

## ارزیابی رابطه بین پاداش و افزایش تولید با استفاده از معادلات همزمان (مطالعه موردی)

محمدعلی کرامتی<sup>۱</sup>  
زیبا نوری<sup>۲</sup>  
امیررضا رضازاده<sup>۳</sup>

از صفحه: ۱۵۴ تا ۱۷۰  
تاریخ ارایه: ۸۶/۱۱/۲۰  
تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۲۷

### چکیده

پرداخت پاداش بر مبنای عملکرد و ارزیابی نتایج از جمله موضوعات بحث‌انگیز در حوزه مدیریت پرسنلی تلقی می‌گردد. اکنون نیز درباره اثرات پاداش‌های افزایش تولید نظریه‌های متفاوتی در ادبیات موضوع به چشم می‌خورد. هدف این تحقیق ارزیابی نتایج پاداش بر مبنای افزایش تولید در یکی از شرکت‌های بزرگ تولیدی ایران است. داده‌ها عبارت بوده‌اند از: مقدار تولید، مبلغ پاداش، بهره‌وری نیروی انسانی، بهره‌وری انرژی، طول عمر تجهیزات، مزد مینا، آموزش، کیفیت مواد اولیه و تعمیرات و نگهداری.

این داده‌ها از عملکرد ۵۰ ماه شرکت، جمع‌آوری شده و با استفاده از معادلات همزمان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. تحلیل معادلات همزمان، حاکی از آن است که رابطه بین متغیرها با نتایج مورد انتظار در بعضی موارد مطابقت ندارد. به عبارت دیگر، پرداخت پاداش بر مبنای تولید لزوماً اثربخش نبوده است.

واژگان کلیدی: پاداش، تولید، معادلات همزمان، بهره‌وری.

۱- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی اراک  
E-mail: M-Keramati@iau-arak.ac.ir

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی اراک

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی اراک

### مقدمه

بیش از هفتاد سال است که نظام‌های پرداخت و پاداش مبتنی بر بازدهی و عملکرد در صنعت متداول شده‌اند (بووی ۳۷۱، ۱۳۶۹). اکنون نیز هر سال بر اساس این طرح‌ها مبالغ هنگفتی به‌عنوان پاداش افزایش تولید در بسیاری از بنگاه‌های تولیدی و سایر انواع سازمان‌ها به کارکنان پرداخت می‌شود. پرداخت‌های تشویقی فقط در انگلستان از ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۴ میلادی تقریباً ۱/۵ میلیون پوند افزایش یافته‌اند. به راستی چرا چنین پرداخت‌های هنگفتی صورت می‌گیرد؟ اغلب اقتصاد دانان و مدیران معتقدند این نوع پرداخت‌ها موجب افزایش تلاش کارکنان و در نتیجه افزایش بهره‌وری آنها می‌شود، چرا که در غیر این صورت هرگز چنین پرداخت‌های کلانی صورت نمی‌گرفت (Freeman, 2004;315).

عکس‌العمل کارکنان در قبال پاداش‌های مادی، سنگ بنای نظریه اقتصاد کار را تشکیل می‌دهد. به‌ویژه نظریه غالب آن است که پرداخت پاداش بر مبنای تولید، کارکنان را به تلاش برای کار و تولید بیشتر وامی‌دارد (Lazear, 2000;1346). هرچند که پاداش‌های مادی انواع و اشکال متفاوتی دارند، اما پرداخت‌های نقدی رایج‌ترین انواع آنها در همه سازمان‌ها هستند (Rynes & Gerhat, 1999;116).

بارزترین ویژگی همه پاداش‌های مادی، هزینه‌کردن بخشی از منابع مالی سازمان است. در حالی‌که توان انگیزشی هر نوع پاداشی به غیر از پول، به ساز و کار پرداخت، ویژگی‌های محیطی و امثال اینها بستگی دارد، سودمندی پول از این حقیقت ناشی می‌شود که سرانجام به هر نوع عایدی ملموس و محسوسی برای دارنده آن قابل تبدیل است (Bandura, 1986;451). بنابراین، ارزش تشویقی پول به خاصیت تعویض‌پذیری آن بستگی دارد. بر اساس خاصیت تعویض‌پذیری می‌توان پول را با هر نوع کالا و یا خدمتی عوض کرد (Bandura, 1986, Stajkovic & Luthans, 2001;587). به همین دلیل است که آدمی مجذوب مشاغلی با حقوق و مزایای عالی می‌شود، همه مساعی خود را برای انجام کارهایی که دریافت بیشتر در پی دارند به کار می‌گیرد و در صورت به خطر افتادن یا کاهش درآمد سخت بی‌تاب می‌گردد.

با توجه به این ویژگی منحصر به فرد پاداش‌های پولی، معمول‌ترین روش استفاده از پول برای بهبود بهره‌وری سازمان، طراحی و به‌کارگیری طرح‌های پرداخت مبتنی بر عملکرد است (Durham & Bartol, 2000;160). بر این اساس طرح‌های پیشرفته و پیچیده پرداخت‌های تشویقی طراحی شده و بکار گرفته می‌شوند، اما در اغلب موارد پیامدهای عملی آنها به دلیل فقدان داده‌های تجربی یا به دلایل دیگر مورد تجزیه و تحلیل قرار نمی‌گیرد.

### سوابق موضوع

در زمینه پرداخت‌های پاداش افزایش تولید چند جریان پژوهشی موازی در جریان است. در پژوهش‌های روانشناختی، تلقی کارکنان از کار، نگرش به کار و رضایت‌مندی شغلی کارکنان به‌عنوان پیامدهای پرداخت تشویقی مورد بررسی قرار می‌گیرند، لذا در این نوع پژوهش‌ها معیارهای عینی سنجش تلاش و عملکرد کارکنان نادیده گرفته می‌شوند (Engellandt & Riphahn, 2004; 2). دسته‌ای دیگر از تحقیقات، با هدف شناسایی و ارزیابی کارکرد معیارهای پرداخت‌های تشویقی انجام می‌شوند. به‌عنوان نمونه می‌توان به (Brown, 1990), (Darago & Heywood, 1995), (Hey wood & jirjah, 2002), (Ferne & Metcalf, 1999), (Heywood et al, 1997) اشاره نمود.

از سوی دیگر پژوهش‌هایی نیز برای بررسی نتایج ناشی از طراحی و اجرای نظام‌های پرداخت تشویقی بر مبنای عملکرد، انجام می‌شوند. پژوهش‌های (Ewing, 1996), (Booth & Frank, 1999), (Paarsch & Shearer, 2000), (Lazear, 2000) از این نوع هستند. در بسیاری از این نوع پژوهش‌ها، بهره‌وری به‌عنوان نتیجه پرداخت‌های تشویقی مورد بررسی قرار گرفته است (Groves et al, 1994, 2000).

از سوی دیگر، تاکید شده است که در بررسی اثر پرداخت‌های تشویقی بر بهره‌وری، ویژگی‌های خاص هر سازمان باید در نظر گرفته شود. زیرا انتخاب نوع طرح پرداخت تشویقی ماهیتا مساله‌ای درون سازمانی است که با توجه به ویژگی‌های خاص هر سازمان صورت می‌پذیرد. بنابراین مقایسه نتایج طرح‌های تشویقی سازمان‌های مختلف باعث سوگیری و انحراف در نتایج مطالعه خواهد شد (Fitzroy and Kraft 1995; 151). برای رفع این مشکل (Lazear, 2000), (Paarsch and Schearer, 2000) هر سازمان را به‌طور جداگانه و به‌عنوان یک مورد مستقل مورد مطالعه قرار داده‌اند. به این ترتیب ویژگی‌های خاص سازمانی در برآوردها ثابت انگاشته شده است.

### مساله پژوهش

عقیده عموم بر این است که سازمان‌ها باید نظام پرداخت پاداش بر مبنای عملکرد داشته باشند. طرح‌های پرداخت پاداش افزایش تولید با هدف افزایش بازدهی کارکنان به کار گرفته می‌شوند. اما مباحث متناقضی پیرامون نتایج پرداخت پاداش‌های افزایش تولید و بر مبنای عملکرد اظهار می‌شود (Gupta & Shaw, 1998), (Lawler, 1990), (Peffer, 1998), (Luthans & Stajkovic, 1999).

در عمل نیز طرح‌های پرداخت پاداش افزایش تولید نتایج بحث‌انگیزی داشته‌اند. بیشتر این تناقضات نظری و عملی ناشی از نحوه استقرار و اجرای نظام پرداخت‌های تشویقی هستند تا خود

پرداخت‌های پولی به‌عنوان پاداش. پاداش‌های تشویقی متداول ویژگی‌های متفاوتی داشته و بنابراین اثرات متفاوتی بر عملکرد افراد دارند. از طرف دیگر هر سازمانی از ویژگی‌های خاصی برخوردار است که آن را تا حدودی از دیگر سازمان‌ها متمایز می‌سازد. ماهیت متفاوت انواع مکانیزم‌های پرداخت تشویقی برای افزایش تولید از یک سو و ویژگی‌های خاص سازمانی از دگرسو، باعث می‌شوند که پرداخت پاداش افزایش تولید، اثرات عملکردی متفاوتی داشته باشند.

با وجود تناقضات نظری و عملی درباره پرداخت‌های پاداش افزایش تولید، سازمان گسترش و نوسازی ایران با هدف افزایش بازدهی کارکنان از سال ۱۳۶۹ کلیه واحدهای تحت پوشش خود را به طراحی و اجرای سیستم پرداخت‌های تشویقی، متناسب با افزایش تولید، موظف نموده است. در پی این الزام، طرح‌های متفاوتی در سازمان‌های تحت پوشش از ابتدای سال ۱۳۷۰ به‌مورد اجرا گذارده شده است. هدف از اجرای این طرح‌ها برانگیختن کارکنان برای دستیابی به سطح بالاتری از بازدهی و عملکرد بوده است. به همین لحاظ مبالغ قابل توجهی تحت عنوان پاداش افزایش تولید با مکانیزم‌های متفاوت پرداخت می‌گردد. با این وجود در مورد تحقق اهداف مورد انتظار، اتفاق نظر وجود ندارد.

تحقیق حاضر تلاشی است برای پاسخ دادن به این پرسش که آیا پرداخت پاداش‌های افزایش تولید اثر بخش بوده است یا خیر؟ پژوهش به صورت مطالعه موردی و با استفاده از داده‌های ۵۰ ماه عملکرد شرکت ایرالکو ایران صورت پذیرفته است. اغلب پژوهش‌ها درباره اثربخشی پرداخت‌های پاداش افزایش تولید به صورت موردی از داده‌های یک مقطع زمانی خاص در یک سازمان انجام می‌شوند (Stajkovic & Luthans, 2001, 588).

### مدل نظری و پرسش‌های پژوهش

پرسش اصلی پژوهش حاضر این بوده است که: آیا پرداخت پاداش افزایش تولید، مؤثر واقع شده است؟

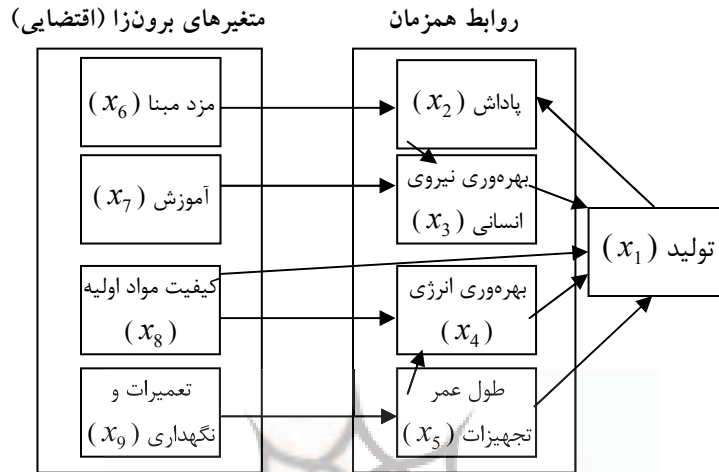
انتظار می‌رود که پرداخت پاداش افزایش تولید، کارکنان این شرکت تولیدی را به انجام کار، با کیفیت و کارایی بیشتر ترغیب نموده باشد. اما اگر پاداش‌ها بر مبنای اصول و معیارهای صحیح پرداخت نشده باشد، تنها انتظاری که می‌توان داشت، شکل‌گیری این نگرش در بین کارکنان است که پاداش نیز جزئی از حقوق دریافتی ماهیانه آنها است. واضح است که شکل‌گیری این نگرش هزینه‌های گزافی را به سازمان تحمیل خواهد نمود.

برای پاسخ دادن به پرسش اصلی پژوهش، با تجزیه و تحلیل فناوری و فرآیند تولید محصول،

عوامل مؤثر بر میزان تولید شرکت در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. در این مدل دو دسته از متغیرها به چشم می‌خورند. نخست، متغیرهایی که به‌طور مستقیم بر هریک از متغیرهای درون‌زا اثر می‌گذارند اما خود از متغیری در مدل اثر نمی‌پذیرند. این متغیرها را برون‌زا یا اقتضایی می‌نامند و عبارتند از:

- متغیر مزد مینا که بنا به روش تسهیم پاداش افزایش تولید در شرکت، بر میزان پاداش هر یک از کارکنان اثر می‌گذارد. این متغیر برحسب میلیون ریال بیان شده است.
- آموزش که انتظار می‌رود باعث افزایش بهره‌وری نیروی انسانی شود. متغیر آموزش برحسب نفر ساعت آموزش دیده در ماه اندازه‌گیری شده است.
- تعمیرات و نگهداری که باعث افزایش طول عمر مفید تجهیزات می‌گردد و مقیاس اندازه‌گیری آن نفرساعت صرف شده برای تعمیرات پیشگیرانه است.
- کیفیت مواد اولیه که انتظار می‌رود باعث افزایش بهره‌وری انرژی و تولید محصول شود. کیفیت مواد اولیه نیز از نسبت پودر آلومینای مصرف‌شده برای استحصال یک کیلوگرم ماده مذاب در شرایط آزمایشگاهی به‌دست می‌آید. این نسبت در شرایط آزمایشگاهی برابر با ۱/۳۸ است. بنابراین هرچه این نسبت از ۱/۳۸ بیشتر باشد بیانگر کیفیت پایین ماده اولیه (پودر آلومینا) است.
- دیگر متغیرهای مدل، درون‌زا یا وابسته هستند. این دسته از متغیرها دارای روابط درونی بوده و از متغیرهای برون‌زا نیز تاثیر می‌پذیرند و عبارتند از:
- متغیر پاداش که انتظار می‌رود تحت تاثیر مزد مینا و مقدار تولید باشد و از دیگر سو بر بهره‌وری نیروی انسانی اثر بگذارد. پاداش برحسب میلیون ریال بیان شده است.
- بهره‌وری نیروی انسانی، که برحسب مدل، تحت تاثیر آموزش و پاداش افزایش تولید است و در عین حال بر میزان تولید اثر می‌گذارد. متغیر بهره‌وری نیروی انسانی از نسبت تناژ تولید ماهیانه به نفر ساعت نیروی کار در ماه به‌دست آمده است.
- بهره‌وری انرژی که بر اساس فناوری تولید، انتظار می‌رود بیش از سایر متغیرها تحت تاثیر کیفیت مواد اولیه باشد و تاثیر مثبت بر میزان تولید داشته باشد. بهره‌وری انرژی از تقسیم تناژ تولید ماهیانه به کیلووات ساعت برق مصرفی به‌دست آمده است.
- طول عمر تجهیزات که انتظار می‌رود در درجه اول تحت تاثیر تعمیر و نگهداری تجهیزات باشد و بر بهره‌وری انرژی و میزان تولید نیز اثر داشته باشد. تولید عمر تجهیزات از حاصل ضرب تعداد تجهیزات در ساعات کار ماهیانه کارخانه، منهای

- مجموع ساعات از کار افتادگی به دست آمده است.
- متغیر میزان تولید که تحت تاثیر پاداش افزایش تولید، بهره‌وری نیروی انسانی، بهره‌وری نیروی انسانی و طول عمر تجهیزات در نظر گرفته شده و از سوی دیگر پاداش افزایش تولید را تحت تاثیر قرار می‌دهد. متغیر تولید برحسب تناژ شمش آلومینیوم تولیدشده در ماه بیان شده است.



شکل شماره (۱) مدل اثر بخشی پاداش افزایش تولید

متغیرهای شکل شماره ۱ برای یک دوره چهارساله اندازه‌گیری شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. به این ترتیب برای هر یک از متغیرها ۴۸ مشاهده وجود داشته است. برای از بین بردن اثر مقیاس اندازه‌گیری متغیرها، داده‌ها ابتدا استاندارد شده‌اند و محاسبات مربوطه با داده‌های استاندارد انجام شده است.

برای آزمون روابط شکل شماره (۱) از معادلات همزمان استفاده شده است. در بخش بعدی معادلات همزمان متناظر با مدل و چگونگی برآورد پارامترها توضیح داده شده است.

## مدل‌های برآورد

### الف) فرم ساختاری

یکی از روش‌های بررسی رفتار چند متغیر سری زمانی، تنظیم ارتباطات متقابل این متغیرها به شکل دستگاه معادلات همزمان است. مدل نظری معرفی شده در شکل شماره (۱) را می‌توان با دستگاه معادلات همزمان ذیل معرفی کرد:

$$\begin{aligned}
 x_{1i} &= \beta_{10} + \beta_{13}x_{3i} + \beta_{14}x_{4i} + \beta_{15}x_{5i} + \beta_{18}x_{8i} + v_{1i} \\
 x_{2i} &= \beta_{20} + \beta_{21}x_{1i} + \beta_{26}x_{6i} + v_{2i} \\
 x_{3i} &= \beta_{30} + \beta_{32}x_{2i} + \beta_{37}x_{7i} + v_{3i} \\
 x_{4i} &= \beta_{40} + \beta_{45}x_{5i} + \beta_{48}x_{8i} + v_{4i} \\
 x_{5i} &= \beta_{50} + \beta_{59}x_{9i} + v_{5i}
 \end{aligned} \tag{1}$$

چهار متغیر اقتصادی  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$  (مزد مبنا، آموزش، کیفیت مواد اولیه و تعمیرات و نگهداری) متغیرهای برونزا (مستقل) بوده و خارج از مدل تعیین می‌شوند. متغیرهایی  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9$  (تولید، طول عمر تجهیزات، بهره‌وری نیروی انسانی و بهره‌وری انرژی و پاداش افزایش تولید) متغیرهای درونزا (وابسته) هستند که با یکدیگر وابستگی همزمانی درونی داشته و لذا توأم با هم تعیین می‌شوند. چون در مدل، پنج متغیر درونزا وجود دارد، در دستگاه معادلات همزمان (۱) نیز دقیقاً پنج معادله وجود دارد. خلاصه‌ای از روابط مورد انتظار و ضرایب بر اساس مدل نظری و معادلات همزمان در جدول شماره (۱) ارائه شده است.

جدول شماره (۱) روابط و ضرایب دستگاه معادلات همزمان

روابط (معادله)	ضریب	اثر مورد انتظار
تولید ( $x_1$ )		
	$\beta_{13}$	بهره‌وری نیروی انسانی ( $x_3$ )
	$\beta_{14}$	بهره‌وری انرژی ( $x_4$ )
	$\beta_{15}$	طول عمر تجهیزات ( $x_5$ )
	$\beta_{18}$	کیفیت مواد اولیه ( $x_8$ )
پاداش ( $x_2$ )		
	$\beta_{21}$	تولید ( $x_1$ )
	$\beta_{26}$	مزد مبنا ( $x_6$ )
بهره‌وری نیروی انسانی ( $x_3$ )		
	$\beta_{32}$	پاداش ( $x_2$ )
	$\beta_{37}$	آموزش ( $x_7$ )
بهره‌وری انرژی ( $x_4$ )		
	$\beta_{45}$	طول عمر تجهیزات ( $x_5$ )
	$\beta_{48}$	کیفیت مواد اولیه ( $x_8$ )
طول عمر تجهیزات ( $x_5$ )		
	$\beta_{59}$	تعمیرات و نگهداری ( $x_9$ )

در جدول شماره (۱) علامت + نشان‌دهنده آن است که اثر مورد انتظار متغیر مستقل بر متغیر وابسته افزایشی و علامت - نیز نشان‌دهنده آن است که اثر مورد انتظار کاهش‌ی است.

### مساله شناسایی

مدل را شناسا<sup>۱</sup> گویند اگر شکل آماری منحصر به فردی داشته باشد و بنابراین برآورد منحصر به فردی از پارامترهای آن با استفاده از داده‌های نمونه‌ای امکان پذیر باشد.

مدل را زیر شناسا<sup>۲</sup> گویند اگر شکل آماری منحصر به فردی نداشته باشد، در غیر این صورت معادله دقیقاً شناسا<sup>۳</sup> یا فرا شناسا<sup>۴</sup> است. ضروری است قبل از برآورد ضرایب دستگاه معادلات همزمان از شناسا بودن معادله‌های دستگاه اطمینان حاصل شود. برای شناسا بودن دستگاه معادلات همزمان باید تعداد متغیرهای برونزایی که در معادله وارد شده‌اند بزرگتر (فرا شناسا) یا برابر با (دقیقاً شناسا) تعداد متغیرهای درون‌زا در معادله منهای یک باشد (Goldberger, 1964 and Greene, 1993).

بررسی شرط شناسایی در دستگاه معادلات همزمان نشان می‌دهد که این شرط در تمام معادله‌های دستگاه (۱) برقرار بوده و بنابراین از نظر شناسا بودن دستگاه، مشکلی وجود ندارد.

به دلیل اریب همزمانی<sup>۵</sup> یا اریب معادلات همزمان<sup>۶</sup> که باعث اریبی و ناسازگاری<sup>۷</sup> برآوردکننده‌های ضرایب ساختاری مدل می‌شود استفاده از روش برآورد حداقل مربعات معمولی<sup>۸</sup> (OLS) امکان‌پذیر نیست. اما روش‌های برآورد حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) و حداقل مربعات سه مرحله‌ای (3SLS) قابل کاربرد هستند (Koutsoyinnis, 1977).

تفاوت اصلی روش 2SLS با 3SLS به فرض استقلال خطاهای تصادفی یعنی  $V_1$  تا  $V_5$  در معادله‌های دستگاه (۱) مربوط می‌شود. اگر خطاهای تصادفی،  $V$  ها، در معادلات همزمان همبسته باشند (یعنی برای  $k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$  و  $k \neq j$  داشته باشیم  $E(v_j v_k) \neq 0$ ) روش 3SLS مناسب‌تر از 2SLS خواهد بود. از آنجا که دلیلی برای پذیرش فرض استقلال خطاها درست نیست ضرایب دستگاه (۱) با روش 3SLS برآورد شده‌اند.

- 1- Identified.
- 2- Under Identified.
- 3- Exactly Identified.
- 4- Over Identified.
- 5- Simultaneity bias.
- 6- Simultaneous-equation bias.
- 7- Inconsistent.
- 8- Ordinary least squares (OLS).



شکل تقلیل یافته<sup>۱</sup>

شکل تقلیل یافته دستگاه معادلات همزمان را می‌توان با انجام برخی عملیات جبری از شکل ساختاری به دست آورد. به این منظور ابتدا شکل ساختاری معادلات با استفاده از نمادهای ماتریسی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$BY_i + \Gamma X_i = V_i \quad (۲)$$

که در آن  $Y_i = (x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, x_{4i}, x_{5i})^T$  بردار ستونی  $5 \times 1$  متغیرهای درونزا یا وابسته،

$X_i = (x_{6i}, x_{7i}, x_{8i}, x_{9i})^T$  بردار ستونی  $5 \times 1$  متغیرهای برونزا، و  $V_i = (v_{1i}, v_{2i}, v_{3i}, v_{4i}, v_{5i})^T$  بردار ستونی  $5 \times 1$  اختلال‌های تصادفی<sup>۲</sup> است. ماتریس B به صورت:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & \cdot & -\beta_{13} & -\beta_{14} & -\beta_{15} \\ -\beta_{21} & 1 & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & -\beta_{22} & 1 & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & 1 & -\beta_{45} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & 1 \end{bmatrix}$$

ماتریس  $5 \times 5$  ضرایب همزمانی متغیرهای وابسته و ماتریس  $\Gamma$  به صورت:

$$\Gamma = \begin{bmatrix} -\beta_{18} & \cdot & \cdot & -\beta_{18} & \cdot \\ -\beta_{26} & -\beta_{26} & \cdot & \cdot & \cdot \\ -\beta_{37} & \cdot & -\beta_{37} & \cdot & \cdot \\ -\beta_{48} & \cdot & \cdot & -\beta_{48} & \cdot \\ -\beta_{59} & \cdot & \cdot & \cdot & -\beta_{59} \end{bmatrix}$$

ماتریس  $5 \times 5$  ضرایب متغیرهای برونزا است.

با ضرب  $B^{-1}$ ، معکوس ماتریس B، در شکل ساختاری دستگاه (۱) و مرتب کردن مجدد،

شکل تقلیل یافته (۳) به دست می‌آید:

$$Y_i = \Pi X_i - W_i \quad (۳)$$

که در آن

$$\Pi = -B^{-1}\Gamma = \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & \pi_{13} & \pi_{14} & \pi_{15} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & \pi_{23} & \pi_{24} & \pi_{25} \\ \pi_{31} & \pi_{32} & \pi_{33} & \pi_{34} & \pi_{35} \\ \pi_{41} & \pi_{42} & \pi_{43} & \pi_{44} & \pi_{45} \\ \pi_{51} & \pi_{52} & \pi_{53} & \pi_{54} & \pi_{55} \end{bmatrix}$$

1- Reduced form.

2- Random disturbances.

ماتریس  $(5 \times 5)$  ضرایب شکل تقلیل یافته و  $W_i = B^{-1}V_i$  به ابعاد  $(5 \times 1)$  اختلال‌های تصادفی تقلیل یافته است.

البته می‌توان فرم تقلیل یافته (۳) را به شکل جبری زیر که متناظر با معادلات دستگاه (۱) است بازنویسی نمود.

$$x_{1i} = \pi_1 + \pi_{11}x_{6i} + \pi_{12}x_{7i} + \pi_{13}x_{8i} + \pi_{14}x_{9i} + w_{1i}$$

$$x_{2i} = \pi_2 + \pi_{21}x_{6i} + \pi_{22}x_{7i} + \pi_{23}x_{8i} + \pi_{24}x_{9i} + w_{2i}$$

$$x_{3i} = \pi_3 + \pi_{31}x_{6i} + \pi_{32}x_{7i} + \pi_{33}x_{8i} + \pi_{34}x_{9i} + w_{3i} \quad (4)$$

$$x_{4i} = \pi_4 + \pi_{41}x_{6i} + \pi_{42}x_{7i} + \pi_{43}x_{8i} + \pi_{44}x_{9i} + w_{4i}$$

$$x_{5i} = \pi_5 + \pi_{51}x_{6i} + \pi_{52}x_{7i} + \pi_{53}x_{8i} + \pi_{54}x_{9i} + w_{5i}$$

واضح است که هر یک از معادلات شکل تقلیل یافته وابستگی یکی از متغیرهای درونزا را به همه متغیرهای برونزا و اختلال تصادفی نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان اثر کل (مجموع ضرایب برآورد شده) متغیرهای برونزا را بر هر یک از متغیرهای درونزا به دست آورد.

### نتایج برآوردها

روش حداقل مربعات سه مرحله‌ای (3SLS) برای برآورد همزمان ضرایب معادلات دستگاه (۱) بکار گرفته شده و نتایج آن در جدول شماره (۲) خلاصه شده است.

جدول شماره (۲) برآورد ضرایب دستگاه (۱) با روش 3SLS

سوال پژوهش	۱	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۴	۵
ضریب	$\beta_{13}$	$\beta_{14}$	$\beta_{15}$	$\beta_{18}$	$\beta_{21}$	$\beta_{26}$	$\beta_{32}$	$\beta_{37}$	$\beta_{45}$	$\beta_{59}$
علامت مورد انتظار	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
مقدار	۲/۴۰۴**	-۰/۱۷۴**	/۰۰۸	-۰/۶۳**	۰/۹۷**	۰/۰۲	۴/۳۵۸**	۰/۰۰۰	-۰/۰۴۹	۰/۸۱۰**

\*\* معنی‌دار در سطح  $P < 0.01$ .

برحسب نتایج جدول شماره (۲)، از ۱۱ ضریبی که با روش 3SLS برآورد شده‌اند، ۷ ضرایب

معنی دار هستند، اما در ۳ مورد ( $\beta_{14}, \beta_{18}, \beta_{48}$ ) علامت به دست آمده با علامت مورد انتظار مغایر است.

شکل تقلیل یافته (۲) را می توان به صورت ماتریسی یا به صورت معادلات دستگاه (۴) با استفاده از روابط بین ضرایب ساختاری B و  $\Gamma$  و فرم تقلیل یافته ضرایب،  $\Pi$ ، برآورد نمود. برآورد  $\Pi$  در جدول ۳ با استفاده از روش 3SLS داده شده است.

جدول شماره (۳) برآورد ضرایب شکل تقلیل یافته

$\Pi$	3SLS	$\Pi$	3SLS
$\pi_{11}$	۰/۰۵۲	$\pi_{41}$	-۰/۸۱۳**
$\pi_{12}$	-۰/۰۰۲	$\pi_{42}$	۰/۰۰۲
$\pi_{13}$	-۰/۴۶۶**	$\pi_{43}$	-۰/۳۸۸*
$\pi_{14}$	۰/۶۶۴**	$\pi_{44}$	-۰/۰۷۱
$\pi_{21}$	-۰/۰۸۸	$\pi_{51}$	-۰/۰۹۶
$\pi_{22}$	۰/۰۰۰۶	$\pi_{52}$	-۰/۰۰۰۷
$\pi_{23}$	-۰/۱۶۴	$\pi_{53}$	۰/۲۱۴*
$\pi_{24}$	-۰/۰۵۰	$\pi_{54}$	۰/۶۶۴**
$\pi_{31}$	۰/۱۴۵		
$\pi_{32}$	-۰/۰۰۰۵		
$\pi_{33}$	-۰/۳۵۷**		
$\pi_{34}$	-۰/۵۱۹**		

انتظار می رود که اثر کل هر یک از متغیرهای اقتصادی برونزا بر هر یک از متغیرهای درونزا (وابسته) مثبت باشد، اما نتایج مندرج در جدول شماره (۳) در بعضی از موارد خلاف این انتظار را نشان می دهد که در بخش بعدی به آن پرداخته شده است.

### نتیجه گیری

پیش از ارائه نتایج لازم است به این نکته توجه شود که برخی از نتایج مدل ممکن است ناشی از صورت بندی فرضیات اصلی مدل باشد. به عبارتی، ارتباطات مفروض در مدل غیرمسلّم است و به همین دلیل نمی توان انتظار داشت که همه روابط مورد انتظار پذیرفته شوند. در ذیل ابتدا هر یک

از روابط، به صورت سوالی مطرح و سپس نتایج حاصل آورده شده‌اند.

۱- آیا بهره‌وری نیروی انسانی، کیفیت مواد اولیه، بهره‌وری انرژی و طول عمر مفید تجهیزات باعث افزایش تولید شده‌اند؟

پاسخ این پرسش را باید در ضرایب معادله اول دستگاه معادلات (۱) در جدول شماره (۲) جستجو کرد. حسب نتایج به دست آمده، بهره‌وری نیروی انسانی با مقدار تولید رابطه مستقیم داشته است. ضرایب بهره‌وری انرژی و کیفیت مواد اولیه نیز در معادله اول دستگاه (۱) معنادار اما منفی به دست آمده‌اند. به عبارت دیگر نه تنها بهره‌وری انرژی و کیفیت مواد اولیه منجر به افزایش تولید نشده است بلکه رابطه منفی، اثر کاهنده این دو متغیر را بر میزان تولید نشان می‌دهد. این درحالی است که به طور طبیعی انتظار می‌رود افزایش بهره‌وری انرژی و کیفیت مواد اولیه موجب افزایش تولید شوند. این یافته می‌تواند خود آغازی بر پژوهش‌های بعدی در این زمینه باشد. اثر طول عمر تجهیزات بر تولید نیز از نظر آماری معنادار نیست، لذا هیچ رابطه‌ای بین این متغیر و میزان تولید نمی‌توان یافت.

۲- آیا افزایش تولید و مزد مینا با پاداش افزایش تولید ارتباط داشته‌اند؟

نظام پرداخت پاداش افزایش تولید به گونه‌ای طراحی و به مورد اجرا گذارده شده که دو متغیر افزایش تولید و مزد مینا ملاک اصلی پرداخت پاداش باشند. بنابراین، انتظار می‌رود که رابطه این دو متغیر با پاداش مستقیم باشد.

ضرایب دومین معادله از دستگاه (۱) در جدول شماره (۲) نحوه ارتباط این سه متغیر را روشن می‌سازد. ضریب اثر تولید بر پاداش،  $\beta_{21} = 0/097$ ، در این معادله از نظر آماری معنادار است. پس می‌توان نتیجه گرفت که به ازاء یک واحد افزایش در تولید  $0/097$  واحد پاداش، پرداختی به کارکنان افزایش می‌یابد.

ضریب اثر مزد مینا بر پاداش افزایش تولید،  $\beta_{26}$ ، از لحاظ آماری معنادار نیست. به عبارت دیگر، مزد مینا رابطه‌ای با پاداش افزایش تولید ندارد. اما این در حالی است که نظام پرداخت پاداش افزایش تولید به گونه‌ای طراحی شده است که با مزد مینای کارکنان ارتباط مستقیم داشته باشد. نتیجه آن است که نظام طراحی شده برای پرداخت پاداش افزایش تولید به شکلی به مورد اجرا گذارده می‌شود که انتظارات را برآورده نمی‌سازد. بنابراین تغییر در ساز و کار پرداخت پاداش‌ها اجتناب‌ناپذیر است.

۳- آیا آموزش و پاداش تولید، باعث افزایش بهره‌وری نیروی انسانی شده است؟

آموزش‌های حین کار به طور معمول با هدف توانمندسازی کارکنان در انجام وظایف شغلی

صورت می‌پذیرد بنابراین باید انتظار داشت که آموزش، رابطه مستقیم با بهره‌وری کارکنان داشته باشد. از این گذشته، پاداش افزایش تولید باید اثر برانگیختگی داشته و کارکنان را به بهبود کمیّت و کیفیت انجام وظایف محوله ترغیب سازد.

ضریب اثر پاداش افزایش تولید بر بهره‌وری نیروی انسانی در سومین معادله از دستگاه (۱) برابر با  $4/358$  و از نظر آماری معنادار به دست آمده است.

بنابراین، همانگونه که انتظار می‌رود، پاداش افزایش تولید بر بهره‌وری نیروی انسانی اثر مثبت داشته است. ضریب تاثیر آموزش،  $\beta_{37}$  از لحاظ آماری معنادار نیست. یعنی آموزش‌ها نتوانسته‌اند اثری بر بهره‌وری نیروی انسانی داشته باشند، بنابراین بازبینی برنامه‌های آموزشی ضرورت می‌یابد.

#### ۴- آیا کیفیت مواد اولیه در افزایش بهره‌وری اثر داشته است؟

تکنولوژی تولید محصول در این واحد به گونه‌ای است که انرژی قابل توجهی در فرآیند تولید مصرف می‌گردد. کیفیت مواد اولیه می‌تواند باعث کاهش انرژی مصرفی شود. از سوی دیگر هرچه تجهیزات تولیدی طول عمر بیشتری داشته باشند مصرف انرژی آنها افزایش می‌یابد پس می‌توان رابطه معکوس بین طول عمر تجهیزات و بهره‌وری انرژی را انتظار داشت.

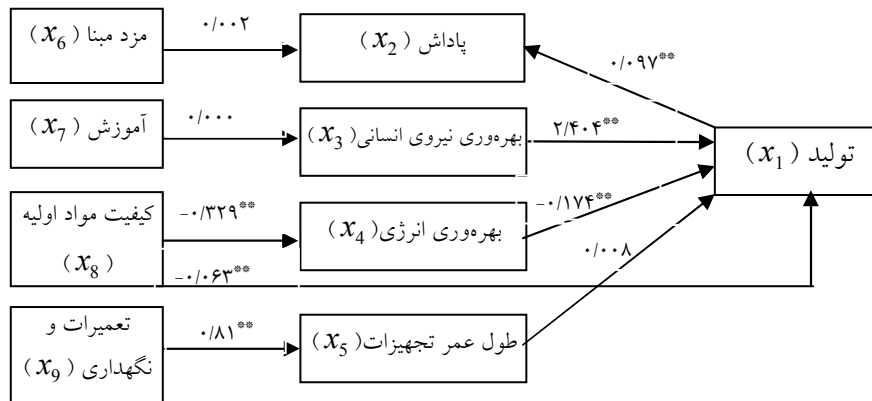
معادله چهارم در دستگاه (۱) پاسخ این سوال را نشان می‌دهد. ضریب اثر طول عمر تجهیزات بر بهره‌وری انرژی،  $\beta_{45}$ ، از نظر آماری معنادار نیست. به عبارت دیگر، رابطه‌ای بین طول عمر تجهیزات و بهره‌وری انرژی به دست نیامده است.

رابطه، کیفیت مواد اولیه با بهره‌وری انرژی،  $\beta_{48} = -0/339$  به دست آمده است که از لحاظ آماری معنادار است. اما جهت ارتباط خلاف جهت مورد انتظار است. این که چرا با افزایش کیفیت مواد اولیه بهره‌وری انرژی کاهش می‌یابد، می‌تواند موضوع پژوهش مستقلی باشد.

#### ۵- آیا طول عمر تجهیزات از تعمیرات و نگهداری تاثیر پذیرفته است؟

بی‌هیچ تردیدی، تعمیرات و نگهداری با هدف افزایش طول عمر تجهیزات صورت می‌پذیرد. معادله پنجم در دستگاه (۱) ارتباط بین این دو متغیر را بیان می‌کند. چنانچه ضرایب این معادله در جدول شماره (۲) نشان می‌دهد، رابطه این دو متغیر در جهت مورد انتظار با  $\beta_{59} = 0.81$  و از لحاظ آماری معنادار به دست آمده است. به عبارت دیگر با انجام تعمیرات و نگهداری، طول عمر تجهیزات تولیدی افزایش یافته است.

در شکل شماره (۲) مدل همزمان پژوهش به همراه ضرایب آنها نشان داده شده است.



شکل شماره (۲) مدل همزمان و ضرایب متغیرها

### اثر کل متغیرهای برونزا بر متغیرهای درونزا

اثر کل متغیرهای برونزا بر متغیرهای درونزا را با استفاده از نتایج شکل ساختاری و نیز نتایج شکل تقلیل یافته می‌توان محاسبه نمود. این نتایج در جدول شماره (۴) ارائه شده‌اند.

جدول شماره (۴) اثرهای کل

متغیرهای وابسته	فرم ساختاری	فرم تقلیل یافته
تولید $x_1$	۲/۲۳۸	۰/۲۴۸
پاداش افزایش تولید $x_2$	۰/۰۰۲	-۰/۳۰۳
بهره‌وری نیروی انسانی $x_3$	۴/۳۵۸	-۰/۷۳۲
بهره‌وری انرژی $x_4$	۰/۳۷۸	-۰/۲۷۲
طول عمر تجهیزات $x_5$	۰/۸۱	۰/۷۸۱

اثر کل در شکل ساختاری بر یک متغیر وابسته (درونزا) در برگیرنده اثر سایر متغیرهای درونزا و متغیرهای مستقل (برونزا) است که در معادله همان متغیر وابسته ظاهر شده‌اند. اما اثر کل در شکل تقلیل یافته بر یک متغیر وابسته، صرفاً مجموع اثر همه متغیرهای برونزا در معادلات همزمان مدل پژوهش است. تفاوت مقادیر اثر در شکل‌های ساختاری و تقلیل یافته نیز از آنجا

ناشی می‌شود که شکل تقلیل یافته نشان‌دهنده ترکیب یا اختلاط اثرهای تمام متغیرهای بیرون‌زا بر هریک از متغیرهای درون‌زا است، در حالی که شکل تقلیل یافته اساساً منعکس‌کننده حاصل جمع اثرهای مستقیم همه متغیرهای مربوطه در معادله متناظر با متغیر درون‌زا است. در پژوهش حاضر اثر کل شکل ساختاری بر تولید با مقدار  $2/38$  در واقع همان اثر مستقیم بهره‌وری نیروی انسانی، بهره‌وری انرژی و طول عمر تجهیزات است چرا که این سه متغیر، متغیرهای درون‌زایی هستند که طبق مدل بر میزان تولید اثر می‌گذارند.



### فهرست منابع

- ۱- ام.بووی، انجلا، ۱۳۷۲، مدیریت نظامهای حقوق و دستمزد، ترجمه محمد صائبی، انتشارات مرکز آموزش مدیریت دولتی.
- 2- Bandura, A. 1986. Social foundations of thought and action. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- 3- Booth, Alison and Jeff Frank. 1999. "Earnings, Productivity and Performance Related Pay," *Journal of Labor Economics*, Vol. 17, 447 – 463.
- 4- Brown, Charles. "Firms' Choice of Method of Pay." *Industrial and Labor Relations Review*, February 1990, Spec. Iss., 43(3), pp. S165–82.
- 5- Brown, Michell and, John S Heywood, 2003, the Determinants of Incentive Schemes: Australian Panel Data, *Australian Bulletin of Labour*. Adelaide: Sep 2003.Vol.29, Iss. 3; pg. 218, 18 pgs
- 6- Drago, Robert and John Heywood. 1995. "The Choice of Payment Schemes: Australian Establishment Data," *Industrial Relations*, Vol. 34, 507 - 31.
- 7- Durham, C. C., & Bartol, K. M. 2000. Pay for performance. In E. A. Locke (Ed.), *Principles of organizational behavior: 150-165*. Oxford, England: Blackwell.
- 8- Engellandt, Axel and Regina T. Rip Hahn, 2004, Temporary Contracts and Employee Effort, forthcoming: *Labour Economics*.
- 9- Ewing, Bradley. 1996. "Wages and Performance-Based Pay: Evidence from the NLSY," *Economic Letters*, Vol 51, 241 - 46.
- 10- Fernie, Sue and David Metcalf. 1999. "(Not) Hanging on the Telephone: Payment Systems in the New Sweatshop," *Advances in Industrial and Labor Relations*, Vol. 9, eds. D. Lewin and B. Kaufman, JAI Press: Stamford Connecticut.
- 11- Fitzroy, Felix and Kornelius Kraft. 1995. "On the Choice of Incentives in Firms," *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol.26, 145 - 160.
- 12- Freeman, David, The effect of bonuses on earnings growth in 2004: An analysis of the impact of bonus payments on earnings growth in the latest round of payments from December 2003 to April 2004. Employment, Earnings and Productivity Division, Office for National Statistics, Labour Market trends August 2004pp315-319.
- 13- Goldberger, A.S., *Econometric Theory*, Wiley, 1964.
- 14- Greene, W.H., *Econometric Analysis*, 2nd Edition, Macmillan, 1993.
- 15- Groves, Theodore, Yongmiao Hong, John McMillan, and Barry Naughton, 1994, Autonomy and incentives in Chinese state enterprises, *Quarterly Journal of Economics* 109(1), 183-209.



