بی‌شک، به کارگیری رویکردی که طی آن، در هر مرحله از فرآیند تولید، ارزش افزوده محصول نهایی بالاتر رود دغدغه اصلی این سازمان‌هاست. در این راستا، تولید ناب به عنوان یک ابزار کاربردی جهت بهبود سطح کیفی محصولات در ادبیات مدیریت معرفی شده است. علی‌رغم غنای مطالعاتی و کاربردی تولید ناب، به کارگیری مؤثر و کارآمد این نظام همچنان با چالش‌ها و مشکلاتی مواجه است. به نظر می‌رسد ریشه‌ی برخی از این چالش‌ها در فقدان مدلی جامع برای ارزیابی و بررسی تولید ناب در شرکت‌ها تولیدی باشد. این مقاله در صدد است مدلی را ارائه کند که با استفاده از آن، بتوان به طور دقیق، درجه‌ی نابی صنایع را ارزیابی و بررسی نمود.

در این مطالعه، ابتدا از ادبیات تحقیق تولید ناب - به ویژه از مدل‌های موجود در این زمینه - استفاده شده و ابزارها و مؤلفه‌های نابی استخراج گردیده‌اند. سپس، یک مدل سلسله‌مراتبی با قابلیت سنجش درجه‌ی نابی طراحی دیده و ابعاد و عناصر آن تعریف شده‌اند. در گام بعد، اعتبار مدل با نظر متخصصان تولید ناب بررسی و در آخرین گام، بر اساس رویکرد سلسله‌مراتبی، فرمول‌ها و روابط لازم جهت انجام فاز ارزیابی، طراحی و تدوین شد.

**کلمات کلیدی:** تولید ناب، درجه نابی، مدل سلسله‌مراتبی، شرکت‌های تولیدی

## مقدمه

در دهه‌های اخیر، رقابت جهانی به دلیل تغییرات سریع تکنولوژیکی و ازدیاد تنوع محصولات، افزایش سریعی یافته است. هم زمان نیز مقوله ای با عنوان "جهانی شدن"، مرزهای اقتصادی میان جوامع را کم رنگ نموده و صنایع کشورها را تحت تأثیر قرار داده است (امامی میبیدی، 1379). وقوع این تحولات باعث شده تا در این محیط رقابتی، کیفیت و قیمت محصول همزمان به عنوان دو عامل مهم مطرح گردد و شرکت‌هایی بتوانند در گردونه‌ی رقابت جهانی به حیات اقتصادی خود ادامه دهند که هدف استراتژیک خود را ارائه‌ی محصولات با کیفیت و قیمت مناسب قرار دهند.

صاحب‌نظران علوم مدیریت در طول دهه‌های گذشته، تلاش‌های خود را حول محور ایجاد و گسترش و به‌کارگیری مکانیزم‌هایی متمرکز نموده‌اند که سازمان‌ها به کمک آن‌ها بتوانند در بهبود سطح بهره‌وری و کیفیت محصول و در نتیجه کاهش هزینه‌ها گام بردارند (Cua & Et al, 2001), (White & Prybutok, 2001), (Mieir & Forrester, 2002) در ابتدای دهه‌ی 1990، ووماک<sup>1</sup> و همکارانش با چاپ کتابی تحت عنوان «تولید ناب؛ ماشینی که جهان را تغییر داد»، تولید ناب را به عنوان ترکیبی از مدل تولید سنتی فورد و مدل کنترل اجتماعی در محیط تولید ژاپنی به جامعه جهانی معرفی کردند (فرخ، 1383) (Mieir & Forrester, 2002).

پس از معرفی این مفهوم، بسیاری از شرکت‌های تولیدی پیشرو، تولید ناب را به عنوان یک استراتژی جهت افزایش قدرت رقابتی جهانی خود پذیرفتند. بسیاری از این شرکت‌ها در نتیجه به‌کارگیری تولید ناب در حوزه تولید خود، پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای را تجربه نمودند، به نحوی که این تجربه بسیاری از این شرکت‌ها را بر آن داشت تا اصول نابی را به سایر حوزه‌های کاری خود مانند طراحی محصول، فرایندهای دریافت و تحویل سفارش، سیستم پرداخت و حتی به سراسر زنجیره‌ی تامین<sup>2</sup> خود گسترش دهند (Bruun & Mefford, 2004).

به‌کارگیری اصول ناب در این شرکت‌ها نتایج چشم‌گیری را برای آن‌ها در پی داشت، به گونه‌ای که بسیاری از آن‌ها توانستند از این رهیافت، به میزان قابل توجهی سطح بهره‌وری خود را بهبود بخشند. این شرکت‌ها با پذیرش و به‌کارگیری این اصول توانستند سطح ضایعات، موجودی، زمان انتظارها و زمان تحویل را در حد قابل قبول بهبود بخشیده و همزمان با کاهش سطح قیمت، کیفیت محصولات خود را نیز افزایش دهند. بررسی آمارها در مورد برخی از این شرکت‌ها نشان می‌دهد:

1. Womack.  
2. Supply Chain.

دهد که آن‌ها توانسته‌اند سطح موجودی‌ها را تا 90 درصد، دوباره‌کاری‌ها را تا 75 درصد و زمان‌های تحویل را تا 90 درصد کاهش دهند (Ettkin & Et al, 1990). موفقیت‌های تولید ناب در عمل باعث گردیده تا بسیاری از صاحب‌نظران در سال‌های گذشته تلاش‌های خود را پیرامون توسعه این مفهوم متمرکز نمایند و ابزارهای مختلفی را در اختیار صنایع قرار دهند تا به کار گرفته شوند (Lee, (1994), (Sohal & Egglestone, 1994), (Macduffie, 1996). اگر چه تلاش‌های زیادی در سطح دنیا در این زمینه صورت گرفته است، اما به علت شرایط خاص حاکم بر صنایع، از جمله، عدم رقابتی بودن محیط صنعتی، این مفهوم در ایران جایگاه خود را نیافته است. در عین حال، با توجه به ایجاد شرایط رقابتی در برخی از صنایع، در سال‌های اخیر برای به‌کارگیری این مفهوم احساس نیاز بیش‌تر شده است.

با توجه به این که نظام تولید ناب شامل ابزارها و مولفه‌های گوناگونی می‌شود، به‌کارگیری و اجرای آن نیاز به مدل جامعی دارد که بتواند به شرکت‌ها در طراحی، پیاده‌سازی و ارزیابی نابی کمک نماید. این مقاله در صدد است پس از بررسی ادبیات تحقیق تولید ناب و مطالعه‌ی تجارب کشورهای پیش‌رو در این زمینه، در مرحله‌ی اول ابزارها و مؤلفه‌های تولید ناب در بخش صنعت را شناسایی و چارچوبی سلسله‌مراتبی برای مؤلفه‌های شناسایی شده ترسیم نماید و در مرحله دوم، از چارچوب سلسله‌مراتبی ترسیم شده استفاده و به وسیله طراحی فرمول‌های لازم، مدل جامعی برای سنجش درجه‌ی نابی شرکت‌های تولیدی و طبقه‌بندی آن‌ها از این حیث ارائه نماید.

## اهمیت موضوع

امروزه عواملی نظیر به وجود آمدن بحران اضافه ظرفیت، عدم به‌کارگیری تولید انبوه در صنایع کوچک و خاص، غیرقابل کنترل و پیش‌بینی بودن شرایط محیطی خارجی تأثیرگذار بر سازمان و ضرورت راه‌اندازی کسب و کارهایی با صرف کمترین هزینه از یک سو و افزایش سرعت تغییرات و متلاطم شدن وضعیت تقاضای مشتریان، جهانی شدن شرکت‌ها و رقبای آن‌ها از سوی دیگر به عنوان چالش‌های فرا روی سازمان‌های عصر حاضر شناخته می‌شوند. وجود این چالش‌ها به خوبی نشان می‌دهد که بازارهای محصولات به بلوغ کافی رسیده و مشتریان کالاهایی را تقاضا می‌کنند که نیازهای مشخص آنها را ارضا نمایند (Marin & Delgado, 2000), (Suzaki, 2000), (Porter, 1990), (Bonavia & Marin, 2006). بنابراین مدیران سازمان‌ها همواره در

تلاش برای شناسایی و به کارگیری نظامی تولیدی هستند که به طور سیستماتیک، از افزایش هزینه ها و به وجود آمدن ضایعات جلوگیری نماید و بدین وسیله، توان رقابت پذیری تجاری شرکت ها افزایش دهد (Callen & Kirnksky, 2000).

محققان و دانشمندان نیز در دهه های اخیر تحقیقات زیادی در زمینه بهبود شیوه های تولید انجام داده اند. در این بین، بسیاری از دانشمندان بر این باورند که برای کنترل عوامل و چالش های صنایع در عصر حاضر، ناب کردن نظام تولید از جمله الزامات اجتناب ناپذیر و ضروری شرکت هاست (Lee, 1988), (Krafcik, 1988), (Womack & Jones, 1996), (Womack & Et al, 1990), (Sohal & Egglestone, 1994), (Macduffie, 1995), (Bonavia & Marin, 2006). نتایج تحقیقات این دانشمندان نشان می دهد تولید ناب به دلیل افزایش امکان رقابت پذیری در اقتصاد جهانی، انعطاف پذیری در برابر فشار مشتریان برای کاهش قیمتها، امکان استانداردسازی فرایندها برای دستیابی به نتایج مورد انتظار و پاسخگوئی در راستای افزایش دایمی انتظارات مشتری، به عنوان یک راهبرد موفق شناخته شده است (سیرنگ، 1386). این نظام تولید در حقیقت، مزایای تولید دستی و تولید انبوه را با یکدیگر تلفیق کرده و از قیمت بالای اولی و انعطاف ناپذیری دومی اجتناب می کند. تولیدگر ناب برای تولید محصولات بسیار متنوع، افرادی را از همه سطوح سازمانی و با مهارتهای مختلف گرد آورده آنها را به صورت گروهی به کار می گیرد و نیز از ماشین آلاتی استفاده می کند که هم به طور فزاینده خودکار هستند و هم بسیار انعطاف پذیر (Womack & Et al, 1990). با توجه به این موارد، به نظر می رسد ناب کردن نظام تولید هر صنعت از جمله مهم ترین و اساسی ترین مکانیزم های افزایش رقابت پذیری، هدایت و رهبری بازار باشد.

از آنجا که تولید ناب به صورت یک فلسفه در مدیریت عملیات مطرح می شود، بسیاری از صاحب نظران ابزارهای مختلفی را برای به کارگیری و پیاده سازی موثر و کارآمد آن پیشنهاد داده اند که از آن جمله می توان به مهندسی ارزش<sup>۱</sup>، مدیریت ارتباط با مشتری<sup>۲</sup>، مهندسی مجدد فرآیندها<sup>۳</sup>، تولید به هنگام<sup>۴</sup> و ... اشاره کرد. بسیاری از شرکت ها در عمل هنگام استفاده از این ابزارها برای دستیابی به اهداف تولید ناب، به علت عدم وجود یک مدل جامع مناسب برای پیاده سازی و ارزیابی نابی و ابزارهای آن با مشکلات عدیده ای مواجه هستند. از این رو، امروزه نیاز اصلی تحقیقات در

- 
1. Value Engineering.
  2. Costumer Relationship Management.
  3. Business Process Reengineering.
  4. Just In Time.

حوزه ی نابی ، طراحی مدل های مناسب برای پیاده سازی و سنجش میزان نابی است. با توجه به استقبال گسترده ی صنایع از این مدل، انجام تحقیقات پیرامون طراحی مدل جامع ارزیابی نابی از اهمیت ویژه ای برخوردار است و می تواند گره گشای سازمان ها در راه ناب شدن آن ها باشد.

## چارچوب نظری

### تولید ناب

واژه "ناب" در لغت ، به معنی "بدون زائده و بدون حشو بودن" است (رادنژاد، 1379). در ادبیات عمومی ، از این واژه برای بیان شی ء یا چیزی که بدون بیهودگی و اضافات باشد استفاده می شود. در ادبیات مدیریت، ناب بودن شامل تولید بیشترین محصولات یا خدمات قابل فروش تحت کمترین هزینه های عملیاتی می شود، در حالی که سطح موجودی در حد بهینه باشد (www.vmec.org).

سیستم تولید ناب، نوعی سیستم تولیدی است که ضمن به کارگیری فواید تولید انبوه و تولید سفارشی (دستی)، با هدف کاهش ضایعات و با آرمان حذف فعالیت های بدون ارزش افزوده طراحی شده است (داوری، 1382). فلسفه ی اصلی این نظام تولیدی، به کمال رساندن و بی نقص کردن سیستم های تولیدی است (Womack & Et al, 1990).

این ایده ی تازه شامل مجموعه شرایط جدیدی است که ایده های قدیمی را تضعیف می کند و آن ها را ناکارآمد می نامد. از پیشگامان این ایده ، می توان به تویوتا<sup>۱</sup> و اوهنو<sup>۲</sup> اشاره کرد که پس از جنگ دوم جهانی تا دهه ی 1960 تلاش های زیادی را به منظور ایجاد بسترهای تولید ناب به عمل آوردند. آنان پس از مسافرت به شهر دیترویت در آمریکا و بازدید از مجموعه ی خودروسازی فورد، به محدودیت های تولید انبوه دست یافته، نظریه تولید ناب را ارائه کردند (سید حسینی و بیات ترک، 1384).

تولید ناب با عنوان های دیگری چون: «تولید روان»، «سیستم تولید تویوتا»، «تولید سریع»، «تولید سبک»، «تولید سبکبال» و «تولید به هنگام» نیز معرفی شده است (سیرنگ، 1386، Womack & Et al, 1990). این تولید از این رو ناب نامیده می شود که در مقایسه با تولید انبوه همه چیز را به میزان کمتر مورد استفاده قرار می دهد. اصول تولید ناب اهداف نامحدودی را برای سیستم در نظر می

1. Lean.  
2. Toyoda .  
3. Ohno.

گیرد. برخی از این اهداف شامل نزول پیوسته ی قیمت تمام شده، به صفر رساندن ضایعات، تنوع بی پایان محصولات و ... می شود. به بیان دیگر، این شیوه ی تولید یک سیستم کامل است که از فلسفه ی بهبود مستمر استفاده می کند و با بهره گیری از فرهنگ کار تیمی، سعی در تحلیل اتلافهای موجود در فرایند تولید و حذف آن ها دارد. از ویژگی های چنین سیستمی کاهش زمان تولید، کارآیی بهتر پرسنل، کیفیت بالاتر، عمر بیشتر ماشین آلات و کاهش سطح موجودی و هزینه های سربار است (سیرنگ، 1386).

### تعاریف تولید ناب

محققان گوناگون از دیدگاه های متفاوت به تولید ناب نگریسته اند. از دیدگاه فارستر<sup>۱</sup>، مفهوم تولید ناب به طور عملی چنین است: ادغام اصول مرتبط با بهبود از طریق به کارگیری هم زمان مدیریت کیفیت جامع<sup>۲</sup> و تولید به هنگام، به طوری که فرآیندهای بر مبنای کامپیوتر در تمام بخشهای طراحی، مدیریت کارخانه، عرضه و توزیع کامل شوند (Mieir & Forrester, 1996) (Forrester & Et al, 1996) (Forrester, 2002) ویلیامز<sup>۳</sup> و همکارانش تولید ناب را در واقع یک جهش تصاعدی از روش تولید انبوه فورد به الگواره<sup>۴</sup> جدیدی از تولید می دانند (Williams & Et al, 1995) (Mieir & Forrester, 2002). کوچان<sup>۵</sup> و همکارانش بیان می کنند که اگرچه عناصر ناب شدن در تمام شرکت ها یکسان هستند، اما فرآیند تبدیل شدن به شرکت ناب در هر شرکت، خروجی های خاص و متفاوت با سایر شرکتها را ارائه می کند (Kochan, 1997) (Mieir & Forrester, 2002). همچنین، تولید ناب نوعی سیستم تولید تعریف شده که ضمن در نظر گرفتن فواید تولید انبوه و سفارشی با هدف کاهش ضایعات و با آرمان حذف هر فعالیت بدون ارزش طراحی شده باشد. در حقیقت، تولید ناب همان تولید به هنگام است، با این تفاوت که در آن، فعالیت هایی که ارزش افزوده ایجاد نمی کنند حذف شده اند.

انجمن ملی استاندارد و فن آوری در وزارت بازرگانی آمریکا تولید ناب را یک راه حل نظام مند برای شناسایی و از بین بردن اتلاف ها (فعالیت هایی که دارای ارزش افزوده نیستند) از طریق بهبود مستمر و به جریان انداختن تولید درست در هنگامی که مشتری به آن نیاز دارد تعریف می کند (سیرنگ، 1386).

- 
1. Forrester.
  2. Total Quality Management.
  3. Williams.
  4. Paradigm.
  5. Kochan.

در برخی فرهنگ نامه های تولید، به تولید ناب، ساخت ناب<sup>1</sup> نیز اطلاق شده است. این اصطلاح در مراجع تخصصی به اشکال زیر تعریف شده است.

- یک ابزار بهبود عملکرد تجاری که بر بهبود کیفیت، هزینه، زمان تحویل و انسان متمرکز شده است که ضایعات را از بین برده و بهبود مستمر را امکان پذیر می سازد.
- یک عبارت انگلیسی به دست آمده از تکنیک های ساخت و تولید ژاپنی که فلسفه کاهش مستمر ضایعات در همه ی نواحی و بخش ها را دنبال می کند.
- یک فلسفه ی تولید که بر کمینه سازی مقدار موجودی ها و منابع تأکید دارد و در سرتاسر سازمان به کار گرفته می شود. این نظام به شناسایی و حذف فعالیت های بدون ارزش افزوده در قسمت های طراحی، تولید، مدیریت زنجیره تأمین و سر و کار با مشتریان می پردازد.
- ترکیب ابزارهای تولیدی چون تولید به هنگام، کایزن، کانبان و ایده های کیفیت جامع با هدف حذف بوروکراسی زاید اداری، به صفر رساندن موجودی ها، زمان راه اندازی<sup>2</sup>، عیب و نقص و تاخیرات در طراحی، ساخت و توزیع.
- یک فلسفه ی ساخت که در آن، فاصله ی زمانی از سفارش مشتری تا تحویل آن به وسیله ی حذف ضایعات، کمینه شده است. این نظام شامل سه عنصر جریان، کشش و کوشش در حد اعلا می شود.
- ساخت ناب یک ابتکار تجاری برای کاهش ضایعات در محصولات ساخته شده است. پایه این ایده در کاهش سیستماتیک هزینه به وسیله ی مجموعه نگرش های فرآیندی در سراسر فرآیند تولید است (واژه نامه ویکی پدیا).

### مزایای به کارگیری تولید ناب

نتایج تحقیقات انجام شده در زمینه ی تولید ناب و همچنین تجارب صنعتی به کارگیری این نظام تولیدی، نشان دهنده ی مزایای گوناگون تولید ناب است. تجربه ی تحقیق و بررسی تولید ناب در صنعت کاشی و سرامیک کشور اسپانیا نشان می دهد برخی از مزایای تولید ناب شامل حذف انبارها و ذخایر، بهبود کیفیت، افزایش بهره وری، کوتاه شدن زمان تکوین محصول، جلوگیری از به وجود آمدن ضایعات، استفاده از کارگران چند مهارتی، تحویل به موقع، دسته های کوچک تر،

1. Lean Manufacturing.  
2. Down Time.

زمان تحویل و افزایش سطح رضایت شغلی کارکنان می شود (Bonavia & Marin, 2006). از دیگر مزیت‌های تولید ناب، ایجاد حس مسئولیت در کارکنان است. مسئولیت نه به معنای پاسخگویی به مقام بالاتر، بلکه به معنای آزادی عمل در کار است، به طوری که در این نظام، کارکنان چالش بیشتری در فرآیند تولید دارند و به همین دلیل، بیشتر می‌توانند خلاقیت خویش را به منصفی ظهور برسانند و از طریق کار گروهی، علاوه بر بهبود مستمر و اصلاح مدام سیستم، مهارت‌های مختلفی را نیز کسب می‌کنند (سید حسینی و بیات ترک، 1384). گروهی از محققان بر این قضیه اذعان دارند که باید از بین مزایای گوناگون تولید ناب به هم‌افزایی<sup>1</sup> به وجود آمده بین ابزارهای گوناگون تولید ناب اشاره نمود، چرا که این عامل باعث افزایش کارایی و اثربخشی تولید می‌شود (Fullerton & McWatters, 2001), (Cua, 2001), (2000), (Bonavia & Marin, 2006) (Shah & Ward, 2003) (White & Prybutok, 2003). جدول 1 نتایج به‌کارگیری تولید ناب را از دیدگاه برخی محققین و صاحب نظران نشان می‌دهد (Bonavia & Marin, 2006).

جدول 1: مزایا و منافع به‌کارگیری تولید ناب

ردیف	مزایا	محققین
1	کاهش ضایعات	بیلشباخ(1994)، فلین و ساکاکیارا(1995)، فولرتون و مک واترز(2001)، گیفی و دیگران(1990)، گان(1992)، جکسون و دایر(1998)، لاو و دیگران(1997)، لی(1997)، مارتینز سانچز و پرز پرز(2001)، ماسکل(1995)، ساکاکیارا و دیگران(1997)، وایت و دیگران(1999)، ووماک و دیگران(1990)
2	بهبود کیفیت	بیلشباخ(1994)، کوا و دیگران(2001)، فلین و ساکاکیارا(1995)، فولرتون و مک واترز(2001)، گیفی و دیگران(1990)، گان(1992)، جکسون و دایر(1998)، کرافسیک(1988)، لاو و دیگران(1997)، لی(1997)، ساکاکیارا و دیگران(1997)، شاه و وارد(2003)، وفا و یاسین(1995)، وایت و دیگران(1999)، ووماک و دیگران(1990)
3	افزایش بهره‌وری نیروی انسانی	بیلشباخ(1994)، گیفی و دیگران(1990)، گان(1992)، کرافسیک(1988)، لاو و دیگران(1997)، شاه و وارد(2003)، وایت و دیگران(1999)، ووماک و دیگران(1990)
4	بهبود زمان تکوین	فولرتون و مک واترز(2001)، گان(1992)، جکسون و دایر(1998)، ساکاکیارا و دیگران(1997)، شاه و وارد(2003)، وایت و دیگران(1999)
5	تحویل به موقع	کوا و دیگران(2001)، لی(1997)، ساکاکیارا و دیگران(1997)
6	کوچکی دسته تولید	لی(1997)
7	بهبود زمان تحویل	فلین و ساکاکیارا(1995)، فولرتون و مک واترز(2001)

## مؤلفه‌ها و اصول نابی در ادبیات تحقیق تولید ناب

1. Synergy.



دهه ی پایانی قرن اخیر شاهد تحقیقات گسترده ای در زمینه ی تولید ناب بوده است، به گونه ای که محققان متعددی در تحقیقات مختلف، از زوایای گوناگونی، این نظام تولیدی و مؤلفه های آن را بررسی کرده اند. از جمله این تحقیقات، می توان به یکی از رساله های دکتری دانشگاه جرجیا در آمریکا با عنوان «تأثیر نظام های اندازه گیری عملکرد در انتخاب کارخانجات و شرکتهای تولیدی در سطح جهانی» اشاره نمود. در این رساله، به شناسایی آن دسته از عوامل و معیارهایی پرداخته شده که نظام تولید کارخانجات را در سطح جهانی یا ناب مطرح می کند. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان می دهد مهمترین عامل عدم دستیابی به تولید در سطح جهانی، نداشتن معیار ارزیابی عملکرد است. ارزیابی عملکرد و پیوستگی آن به سیستم های تولید، فروش، انبار و تدارکات، تعمیرات و نگهداری، لجستیک و پشتیبانی به عنوان ابزاری مهم برای کاهش قیمت محصولات، افزایش کیفیت کالاهای تولیدی و کاهش زمان انتظار برای تحویل کالا به مشتری شناخته شده است (Lockmay, 1995)، (سید حسینی و بیات ترک، 1384). در مقاله ی دیگری با عنوان «ارزیابی تغییرات در جهت تولید ناب»، وضعیت به کارگیری تولید ناب در صنایع مختلف و از جمله صنایع دستی مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور، یک مدل عملیاتی از اصول تولید ناب ارائه شده که در آن، اصولی مانند حذف ضایعات، بهبود مداوم، خرابی صفر، تحویل به موقع، کاهش مواد اولیه، تیم های چندکاره، تمرکز زدایی، یکپارچگی فعالیتها و سیستم های اطلاعاتی عمودی به عنوان اصول تولید ناب معرفی شده اند (Mieir & Forrester, 2002).

در تحقیقی که با هدف ارزیابی درجه ی نابی شرکت های سازنده ی محصول در سال 2002 به انجام رسیده، از اصول معرفی شده در پژوهش فوق و سایر پژوهش ها استفاده شده و شرکت های گوناگون بر اساس درجه ی تطابق با اصول نابی به سه دسته ی شرکتهای ناب، شرکتهای در حال تغییر به نابی و شرکتهای سنتی طبقه بندی شده اند (Mieir & Forrester, 2002).

در پژوهش های دیگری که در ابتدای قرن حاضر به انجام رسیده، ناب بودن صنایع به اشکال دیگری ارزیابی شده است. ارزیابی تولید ناب با استفاده از حوزه های اصلی و فرعی نمونه ای از این پژوهش هاست که در سال 2001، با عنوان «ساخت ناب، ابزارها، تکنیک ها و چگونگی استفاده از آن ها» انجام شده است. در این پژوهش، حوزه های اصلی تولید ناب به پنج دسته جریان تولید، سازمان دهی، مستندات، تدارکات و کنترل فرآیند تقسیم شده و هریک از این حوزه های اصلی نیز چند حوزه فرعی دارد، به طوری که در مجموع، 33 حوزه ی اصلی و فرعی به عنوان حوزه های تولید ناب معرفی شده اند (سید حسینی و بیات ترک، 1384)، (Feld, 2001).

نمونه‌ی دیگری از پژوهش‌های انجام شده در زمینه ارزیابی تولید ناب پژوهش مشترک دانشگاه وارویک و انستیتو تکنولوژی ماساچوست است که در سال 2001 به انجام رسیده است. نتیجه‌ی این پژوهش، ارائه‌ی چک لیست خود ارزیابی مؤسسات ناب است که به «LESAT»<sup>1</sup> شهرت یافته است. در این روش، برای هر ویژگی، یک سطح مطلوب و جاری تعریف شده است. در این پژوهش، ساختار خود ارزیابی مؤسسات ناب بر سه بخش رهبری، فرآیند طول عمر و توانمندی شالوده‌ای تأکید دارد (سید حسینی و بیات ترک، 1384).

با توجه به این که مفهوم نابی در سراسر یک سازمان جاری می شود، مؤلفه‌های گوناگونی از سوی محققان به عنوان ابزارها و اصول نابی معرفی شده اند. از دیدگاه برخی از آن‌ها، ابزارها و اصول نظام تولید ناب به شرح جدول 2 تعیین شده است. (Shah & Ward, 1997), (Maclachlin, 2003).

جدول 2: ابزارها و اصول نظام تولید ناب به نقل از مک لچلین

منابع																ابزارهای تولید ناب
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
✓	✓	✓	✓	✓			✓									ساخت سلولی
✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓				✓		برنامه های بهبود مستمر
✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓	✓		✓		✓	نیروی کار چند وظیفه ای
✓	✓		✓	✓			✓									کاهش زمان چرخه
✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓									سیستم تولید متمرکز
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	تولید بهنگام
✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	کوچک سازی ابعاد تولید
	✓			✓			✓									تکنولوژی جدید
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓			✓			نگهداری پیش گیرانه
	✓	✓	✓	✓			✓									سنجش ظرفیت فرآیند
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	سیستم کششی کانبان
														✓		مدیریت کیفیت
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	تغییر سریع در تولید
	✓			✓			✓									برنامه های بهبود ایمنی
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓		تیمهای کاری خودگردان
✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓				✓		مدیریت کیفیت فراگیر

راهنمای منابع جدول: 1- ساجیموری و دیگران (1977)، موندن (1981)، پگنز (1984) 2- وانتوک (1983) 3- لی و ابراهیم پور (1984) 4- سوزاکی (1985) 5- فینچ و کاکس (1986) 6- وس و رابینسون (1987) 7- های (1988) 8- بیچنو (1989) 9- جان و دیگران (1990)

10- پیپر و مک لاجلین (1990) 11- وایت (1993) 12- راهنمای جایزه شینگو (1996) 13- ساکاکیبارا و دیگران (1997) 14- کوفتروس و دیگران (1998) 15- فلین و دیگران (1999) 16- وایت و دیگران (1999).

جدول 3 دیدگاه سایر محققین در رابطه با ابزارها و مؤلفه های تولید ناب نشان می دهد (Bonavia & Marin, 2006).

جدول 3: طبقه بندی ابزارها و مؤلفه ها اصلی و فرعی تولید ناب

منابع														ابزارهای اصلی	ابزارهای فرعی										
2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9			8	7	6	5	4	3	2	1		
																								کارکنان چندوظیفه ای آموزش ضمن خدمت گردش شغلی	مدیریت منابع انسانی
																								تکنولوژی گروهی ساخت سلولی چیدمان وظیفه ای	تولید به هنگام
																								کاهش زمان راه اندازی	
																								برنامه تولید ثابت انجام یکنواخت کارها	
																								سیستم کنششی (کلبان)	
																								نگهداری بهره ور جامع	نگهداری بهره ور جامع
																								کنترل کیفیت روشهای کنترل کیفیت آماري	مدیریت کیفیت فراگیر
																								سیستمهای پیشنهادات گروهی ملند حلقه های کیفیت و ...	مدیریت منابع انسانی و مدیریت کیفیت فراگیر
																								کنترل بصری بازخوردی به کارکنان خانه داری صنعتی	مدیریت منابع انسانی و مدیریت کیفیت جامع و نگهداری بهره ور جامع
																								استانداردسازی عملیات مستندسازی رویه های تولید	مدیریت کیفیت جامع و تولید به هنگام

راهنمای منابع جدول: 1- کوا و دیگران (2001) 2- فورزا (1996) 3- فولرتون و مک واترز (2001) 4- گوپتا و بنان (1995) 5- جکسون و دایر (1998) 6- جیمز مور و جیبانس (1997) 7- کارلسون و آهل اشتروم (1996) 8- کاتایاما و بنت (1996) 9- لی (1996) 10- مارین و دلگادو (2000) 11- مارتینز سانچز و دیگران (2001) 12- پرادو پرادو (2002) 13- شاه و وارد (2003) 14- وایت و دیگران (1999) 15- ووماک و دیگران (1990) 16- ساکاکیبارا و دیگران (1997) 17- فلین و ساکاکیبارا (1995) 18- وایت و پری باتوک (2001) 19- ایلپام و بات (1994) 20- نیپچه و مولمان (1996) 21- مارتینز سانچز و پرز پرز (2001)

## طراحی مدل سنجش درجه‌ی ناب‌ی صنایع

همان‌گونه که در بخش‌های پیشین بیان شد، یکی از چالش‌های موجود در راه‌پایه‌سازی و به‌کارگیری تولید ناب نبودن یک مدل جامع است؛ براین اساس، این پژوهش پس از بررسی ادبیات تحقیق تولید ناب و مطالعه‌ی تجارب کشورهای پیش‌رو در این زمینه، در مرحله اول، ابزارها و مؤلفه‌های ناب‌ی در بخش صنعت را شناسایی و چارچوب سلسله‌مراتبی برای مؤلفه‌های شناسایی شده ترسیم و سپس، در مرحله دوم، بر اساس چارچوب سلسله‌مراتبی طراحی شده، مدلی برای ارزیابی و اجرای نظام تولید ناب برای شرکت‌های تولیدی تدوین می‌نماید.

### مؤلفه‌های ناب‌ی مدل

پس از بررسی ادبیات تحقیق، انواع طبقه‌بندی‌ها، مؤلفه‌ها و ابزارهای ناب‌ی که محققان کشورهای مختلف در پژوهش‌های خود از آن‌ها استفاده کرده بودند، شناسایی و استخراج گردید. در اولین گام پژوهش، فهرست اولیه‌ای از مؤلفه‌ها و ابزارهای ناب‌ی از دیدگاه ادبیات تحقیق شناسایی شد. سپس، مؤلفه‌ها و ابزارهای شناسایی شده توسط خبرگان و متخصصین مورد جرح و تعدیل قرار گرفت، به طوری که در نهایت، مؤلفه‌ها و ابزارهای تولید ناب در دو طبقه‌ی اصلی (شامل 9 مؤلفه) و طبقه‌ی فرعی (شامل 61 مؤلفه) طبقه‌بندی و سازمان‌دهی شدند تا مدل مناسبی جهت بررسی وضعیت ناب‌ی و سنجش آن در صنایع ایران طراحی شود. نمودار 1 ساختار سلسله‌مراتبی مدل و مؤلفه‌های اصلی و فرعی آن را نشان می‌دهد.

### طراحی و به‌کارگیری مدل سنجش درجه‌ی ناب‌ی صنایع تولیدی

در گام دوم یا مرحله‌ی طراحی مدل سنجش درجه‌ی ناب‌ی صنایع تولیدی، از خواص سلسله‌مراتبی بودن مؤلفه‌های تولید ناب استفاده می‌شود و مدلی منطبق با این سلسله‌مراتب طراحی می‌گردد که ضمن سنجش ساختاریافته درجه‌ی ناب‌ی در برنامه‌ریزی بهبود آن نیز کاربرد داشته باشد. در این مدل، بر طبق سلسله‌مراتب طراحی شده، ابتدا عملکرد ناب‌ی مؤلفه‌های فرعی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. سپس، با توجه به عملکرد مؤلفه‌های فرعی، عملکرد ناب‌ی مؤلفه‌های اصلی بررسی و محاسبه می‌شود و در آخرین گام، مجموع عملکرد شرکت در ازای مؤلفه‌های اصلی بیانگر درجه و طبقه‌ی ناب‌ی شرکت است. چگونگی سنجش درجه‌ی ناب‌ی به شکل سلسله‌مراتبی در روابط و فرمول‌های زیر ارائه شده است.

$$P_i = \sum_{s=1}^n C_s \quad LD = \sum_{i=1}^9 P_i$$

LD : درجه نابی  
 $P_i$  : عملکرد مؤلفه ی اصلی i ام  
 $C_s$  : عملکرد مؤلفه ی فرعی S ام

در ادامه ، چگونگی به کارگیری فرمول ها و روابط جهت سنجش درجه نابی با ذکر مثال تشریح می شود. جهت سنجش درجه ی نابی هر واحد صنعتی ، در اولین گام ، سطح عملکرد زیر معیارهای هر مؤلفه از نه مؤلفه ی اصلی ارزیابی و محاسبه می شود.

به این منظور، پیوستاری از صفر تا صد (0-100) ترسیم شده و تمام مؤلفه های فرعی در دامنه ی این طیف با توجه به راهکاری که در ادامه ارائه می شود ارزیابی می گردد.

بر اساس این راهکار، ابتدا حد بالا و پایین مجاز نابی هر مؤلفه ی فرعی تعیین می شود. سپس ، در بین این حدود ، به ترتیب صدک های 1 تا 100 محاسبه و بر این اساس ، پیوستاری صد قسمتی در فاصله ی حد بالا و پائین ترسیم می شود. هر صدک این پیوستار، مبنای امتیاز مؤلفه های فرعی تولید ناب است ، به این مفهوم که عملکرد واحد صنعتی در ازای هر زیر معیار عددی در بین استانداردهای مورد استفاده است. با توجه به پیوستار ترسیم شده ، این عدد در یکی از صد خانه ی این پیوستار قرار می گیرد که صدک متناظر با آن خانه برابر با امتیاز شرکت از به کارگیری زیر معیار است . البته ، در رابطه با برخی مؤلفه ها مانند حجم موجودی ها که همبستگی منفی با افزایش درجه ی نابی شرکت ها دارند ، برای هم جهت سازی داده های منفی، جهت پیوستار معکوس می شود و در حالت معکوس ، امتیاز مؤلفه ها محاسبه می شود تا بدین وسیله تاثیر منفی همبستگی این مؤلفه ها با نابی تولید خنثی شود.

پس از محاسبه ی امتیاز همه زیرمعیارها ، با توجه به فرمول زیر، مجموع امتیازات مؤلفه های فرعی محاسبه شده و امتیاز عملکرد هر مؤلفه اصلی به دست می آید.

$$P_i = \sum_{s=3}^n C_s$$

به عنوان مثال ، فرض می شود در بین مؤلفه های اصلی تولید ناب، مؤلفه ی مدیریت منابع انسانی دارای سه مؤلفه ی فرعی با عناوین کارگران چند وظیفه ای، آموزش ضمن خدمت و گردش شغلی

است. اگر استانداردها نشان دهند در ازای 500 کارگر یک واحد تولیدی حداقل 50 نفر و حداکثر 350 نفر باید گردش شغلی داشته باشند، جدول 4 به عنوان مبنای طبقه بندی تشکیل می شود.

جدول 4: جدول مبنای محاسبه ی امتیاز مؤلفه ی کارکنان چند وظیفه ای

0	1	2	.....	98	99	100	امتیاز
<53	53-56	56-59	.....	344-347	347-350	≥ 350	فاصله طبقات (نفر)

اکنون ، با توجه به تعداد افرادی که در هر واحد چند وظیفه دارند، امتیاز مؤلفه ی کارکنان چند وظیفه ای واحدها تعیین می شود. اگر بررسی یک واحد صنعتی نشان دهد امتیاز واحد برای مؤلفه ی فرعی کارگران چند وظیفه ای 25، آموزش ضمن خدمت 40 و گردش شغلی 50 است با توجه به فرمول ارزیابی عملکرد مؤلفه ها، عملکرد شرکت برای مؤلفه مدیریت منابع انسانی برابر با 115 خواهد بود.

پس از محاسبه ی عملکرد مؤلفه های اصلی، نوبت به ارزیابی درجه نابی شرکت می رسد. در این مرحله ، مجموع امتیازات نابی مؤلفه های تولید ناب که از مرحله قبلی به دست آمد محاسبه شده و امتیاز کل شرکت تعیین می گردد.

$$LD = \sum_{i=1}^9 P_i$$

با فرض این که در مثال قبل ، عملکرد امتیازی مؤلفه های اصلی محاسبه شده است ، امتیاز کل شرکت به شرح جدول 5 خواهد بود.

جدول 5: عملکرد امتیازی مؤلفه های اصلی و محاسبه امتیاز کل شرکت

امتیاز عملکرد	معیار
120	مدیریت کیفیت جامع و تولید به هنگام
600	تولید بهنگام
690	مدیریت کیفیت جامع
115	مدیریت منابع انسانی
80	مدیریت کیفیت جامع و مدیریت منابع انسانی
210	نگهداری بهره ور جامع
500	مشتری مداری
430	روابط با تأمین کنندگان
100	مدیریت کیفیت جامع، مدیریت منابع انسانی و نگهداری بهره ور جامع
2845	امتیاز کل

با توجه به امتیاز کل شرکت در آخرین مرحله درجه و طبقه نابی شرکت تعیین می شود. همانگونه که در نمودار 1 پیداست، تولید ناب از نه مؤلفه ی اصلی و 61 مؤلفه ی فرعی تشکیل شده است. از سوی دیگر، اگر طبق پیوستار ترسیم شده، برای هر مؤلفه حداکثر 100 امتیاز منظور شود، هر سازمان در ازای مؤلفه های اصلی خود، منطبق با جدول 6 امتیاز کسب خواهد کرد.

جدول 6: سقف امتیاز مؤلفه های اصلی تولید ناب

مؤلفه	JIT	TQM	TPM	TQM & JIT	TQM & HRM	TQM & JIT & HRM	CR	SR	HRM
امتیاز	1000	1100	300	300	300	300	900	800	1100

با توجه به امتیاز مؤلفه های اصلی، می توان نتیجه گرفت یک نظام تولید حداکثر 6100 امتیاز می تواند اخذ نماید که این مقدار بیانگر کاملاً ناب بودن نظام تولید شرکت است. در این راستا، اگر از جدول 7 به عنوان یک خط راهنمای کلی استفاده شود، می توان شرکت ها را بر اساس درجه ی نابی طبقه بندی نمود.

جدول 7: خط راهنمای کلی جهت تعیین درجه و طبقه نابی شرکت ها

درجه نابی	یک	دو	سه	چهار
طبقه بندی شرکت ها	شرکت های تولیدکننده ناب	شرکت های در حال گذار به تولید ناب	شرکت های در حال گذار از نظام تولید سنتی	شرکت های تولید کننده سنتی
امتیاز	4575 – 6100	3050 – 4575	1525 – 3050	0 – 1525

با توجه به جدول 7، می توان درجه ی نابی شرکت را محاسبه و نظام تولید شرکت را طبقه بندی نمود. در مثال قبل با توجه به امتیاز به دست آمده نتیجه می گیریم که شرکت مذکور از حیث ناب بودن، دارای درجه سه است. به عبارت دیگر، این شرکت در حال خروج از نظام تولید سنتی است.

## نتیجه گیری و پیشنهادها

### نتیجه گیری

وقوع تحولات سیاسی، جمعیتی، اقتصادی و فرهنگی از یک سو و تنوع در بازارهای مصرف، سطح تمایلات مشتریان و افزایش رقابت صنعتی صنایع از سوی دیگر، منجر به وقوع انقلاب های بزرگ در

نظام های تولید صنایع در قرن بیستم شده است. بی شک ، سازمانهایی بر چالش های ناشی از این تحولات غلبه خواهند نمود و در دنیای رقابتی جدید باقی خواهند ماند که خود را با این تغییرات منطبق سازند. با توجه به این که کانون اصلی انقلاب های صنعتی جهان بر نظام تولیدی صنایع قرار گرفته است سازمان ها باید بیشترین تلاش خود را در راه تطبیق این کانون با تغییرات به وجود آمده متمرکز کنند.

جهت دستیابی به این مهم ، سازمانها نیازمند مدل هایی هستند که درجه ی تطابق نظام تولیدی را با تحولات و چالش های ناشی از آن مورد ارزیابی قرار دهد. یکی از تحولات و انقلاب های تولیدی صنایع جهان تولید ناب است. بالطبع ، ارزیابی و بررسی درجه ی تطبیق صنایع با این انقلاب نیز نیازمند مدل و یا مدل هایی است که به آن ها در این راستا یاری برسانند .

این تحقیق با هدف طراحی مدلی جامع جهت ارزیابی درجه نابی نظام تولیدی صنایع به انجام رسیده است. به این منظور، پس از انجام مطالعات و بررسی های لازم در زمینه ی تولید ناب ، سلسله مراتب مؤلفه های تشکیل دهنده ی این نظام ترسیم شد. سپس ، با توجه به سلسله مراتب ترسیم شده فرمول ها و روابط لازم جهت سنجش و طبقه بندی نابی تدوین و مدل مورد نظر تدوین گردید. کمی بودن خروجی های این مدل به مدیران سازمان کمک می کند تا به طور دوره ای ، برای بهبود نابی برنامه ریزی کرده و وضعیت بهبود و یا ضعف شرکت خود را به طور ملموس و قابل درک ارزیابی نمایند.

### پیشنهادهای

- 1- مدل معرفی شده در این تحقیق به گونه ای طراحی شده که می توان با استفاده از آن ، رویکردی دایمی برای سنجش درجه ی نابی و شناسایی صنایع ناب طراحی کرد و با استفاده از این رویکرد ، همانند مدل تعالی سازمانی EFQM ، با اعطای درجه ی صنعت ناب ، شرکت ها را در جهت ناب شدن تشویق نمود.
- 2- امروزه ، مفهوم نابی و ناب شدن فراتر از تولید، در زمینه هایی چون مدیریت، تفکر، زنجیره ی تأمین، بنگاه و ... مطرح شده است. پیشنهاد می شود جهت ارزیابی مفهوم نابی و بهبود آن ، در هر مورد از زمینه های اشاره شده، مدلی مانند مدل این پژوهش طراحی و به کار گرفته شود.
- 3- در سال های اخیر ، برخی محققان مفهوم نابی و چابکی را ادغام کرده مدل جدیدی از تولید را که تلفیقی از دو مفهوم تولید ناب و تولید چابک است طراحی نموده اند. به این محققان پیشنهاد



می شود از مدل ارائه شده در این پژوهش نیز الگوبرداری و مدلی جامع برای سنجش درجه نابی- چابکی طراحی نمایند .

4- امروزه جهت استفاده ی کاراتر از تولید ناب صنایع پیشرو و برتر دنیا، این رویکرد را با سایر مفاهیم و تکنیک های مدیریتی -مانند تئوری محدودیت ها، شش سیگما و ... - تلفیق نموده اند. به نظر می رسد همچنان فرصت های فراوانی در این زمینه جهت به کارگیری کاراتر تولید ناب وجود دارد. شناسایی این فرصت ها نیازمند مطالعه، تحقیق و پژوهش عمیق تری در مباحث مدیریت و صنایع است.

5- با توجه به این که استفاده از منطق فازی در مفاهیم مختلف مدیریت ، نتایج دقیق و معتبری ارائه داده است، پیشنهاد می شود جهت دست یابی به نتایج معتبر ، از این منطق در مراحل مختلف سنجش نابی نیز استفاده شود.

## منابع و مأخذ

- امامی میبدی، علی. (1379). اصول و اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران.
- داوری، دردانه. (1382). نگرش‌های مختلف به سیستم‌های مدیریت تولید در دهه اخیر ماهنامه تدبیر، شماره 106.
- سید حسینی، سید محمد و بیات ترک امیر. (تابستان 1384) ارزیابی عوامل تولید ناب در سازمان‌های تولیدی غیر پیوسته (سفارشی) (مطالعه موردی، گروه صنعتی سدید). مدرس علوم انسانی، دوره 9، شماره 2 سیرنگ. (1386). [www.hesabras86.blogfa.com](http://www.hesabras86.blogfa.com).
- فرخ، علی. (1383). تولید ناب، ماهنامه تدبیر، شماره 118.
- ووماکه، جیمز و جونز، دانیل و روس، دانیل و راندنژاد، آزاده. (1379). تولید ناب انقلاب کیفیت و بهره‌وری (چاپ پنجم) نشر آموزه، اصفهان.
- Ahlstrom, p. & Karlsson, C. (1996). Change processes towards lean production The role of the management accounting system. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(11), 42-56
- Bonavia, T. & Marin, J.A. (2006). An empirical study of lean production in the ceramic tile industry in Spain. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(5), 505-531
- Bruun, P. & Mefford, R.N., (2004), Lean production and the Internet, *Production Economics*, 89, 247-260.
- Callen, J., Fader, C. and Kirnksky, I. (2000), "Just-in-time: a cross-sectional plant analysis", *International Journal of Production Economics*, No. 63, pp. 277-301.
- Cua, K.O., (2000). A theory of integrated manufacturing practices relating total quality management, just-in-time, and total productive maintenance. A Dissertation Thesis from University of Minnesota.
- Cua, K.O., McKone, K.E., Schroeder, R.G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19 (2), 675-694.
- Ettkin, L.P., Raiszadehn, F.M., & Hunt, H.R. (1990). Just-In-Time: A timely opportunity for small manufacturers, *Industrial Management*, 32(1), 16-18.
- Feld, W.M., (2001). lean manufacturing, tools, techniques, and how to use them, the st. lucie press & apices services Resource management.
- Forrester, P.L. Hassard, J.S. and Lilley, S. (1996). "Pulling it together and pushing it out: people; and practices in post-modern production", *Proceeding of 2nd International Managing Innovative Manufacturing Conference*, Leicester, June.
- Fullerton, R.R. & McWatters, C.S. (2001). The production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, 19(1), 81-96.
- Kochan, T., Lansbury, R. and Macduffie, J.P. (1997), *After Lean Production*, Cornell University Press, Ithaca, NY.

- Kracfik, J.F. (1988), "Triumph of the lean production system", *Sloan Management Review*, 30(1), 41-52.
- Lee, C.Y. (1996), "The applicability of just-in-time manufacturing to small manufacturing firms.
- Lockmay, A. (1995), "A Study of operational and strategic Performance Measurement System in Selected World Class Manufacturing Firms An Examination of Lineages for Competitive Advantaged (Operational Performance Measurement, Manufacturing Strategy)", University of Georgia.
- MacDuffie, J.P. (1995). Human resource bundles and manufacturing performance: organizational logic and flexible production systems in the world auto industry. *Industrial and Labor Relations Review*, 48 (2), 197–221.
- Marin, F. and Delgado, J. (2000), "Las técnicas justo a tiempo y su repercusión en los sistemas de producción", *Economía Industrial*, 331, 35-41.
- McLachlin, R., 1997. Management Initiatives and Just-In-Time Manufacturing. *Operations Management* 15 (4), 271–292.
- Meier, H.S. & Forrester, P.L. (2002). A Model for Evaluating the Degree of Leanness of Manufacturing Firms. *Integrated Manufacturing Systems*, 13(2), 104-109
- Porter, M.E. (1990), *La ventaja competitiva de las naciones*, Plaza & Jane's editores, Barcelona.
- Shah, R. & Ward. P.T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21, 129–149
- Sohal, A.S. and Egglestone, A. (1994), "Lean production: experience among Australian organizations", *International Journal of Operations & Production Management*, 14(11), 35-51.
- Suzaki, K. (2000), *Competitividad en fabricacion: técnicas para la mejora continua*, TGP (Tecnologías de Gerencia y Producción), Madrid.
- White, R.E. & Prybutok, V. (2001). The relationship between JIT practices and type of production system. *Omega*, 29(2), 113-24.
- Williams, K., Haslam, C., Johal, S., Williams, J., Adcroft, A. and Willis, R. (1995), "Management practice or structural factors: the case of American versus Japan in the car industry", *Economic and Industrial Democracy*, 16, 9-37.
- Womack, J.P. and Jones, D.T. (1996), *Lean Thinking. Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, Simon & Schuster, New York, NY.
- Womack, J.P., Jones, D.T. and Roos, D., (1990). *The Machine that Changed the World*. Rawson Associates, New York.
- [www.en.wikipedia.org](http://www.en.wikipedia.org)
- [www.vmec.org](http://www.vmec.org)

