

## ارزیابی روابط بین شاخص‌های بهره‌وری نیروی انسانی و دستمزد، در کارگاه‌های بزرگ صنعتی مبتنی بر الگوریتم‌های فرا ابتکاری و شبکه‌های بیزی

توحید فیروزان سرنقی<sup>۱</sup>، وحید رضایی تبار<sup>۲</sup>، فائزه نیری<sup>۳</sup>  
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۱۰

### چکیده

برای اینکه سازمانی بتواند در جهت رشد و بهبود بهره‌وری خود اقدام نماید، لازم است که عوامل موثر در زمینه بهبود بهره‌وری را شناسایی کرده و سپس بر اساس اهمیت آنها، اقدامات مناسب را به عمل آورد. پژوهش حاضر با هدف تعیین عواملی که به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر روی بهره‌وری نیروی انسانی و حقوق و دستمزد کارکنان به صورت هم‌زمان تاثیر می‌گذارند و همچنین بررسی چگونگی تاثیر این دو عامل بر روی یکدیگر، صورت گرفته است. در این راستا با در نظر گرفتن قابلیت بالای شبکه‌های بیزی در برآورده کردن اهداف این پژوهش و همچنین استفاده از الگوریتم‌های فرا ابتکاری برای بالا بردن دقت کار، به کشف و بررسی روابط علت و معلولی بین متغیرهای درونی و مقطعی کارگاه‌های صنعتی با بیش از ۱۰ نفر کارکن در سال ۱۳۸۶ که به عنوان آخرین اطلاعات بنگاه‌های صنعتی شامل ۱۳۲۳۹ بنگاه در اختیار بوده، پرداخته شده است.

---

t\_firoozan@yahoo.com

۱. استادیار اقتصاد دانشگاه خوارزمی گروه مدیریت امور بانکی (نویسنده مسئول)

vhrezaei@gmail.com

۲. استادیار آمار دانشگاه علامه طباطبایی

faez.na@gmail.com

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه خوارزمی

نتایج به دست آمده از مدل برآورد شده‌ی نهایی از میان انواع شبکه‌های بیزی تست شده، نشان می‌دهد که علاوه بر اینکه میزان حقوق و دستمزد کارکنان تابعی از ارزش افزوده می‌باشد، بهره‌وری نیز تابعی از ارزش افزوده و دستمزد می‌باشد. همچنین تاثیری که ارزش افزوده بر روی بهره‌وری دارد حدود ۴ برابر بیشتر از تاثیری است که حقوق و دستمزد کارکنان بر روی بهره‌وری دارد.

**واژه‌های کلیدی:** بهره‌وری نیروی انسانی، حقوق و دستمزد، کارگاه‌های صنعتی، الگوریتم‌های فراابتکاری، شبکه‌ی بیزی.

طبقه بندی JEL: L60: J31: J41: C52: C11

## ۱. مقدمه

با استناد به تئوری تولید و تقاضا، رشد تولید از دو طریق افزایش تولید با به کارگیری عوامل تولیدی بیشتر ولی در چهارچوب تکنولوژی موجود، و یا با به کارگیری روش‌های پیشرفته تر و کارآمدتر تولید و استفاده از عوامل تولیدی موثر (دیدگاه بهره‌وری)، صورت می‌گیرد (قربانی، ۱۳۹۰). در حال حاضر مهمترین مساله در بیشتر فعالیت‌های اقتصادی به ویژه در بخش صنعت ایران، کمبود منابع تولیدی شامل نیروی انسانی متخصص و ماهر و همچنین، منابع فیزیکی و مالی است (کازرونی، ۱۳۸۶). لذا، تخصیص بهینه منابع تولیدی بین بخش‌های مختلف اقتصادی ایران از اهمیت بسزایی برخوردار است. در چنین شرایطی، بهره‌گیری موثر از عوامل تولید کمیاب و محدود و دستیابی به رشد سریع فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی، به توجه اساسی به ارتقای سطح بهره‌وری عوامل تولید بستگی دارد.

این نکته را نیز باید در نظر گرفت که امروزه با کمرنگ شدن مرزهای اقتصادی، رقابت در صحنه جهانی ابعاد گسترده‌تری یافته و تلاش برای بهبود بهره‌وری پایه اصلی این رقابت را شکل می‌دهد. ارتقای بهره‌وری موجب پیشرفت و توسعه سازمان‌ها و بنگاه‌ها گردیده و کشورهای مختلف برای اشاعه نگرش بهره‌وری و تعمیم به کارگیری فنون و روشهای اندازه‌گیری و بهبود بهره‌وری، سرمایه‌گذاری زیادی انجام می‌دهند. و کشورهای افزایش داد که تولید محصولات بیشتر در کمترین زمان و هزینه انجام گیرد.

از سوی دیگر، نیروی انسانی با ارزشترین منبعی است که هر سیستم اقتصادی در اختیار دارد و به همین جهت باید با آن نه به عنوان عامل هزینه، بلکه به عنوان عامل سرمایه رفتار شود. بنابر این لازمی دستیابی به هدف‌های سازمان، مدیریت مؤثر این منابع با ارزش است. به همین جهت بهره‌وری نیروی انسانی مهمترین عامل تولید کالا و خدمات محسوب

می‌گردد و به دلیل ارتباط آن با بهره‌وری کل، متداولترین ابزار اندازه‌گیری بهره‌وری می‌باشد.

با بهره‌ور نمودن منابع انسانی به عنوان مهم‌ترین و با ارزش‌ترین سرمایه‌ی هر سازمان، بهره‌وری سایر بخش‌های سازمان نیز به طور اثربخشی افزایش می‌یابد و به طور کلی رشد و توسعه سازمان میسر نمی‌گردد، مگر آنکه بهره‌وری بهبود یابد و بهره‌وری بهبود نمی‌یابد، مگر اینکه نیروی انسانی بهره‌ور گردد (گودرزی، ۱۳۸۸).

برای ایجاد و افزایش سطح بهره‌وری نیروی انسانی ابتدا باید عوامل تأثیرگذار بر آن شناسایی شوند و سپس با توجه به اثر هر عامل، راه‌های ارتقای بهره‌وری را یافت و اقدامات مناسب را انجام داد. بهره‌وری نیروی انسانی متأثر از عوامل گوناگونی مانند آموزش، تحصیلات، نحوه مدیریت، میزان حقوق و دستمزد پرداختی، مهارت، تجربه، تحقیق و توسعه، نحوه مدیریت و ... است (سوری، ۱۳۹۰).

یکی از عوامل بسیار مهم در ارتباط با بهره‌وری نیروی انسانی، میزان حقوق و دستمزد کارکنان می‌باشد، بطوریکه طبق نظریات و مطالعات انجام شده، بهره‌وری و دستمزد دارای رابطه‌ای دو سویه هستند، به گونه‌ای که طبق نظریه سنتی دستمزد- کارایی، افزایش در بهره‌وری، بنگاهها را وادار به جبران کارکرد کارگران می‌کند و سبب افزایش دستمزد می‌شود. همچنین طبق نظریه دستمزد کارایی کینز با افزایش حقوق و دستمزد می‌توان موجب ترغیب کارگران به تلاش بیشتر شد که منجر به افزایش بهره‌وری خواهد شد. در این راستا و در تعیین این رابطه دو سویه، عوامل بیشماری حائز اهمیت می‌باشند. هنگامی که کارایی نیروی کار تحت تاثیر حقوق و دستمزد باشد، کاهش دستمزد به جای کاهش هزینه‌ها منجر به افزایش هزینه‌ها می‌شود و مساله‌ی بی توجهی به ارتباط بین بهره‌وری و دستمزد، نتایج وخیمی به دنبال خواهد داشت و حتی می‌تواند منشاء بسیاری از عدم تعادل‌ها در بازار کار و در نهایت کل اقتصاد شود. از آنجا که هر سازمانی به منظور ارتقای عملکرد خود به کارکنان ماهر، توانا و کارا نیاز دارد، لذا تعیین عوامل موثر بر بهبود کارایی و ارتقای عملکرد سازمان نقش مهمی را ایفا می‌کند.

شناسایی شاخص‌های مالی و غیرمالی موثر بر میزان حقوق و دستمزد و استفاده از مدل‌های آماری برای شناسایی متغیرهای تاثیر گذار و همچنین مدل‌سازی فرآیند، با استفاده از ابزارهای داده کاوی<sup>۱</sup>، تا به امروز یا به درستی انجام نشده و یا با ضعف‌هایی مواجه است. اقتصاد دانان برای نشان دادن نحوه‌ی کارکرد اقتصاد، بیشتر از تحلیل‌های ایستا و نمودارها استفاده می‌کنند و با تغییر یک متغیر و ثابت نگه داشتن سایر متغیرها به بررسی کشش بین متغیرها می‌پردازند. از معایب این نوع روش‌ها می‌توان به علیت معکوس و متغیر حذف شده اشاره کرد. لذا در مطالعات انجام شده تا به امروز، عموماً تنها به بررسی تاثیر پارامترهایی خاص بر روی تعیین حقوق و دستمزد و یا بهره‌وری بسنده کرده‌اند و علی رغم وجود نظریه‌ها و الگوهای مختلف و انجام برخی از کارهای نظری برای تعیین رابطه بین حقوق و دستمزد و بهره‌وری، گاهی با نظریات متناقض روبرو هستیم. پژوهش‌هایی که از روش‌های آماری برای بررسی روابط علی بین متغیرها استفاده کرده‌اند نیز ملزم به تعیین همبستگی<sup>۲</sup> بین متغیرها بوده‌اند. مشکل این نوع روش‌ها این است که در نمی‌توان در آن‌ها تمام متغیرها را در قیاس با یکدیگر به طور همزمان اندازه‌گیری کرد و باید روابط علیت را برای دو به دوی متغیرها به صورت جداگانه بررسی نمود.

بنابر این با توجه به اهمیت مساله و مشکلاتی که در روش‌های مورد استفاده تا کنون وجود داشته است، نیاز به سیستم و مدل دقیقی که قادر باشد عوامل موثر را با تعیین میزان اثرگذاری هر کدام از عوامل در تعیین حقوق و دستمزد و بهره‌وری مشخص کند، کاملاً حس می‌شود.

برای بررسی روابط علی بین تمام متغیرها به صورت توامان ناگزیریم که از ابزارهای داده کاوی استفاده کنیم. در این راستا سعی شده است که با استفاده از شبکه‌های بیزی که یکی از قدرتمندترین ابزارهای داده کاوی به حساب می‌آید، به کشف روابط علی بین متغیرها پردازیم. البته شایان ذکر است که شبکه بیزی یک مدل عدم قطعیت است که

---

1. Data Mining

2. Correlation

روابط بین متغیرها را بر اساس جهت دهی بین آنها در نظر می‌گیرد و چگونگی تاثیر عوامل بر روی یکدیگر را بیان می‌کند.

در بررسی رابطه نرخ دستمزد و بهره‌وری، از آنجایی که بخش صنعت در سالهای اخیر، بعد از بخش انرژی و کشاورزی، سهم قابل ملاحظه‌ای را در تولید ناخالص داخلی داشته و نیروی کار بسیاری را جذب کرده است (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۲)، لذا در این پژوهش به کشف و بررسی روابط علت و معلولی بین حقوق و دستمزد و بهره‌وری نیروی انسانی و همچنین عواملی که به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر روی این دو عامل در بخش صنعت تاثیر می‌گذارند را مورد توجه قرار دادیم.

پایگاه داده‌ی مورد استفاده در این پژوهش، بنگاه‌های صنعتی بخش خصوصی و دولتی واقع در نقاط شهری و روستایی کشور با بیش از ۱۰ نفر کارکن است که اطلاعات افزون بر ۱۳ هزار کارگاه صنعتی را شامل می‌شود. در این پژوهش به علت در دسترس بودن داده‌های سال ۱۳۸۶ به عنوان آخرین داده‌های قابل استفاده که مربوط به کارگاه‌های صنعتی در صنایع مختلف می‌باشد، استفاده شده‌است.

پژوهش حاضر در شش بخش تدوین شده‌است. بخش اول به بیان مقدمه اختصاص داشت. بخش‌های دو و سه به ترتیب به بیان مبانی نظری تحقیق و بررسی اهم پژوهش‌های انجام شده در زمینه تحقیق اختصاص دارند. در بخش چهارم به بیان روش تحقیق پرداخته می‌شود. در ادامه نیز در بخش‌های پنج و شش به یافته‌های تحقیق و بحث و نتیجه‌گیری خواهیم پرداخت.

## ۲. مبانی نظری

پیشرفت‌های موجود آمده در جمع‌آوری داده‌ها و قابلیت‌های ذخیره‌سازی در طی دهه‌های اخیر باعث شده‌است که در بسیاری از علوم، با حجم بزرگی از اطلاعات روبرو شویم. تکنیک‌های آماری و ابزار مدیریت سنتی برای تحلیل این داده‌ها کافی نیستند و استخراج اطلاعات از این مقدار حجیم داده یک چالش بزرگ تلقی می‌شود. داده‌کاوی کوششی برای بدست آوردن اطلاعات مفید از این داده‌هاست. در دهه‌های اخیر رشد بی

رویه‌ی داده‌ها در سطح جهان اهمیت داده‌کاوی را دو چندان کرده است. یکی از مراحل مهم و پیچیده به منظور تسهیل و بهبود فرآیند داده‌کاوی، آماده‌سازی داده‌ها یا همان پیش‌پردازش داده‌هاست. انتخاب داده‌های مناسب به منظور بدست آوردن کارایی حداکثر و پردازش حداقل از اهداف کلی این مرحله به شمار می‌آید. همچنین با داده‌های درست و کامل و در عین حال کم، الگوریتم‌های داده‌کاوی سریعتر و موثرتر به الگوی مورد نظر می‌رسند و نتایج حاصل از آن قابل فهم‌تر خواهد بود. آماده‌سازی داده‌ها متکی به ماهیت داده‌ها و نوع تحلیل بر روی آنهاست، لذا با شناخت داده‌ها می‌توان روش مناسبی برای آماده‌سازی داده‌ها انتخاب کرد.

استخراج دانش از داده‌هایی با حجم بسیار بالا مستلزم صرف زمان زیادی است. بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که روش‌هایی را برای کاهش اندازه‌ی داده‌ها به کار برد. شاید با مقدار زیاد داده‌ها نتایج بهتری را بتوانیم بدست آوریم، ولی نمی‌توان به جرأت گفت داده‌های کم، دارای بار اطلاعاتی کمی هستند. تکنیک‌های کاهش داده‌ها می‌توانند بدون از دست دادن درستی داده‌ها و بدون به مخاطره انداختن نتایج نهایی، وارد عمل شوند. کاوش بر روی داده‌های کمتر، هم سریعتر و هم کارآتر است. در تکنیک‌های کاهش داده، عمل کاهش می‌تواند در دو سطح کاهش صفات خاصه (ستون)<sup>۱</sup> و کاهش نمونه‌ها (سطر)<sup>۲</sup> انجام شود.

تکنیک‌های کاهش صفات خاصه و یا به عبارت دیگر انتخاب صفات خاصه‌ی مناسب بر اساس تعریف یک معیار، می‌تواند به منزله‌ی انتخاب زیرمجموعه‌ای مناسب از مجموعه صفات خاصه‌ی اولیه باشد، که همانند الگوریتم‌های جستجو فرض کرد. طبیعی است در صورت بررسی کل حالات باید  $2^n$  حالت بررسی شوند بطوریکه  $n$  نشاندهنده تعداد صفات خاصه است. این انتخاب، پیچیدگی از مرتبه‌ی  $O(2^n)$  خواهد داشت. چنانچه داده‌های اولیه حاوی تعداد صفات خاصه‌ی کمی باشد، ممکن است کلیه‌ی زیرمجموعه‌های ممکن را جهت یافتن صفات خاصه بهینه بررسی کنیم اما به طور معمول با مقدار  $n$  بزرگ

---

1. Columns Reduction

2. Rows Reduction

فضای جستجو بسیار گسترده است و جستجوی جامع در این فضا برای پیدا کردن زیرمجموعه‌ی مناسب هزینه‌بر خواهد بود و شاید امکان‌پذیر نباشد. لذا در این مواقع استفاده از الگوریتم‌های ابتکاری و فراابتکاری برای یافتن زیرمجموعه مورد نظر پیشنهاد می‌گردد. یکی از روش‌های پیشنهاد شده که در این مواقع مورد استفاده قرار می‌گیرد الگوریتم انتخاب رو به جلو<sup>۱</sup> می‌باشد. در این روش با مجموعه‌ی تهی شروع کرده و در هر بار اجرای الگوریتم، صفت‌خاصه‌ی مناسب با معیار مورد نظر را به این مجموعه اضافه کرده تا به مجموعه جواب بهینه دست یابیم. در الگوریتم انتخاب رو به جلو برای جلوگیری از گیر افتادن در بهینه‌های محلی، الگوریتم چندین بار با انتخاب ویژگی‌های متفاوت اجرا می‌شود. این نوع پیاده‌سازی هیچ حافظه اضافی در کنار حافظه مورد استفاده برای ذخیره داده‌ها و حافظه‌ای که برای انجام عملیات داخلی الگوریتم نیاز است، مصرف نمی‌کند.

از طرف دیگر، شکل مناسب داده‌ها به عنوان ورودی الگوریتم‌ها نقش به‌سزایی در فرایند داده‌کاوی بازی می‌کنند و در مرحله‌ی آماده‌سازی داده‌ها، این نقش پررنگ‌تر از دیگر مراحل است. با اطمینان می‌توان گفت که تکنیک‌های تغییر شکل داده‌ها متکی به مشکل نیستند و اغلب در اجرا نتایج بهتری را سبب می‌شوند. استفاده از گسسته‌سازی روش مرسوم است که برای تغییر و تبدیل شکل داده‌ها می‌توان از آن استفاده نمود. البته روش نرمال‌سازی نیز روش مورد علاقه بسیاری می‌باشد، ولی با توجه به داده‌های مورد استفاده در این پژوهش و مقایسه نتایج به دست آمده از داده‌های گسسته شده و نرمال شده مشاهده شد که داده‌های گسسته به مراتب نتایج دقیق‌تر و مورد اعتمادتری خواهد داد. در فرآیند گسسته‌سازی مقادیر داده‌ای خام با محدوده یا سطوح مفهومی دیگر، جایگزین داده‌ها می‌شوند.

برای بررسی متغیرهای درونی بنگاه‌های اقتصادی بر روی یکدیگر و بالاخص شاخص بهره‌وری و دستمزد، از شبکه‌های بیزی که یکی از قدرتمندترین ابزارها در حوزه علوم کامپیوتر و آمار می‌باشد، برای نیل به هدفمان استفاده کردیم. ایده اصلی این شبکه‌ها بر



پایه‌ی قانونی است که توسط توماس بیز مطرح شد و به قانون بیز مشهور است. شبکه‌های بیزی جزو خانواده‌ی مدل‌های گرافیکی احتمالی می‌باشند که برای نمایش اطلاعات در یک حوزه‌ی نامعین به کار می‌روند. یک شبکه‌ی بیزی به صورت دقیق و فرمولی یک گراف جهت دار بدون دور<sup>۱</sup> همراه با یک مجموعه توزیعات احتمالاتی موضعی  $p$  است، بطوریکه هر یک از رئوس  $x$  متناظر با یک متغیر است و هر یک از یال‌های جهت‌دار بیانگر وابستگی جهت دار بین دو متغیر است. جدول احتمالات شرطی شامل توزیعات احتمالاتی موضعی برای هر راس  $x_i$  مشروط به جدش است:

$$P(x_i | \text{parent}(x_i))$$

این ساختارها به خاطر ظاهر گرافی که دارند یک نمایش مناسب برای داده‌ها می‌باشند که به صورت شهودی قابل درک است و از طرفی به خاطر پارامتربندی که در آن به کار رفته است نتایج کاملاً دقیق، تحت قوانین ریاضی به دست می‌دهند. فراگیری یک شبکه‌بیزی از روی داده‌ها یک فرآیند دو مرحله‌ای عبارت از یادگیری ساختاری و یادگیری پارامتری می‌باشد. در یادگیری ساختاری هدف پیدا کردن بهترین ساختار برای شبکه است که با داده‌های موجود بیشترین مطابقت را داشته باشد. از آنجایی که جستجو در فضای ساختارها برای یافتن ساختار یک شبکه مساله‌ای NP-hard می‌باشد (chickering, 1996)، لذا روش‌های ابتکاری فراوانی برای این حل این مساله وجود دارد.

در یادگیری پارامتری به دنبال محاسبه کردن عناصر موجود در جدول توزیع احتمال شرطی مربوط به گره‌های موجود در شبکه‌ی به دست آمده در یادگیری ساختاری می‌باشیم. در یادگیری پارامتری فرض بر این است که ابتدا با یادگیری ساختاری، شبکه‌ی مورد نظرمان را با ساختار  $G$  در اختیار داریم و داده‌های مشاهده شده  $D$  نیز در دسترس می‌باشد.

برای یادگیری ساختاری شبکه‌های بیزی الگوریتم‌های زیادی وجود دارد که این الگوریتم‌ها به سه رهیافت عمده‌ی روش مقید<sup>۱</sup>، روش مبتنی بر امتیاز<sup>۲</sup> (گشت-رتبه و روش مبتنی بر رگرسیون<sup>۳</sup> تقسیم می‌شوند (Yang Zhou, 2007).

اعتماد به تعیین استقلال‌های شرطی و همچنین بهینه کردن ساختار شبکه در روش‌های مبتنی بر قید بسیار دشوار است. بعلاوه، این نوع روش‌ها فاقد یک تابع هدف صریح می‌باشد و به صورت مستقیم سعی در یافتن ساختار بهینه ندارند، لذا روش متناسب چارچوب احتمالاتی نیستند (Margaritis, 2003).

روش‌های مبتنی بر امتیاز دهی نسبت به روش‌های مبتنی بر قید حتی در زمان رویارویی با مشکلات اساسی مانند گمشدگی داده‌ها و یا کم بودن تعداد نمونه‌ها، قابلیت اجرا دارد. بعلاوه نتیجه‌ای که خواهد داد منحصر به فرد است؛ یعنی مشکلی که در روش‌های مبتنی بر قید وجود دارد مبنی بر اینکه نهایتاً بعضی از یالها بدون جهت باقی می‌مانند و با یک دسته‌ای از گراف‌های جهت دار بدون دور مواجه هستیم در اینجا وجود ندارد.

مشکلی که در این روش‌ها وجود دارد این است که این روش‌ها در مقابل ارزیابی امتیاز برای تمام ساختارها مقاوم هستند، لذا تجزیه پذیری امتیازها برای یادگیری ساختاری بسیار با اهمیت است تا آنجا که اگر متر استفاده شده در این روش دارای خاصیت تجزیه پذیری باشد الگوریتم بسیار کاراتر و سریعتر خواهد بود. بنابراین معمولاً الگوریتم‌های ابتکاری مانند جستجوی حریصانه برای پیدا کردن زیر ساخت‌های بهینه<sup>۴</sup> مورد استفاده قرار می‌گیرند. از طرف دیگر با توجه به فضای بزرگ ساختارهای کاندید، جستجوی ساختار به ناچار به ماکسیمم محلی هدایت می‌شود. برای مقابله با این مشکل الگوریتم‌های بسیاری به منظور محدود کردن فضای جستجوی ساختارهای کاندید، ارائه شده‌اند که یکی از آنها جستجو بر

- 
1. Constraint-based
  2. Score-based
  3. Score-Searching
  4. Regression-based
  5. Sub-Optimal Structure

روی فضای ساختارها<sup>۱</sup> است. از الگوریتم جستجو بر روی ساختارها می‌توان به جستجوی تپه نوردی<sup>۲</sup> اشاره کرد. در کنار جستجوی تپه نوردی حریصانه، بسیاری از روش‌های جستجوی ابتکاری برای یادگیری ساختاری شبکه‌های بی‌زی من جمله، simulated annealing (Chickering and Boutilier, 1996)، جستجوی Russell and best-first (Norving, 1995) و جستجوی ژنتیک (Larranaga et al., 1996) مورد استفاده قرار گرفته است.

### ۳. مروری بر مطالعات انجام شده

با توجه به اهمیت و ضرورت مساله، محققان به دنبال کنترل عواملی بودند که هم بر دستمزد و هم بر مشارکت نیروی کار اثر می‌گذارند. تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه صورت گرفته است که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود.

#### ۱-۳ مطالعات تجربی در داخل کشور

طاهری (طاهری، ۲۱۳۸) در مقاله‌ی خود با استفاده از یک معادله، تاثیر بهره‌وری و دستمزد را بررسی کرده است، ولی از هیچگونه آزمون علیتی مبنی بر این که دستمزد بر بهره‌وری تاثیر دارد یا بهره‌وری بر روی دستمزد، استفاده نکرده است. فرض ضمنی وی این است که بهره‌وری عامل تعیین کننده‌ی دستمزد می‌باشد. طاهری با برآورد رابطه‌ی بهره‌وری و دستمزد نتیجه گرفته است که ۹۱ درصد از وضعیت دستمزدها توسط بهره‌وری کار توضیح داده می‌شوند.

سوری (سوری، ۱۳۸۵) با استفاده از داده‌های کارگاه‌های صنعتی ایران در بازه ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۷ به ارزیابی و تحلیل دستمزدها در صنایع کشور پرداخته است. وی نقش عوامل مختلف را در نظر گرفته و نشان داده است که اولاً، تفاوت معناداری بین دستمزدهای بخش دولتی و خصوصی وجود دارد و ثانياً، این تفاوت‌ها صرفاً ناشی از کارایی یا بهره‌وری و تأثیر

---

1. Structure Space

2. Hill-climbing

عواملی از قبیل تحصیلات، سابقه، مهارت، اندازه‌ی بنگاه و غیره نمی‌باشد، بلکه با حذف اثرات این متغیرها، هنوز تفاوت دستمزدها معنادار می‌باشد.

کازرونی (کازرونی و سجودی، ۱۳۸۵) به مطالعه نقش بهره‌وری در تعیین دستمزد نیروی کار در بخش صنعت ایران در فاصله سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶ پرداخته‌است و برای این منظور، مدل چانه زنی دستمزد را در زیر بخش‌های صنعت با استفاده از چهارچوب داده‌های تلفیقی و روش اثرات ثابت مورد استفاده قرار داد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که هر دو متغیر بهره‌وری و دستمزد جایگزین، تأثیری مثبت بر سطح دستمزدها دارند. با وجود این، پایین بودن کشش بهره‌وری نسبت به کشش دستمزد جایگزین، نشان‌دهنده این است که در تعیین سطح دستمزدها در بخش صنعت، بیش از آنکه ویژگی‌های نیروی کار عامل تعیین کننده باشد، شرایط بازار کار تأثیرگذار می‌باشد.

سوری (سوری، ۱۳۸۷) نیز به بررسی رابطه بهره‌وری و دستمزد با در نظر گرفتن تحصیلات نیروی کار پرداخته و نشان داده است که افزایش سهم شاغلین با تحصیلات عالی، منجر به بهبود بهره‌وری نیروی کار در صنایع ایران شده است و همچنین رابطه معناداری بین بهره‌وری و مهارت وجود دارد. علاوه بر این در این پژوهش برای بررسی ارتباط بهره‌وری با دستمزد، ویژگی‌های عرضه و تقاضا را به طور هم‌زمان در تحلیل‌های خود مورد توجه و تأثیر آنها بر هم را نیز مورد بررسی قرار داده است. با بهبود بهره‌وری، دستمزد نیروی کار افزایش یافته است اما طبق نتایج، شیب افزایش دستمزد کمتر از بهره‌وری نیروی کار می‌باشد. سوری نشان داده است که هیچ رابطه معناداری بین بهره‌وری با سابقه و مالکیت دولتی وجود ندارد و بیشتر سهم بهره‌وری از تحصیلات عالیه نصیب کارفرمایان می‌شود تا نیروی کار. از طرف دیگر توجه به دستمزد نیروی کار و متعادل کردن روند بهره‌وری و دستمزد، زمینه‌ساز کاهش شکاف بین درآمد کارگران و کارفرمایان شده که به تبع آن بهبود توزیع درآمد در جامعه، رضایت شغلی و در نهایت افزایش بهره‌وری را خواهیم داشت.

بیگی نیا (بیگی نیا، ۱۳۹۲) با هدف شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر بهبود کارایی نیروی انسانی در آموزش و پرورش با استفاده از روش تاپسیس، نشان داده‌است که حقوق و دستمزد در بین سی گزینه، در جایگاه سوم قرار گرفته‌است که نشان دهنده تاثیر زیاد آن بر روی بهره‌وری کار می‌باشد.

قادری در مقاله خود (قادری، ۱۳۹۰) پس از بررسی نظریه دستمزد کارایی، نشان داد که بین دستمزد و بهره‌وری در بنگاه‌های بزرگ اقتصادی ایران رابطه معناداری وجود دارد. صمدی (صمدی، ۱۳۸۳) نیز رابطه دستمزد و بهره‌وری نیروی کار در کارگاه‌های بزرگ صنعتی کشور را با استفاده از روش شناسی همگرایی و مدل تصحیح خطا بین سالهای ۱۳۵۸ تا ۱۳۸۱ بررسی کرده است. وی نشان داده که بهره‌وری نیروی کار اثر مثبت و نرخ بیکاری اثر منفی و معناداری بر دستمزد نیروی کار داشته است. صمدی وجود رابطه علیت از بهره‌وری و بیکاری به دستمزد را رد می‌کند، اما در مقابل، اشاره می‌کند که رابطه علی یک طرفه از دستمزد به بهره‌وری نیروی کار وجود دارد و آن را مصداق نظریه دستمزد کارایی در ایران می‌داند.

سه سال بعد از مقاله‌ی صمدی، کازرونی (کازرونی، ۱۳۸۶) همین موضوع را با داده‌های یکسان مورد بررسی قرار می‌دهد. وی با استفاده از روش اقتصادسنجی خود رگرسیون با وقفه‌های توزیع شونده<sup>۱</sup> به این نتیجه رسید که بهره‌وری تاثیر معناداری بر دستمزد واقعی بخش صنعت ندارد. هرچند وجود رابطه تعادلی بلند مدت (همگرایی) میان دستمزد واقعی، بهره‌وری و دیگر متغیرهای مدل در بخش صنعت ایران تایید می‌شود. به گفته کازرونی آزمون علیت گرانچر میان بهره‌وری و دستمزد نشان دهنده عدم وجود رابطه علیت میان این دو متغیر در بخش صنعت ایران می‌باشد. این مساله نشان می‌دهد که عواملی غیر از بهره‌وری در تعیین دستمزد واقعی بخش صنعت ایران دخالت داشته اند که از جمله می‌توان به عوامل نهادی و قانونی و دخالت‌های دولت در تعیین دستمزدها در این بخش اشاره کرد.

ازوجی (ازوجی، ۱۳۸۷) نیز در مقاله خود همانند کازرونی از الگوی اقتصادسنجی به روش خود همبسته با وقفه‌های توزیعی و الگوی تصحیح خطا<sup>۱</sup> برای بررسی رابطه دستمزد و بهره‌وری نیروی کار در کارگاههای بزرگ صنعتی کشور استفاده کرده است. نتایج برآورد وی نشان می‌دهد که بهره‌وری نیروی کار، متوسط سالهای تحصیل شاغلان صنعتی و حداقل دستمزد واقعی، نقش موثری بر دستمزد واقعی بخش صنعت داشته و این رابطه در کوتاه مدت و بلند مدت تایید می‌شود. این در حالی است که متغیرهای دستمزد بخش عمومی و نرخ بیکاری در بلند مدت بر دستمزد بخش صنعت اثر ندارند، هرچند که در کوتاه مدت دستمزدهای بخش صنعت از دستمزد بخش عمومی متأثر می‌شود.

سوری (سوری، ۱۳۹۰) به بررسی عوامل ایجاد کننده تفاوت دستمزدها در صنایع بزرگ ایران در چارچوب نظریه دستمزد کارایی پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد تفاوت معناداری بین دستمزدها در بین صنایع کشور وجود دارد. بخشی از این تفاوت‌ها، به خصوصیات قابل مشاهده نیروی کار و بنگاه مانند جنسیت، تحصیلات، مهارت، تجربه، کارایی، اندازه بنگاه و امثال آن باز می‌گردد. اما با کنترل این عوامل، هنوز تفاوت معناداری در دستمزدها بین صنایع باقی می‌ماند.

### ۲-۳. مطالعات تجربی در خارج از کشور

رامونی و همکارانش (Ramoni-Perazzi, et al, 2006) و همچنین دیزنی (Disney, 2007) به مقایسه دستمزدهای کارگران شاغل در بخش‌های خصوصی و دولتی می‌پردازند. آنها در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که کارکنان بخش دولتی دارای دستمزدهای بالاتری نسبت به کارکنان بخش خصوصی هستند.

در ادامه، چاترجی و همکارانش (Chatterji, et al, 2007) تفاوت دستمزدهای بخش خصوصی و دولتی را بر اساس جنسیت مورد بررسی قرار دادند. آنها شکاف جنسیتی حقوق و دستمزد و نقش خصوصیات فردی و شغلی و ویژگی‌های محیط کار در تفاوت دستمزد کارگران زن در بخش‌های خصوصی و دولتی را بررسی کردند. آنها نشان دادند که نه تنها

---

1. ECM Model

بخش‌های دولتی و خصوصی دستمزدهای متفاوتی را می‌پردازند، بلکه تفاوت جنسیتی نیز در میزان دستمزد بین زنان و مردان در هر دو بخش دولتی و خصوصی موثر می‌باشد.

پاترا (Patra and Nayak, 2012) در مقاله خود، اتصال بین دستمزد و بهره‌وری را از هر دو دیدگاه مورد بررسی قرار داده است و نشان داده که از یک سو افزایش در بهره‌وری موجب افزایش دستمزد و از سوی دیگر افزایش دستمزد منجر به بالا رفتن بهره‌وری می‌شود. البته خطر افت کیفیت تولیدات، تهدیدی است که همیشه برای بهره‌وری وجود دارد، و این مساله در جایی که دستمزدها صرفاً به کمیت محصولات متصل‌اند بیشتر دیده شده است. برای حل این مشکل، تعیین استاندارد‌هایی برای کنترل کیفیت محصول در سازمان‌ها پیشنهاد می‌گردد.

اورس (Ours and Stoeldraijer, 2010) نیز به بررسی تاثیر سن بر روی بهره‌وری و در نتیجه دستمزد پرداخته است. برخی از پژوهش‌های گذشته فرض تاثیر سن بر روی بهره‌وری و دستمزد را رد کرده‌اند در حالی که برخی دیگر از تحقیقات نشان داده‌اند که هرچه سن نیروهای کار افزایش یابد فاصله بین بهره‌وری و دستمزد افزایش می‌یابد. این مقاله با انجام آنالیزهای آماری و آزمون همبستگی بین سن، دستمزد و بهره‌وری، رابطه‌ی بین آنها را به دست آورده است. به‌طوری‌که ارتباط بین سن و بهره‌وری و همچنین ارتباط بین سن و هزینه به وضوح مشاهده می‌شود. در برآورد نهایی نیز به این نتیجه رسید که نمی‌توان فرض تاثیر یکسان سن بر روی هزینه‌های بهره‌وری و دستمزد را رد کرد.

نایاک (Nayak and Patra, 2013) در تحقیقات خود، برای سنجش ارتباط بین دستمزد و بهره‌وری کار در صنعت تولیدی، با استفاده از ضریب همبستگی، به بررسی ارتباط بین ارزش افزوده و دستمزد به ازای هر نیروی کار پرداخته است. طبق نتایج، بین دستمزد و بهره‌وری، همبستگی مثبت وجود دارد و ارزش افزوده برای هر کارگر با افزایش دستمزد، افزایش می‌یابد. با این حال نرخ رشد ارزش افزوده به ازای هر نیروی کار سریعتر از نرخ رشد هر نیروی کار می‌باشد.

مارجیت (Marjit and Kar, 2007) در مقاله خود نشان داده است که با تقویت نیروی کار غیر ماهر در بخش رسمی و افزایش بهره‌وری آنها می‌توان تاثیر قابل توجهی در میزان حقوق و دستمزد کارکنان غیر رسمی، در دراز مدت و کوتاه مدت داشت. از طرفی هنگامی که سرمایه به صورت نامتوازن بین نیروها توزیع شود، منجر به نارضایتی نیروهای کاری پرتوان با بازدهی بالا می‌شود. اگر جابه‌جایی سرمایه بین بخش رسمی و غیر رسمی محدود باشد ممکن است منجر به کاهش دستمزد کارگران غیر رسمی شود. در این پژوهش، نشان داده شده است که بهره‌وری بالای کارگران ماهر نمی‌تواند روی دستمزد غیر رسمی تاثیرگذار باشد. طبق نتایج این پژوهش، عواملی که می‌توانند روی دستمزد غیر رسمی نیروهای کار تاثیرگذار باشند شامل محصولات بازار، تغییرات در بهره‌وری، اصلاحات مربوط به تجارت و کارگران می‌باشد. هنگامی که سرمایه بین بخش رسمی و غیر رسمی در جریان باشد، هر اصلاحاتی که باعث کاهش هزینه‌ی سرمایه در بخش رسمی شود، به بخش غیر رسمی نیز سرایت می‌کند و این در حالی است که تحت شرایط یکسان، رشد بهره‌وری در بخش رسمی به کارگران غیر رسمی صدمه وارد می‌کند و باید در آینده به فکر حذف کامل این تاثیرات سوء بود.

#### ۴. روش تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی است. از سوی دیگر با توجه به اینکه در این کار به بررسی روابط بین متغیرها و عوامل تاثیرگذار بر روی حقوق و دستمزد و همچنین بهره‌وری پرداخته می‌شود، می‌توان بیان کرد که کار انجام شده بر اساس ماهیت و روش گردآوری، تحلیلی-توصیفی بوده و همچنین از نظر جمع‌آوری اطلاعات، به صورت کتابخانه‌ای بوده است.

در این تحقیق که به منظور کشف و بررسی رابطه علیت بین حقوق و دستمزد و بهره‌وری با استفاده از شبکه‌های بی‌زی می‌باشد، در ابتدا برای افزایش سرعت و کارایی به کاهش داده‌ها



در دو سطح نمونه‌ها و صفات خاصه می‌پردازیم و همچنین با گسسته سازی، داده‌های باقیمانده را به شکل مناسب درآورده تا در اجرا نتایج بهتری را سبب شوند.

از آنجایی که عاملی که موفقیت سازمان را مستحکم می‌سازد، توانایی ارزش افزوده به درون‌داد آن می‌باشد (رنگریز، ۱۳۸۵) و سازمانی که ارزش افزوده صفر و یا منفی دارد به این معنی است که ارزش برون‌داد آن بیشتر از ارزش درون‌داد آن نمی‌باشد، بنابراین چنین سازمانی هیچ دلیل منطقی برای ادامه حیات خود ندارد. لذا برای کاهش نمونه‌ها در پیش پردازش داده‌ها، ابتدا اطلاعات بنگاه‌های صنعتی که دارای ارزش افزوده منفی و صفر بودند را شناسایی و حذف کردیم.

داده‌های پیوسته‌ی اولیه را به ۹ سطح با استفاده از بلوک‌های<sup>۱</sup> ۱۵۰۰ تایی گسسته کردیم و داده‌های گسسته شده را به عنوان ورودی برای پیاده سازی مراحل بعدی شامل کاهش صفات خاصه و ساخت شبکه بیزی مورد استفاده قرار دادیم.

همانطور که پیش‌تر گفته شد، به منظور کاهش داده‌ها در سطح صفات خاصه، از الگوریتم انتخاب رو به جلو بهره بردیم. عملگرهای داخلی این الگوریتم که وظیفه ارزیابی عملکرد مجموعه منتخب ویژگی‌ها را دارند را از نوع اعتبارسنجی ضربدری<sup>۲</sup> می‌باشند. برای آموزش داده‌ها از الگوریتم رگرسیون خطی و برای تست اعتبارسنجی از تابع میزان عملکرد مجموعه انتخاب شده استفاده کرده‌ایم. در روش رگرسیون خطی، داده‌ها را بر اساس ویژگی بهره‌وری کار آموزش داده و با استفاده از این روش، تعداد ۳۱ ویژگی را به ۲۲ ویژگی کاهش دادیم. ویژگی‌های باقیمانده به شرح جدول ۱ می‌باشند.

---

1. Bins

2. Cross Validation

جدول ۱. ویژگی‌های باقیمانده از مرحله‌ی پیش پردازش داده‌ها

متغیر	علامت اختصاری	توضیح
آدرس	Adress	کدی ۱۳ یا ۱۸ رقمی که به هر بنگاه، بر اساس موقعیت جغرافیایی آن داده می‌شود. در این پژوهش تنها دو رقم اول کد که نشان‌دهنده استان است در نظر گرفته شده‌است.
Industry Type	Industry Type	کد ۲ یا ۴ رقمی که به صورت منحصر بفرد به هر بنگاه و زیر مجموعه‌هایش تعلق می‌گیرد. در اینجا تنها دو رقم اول کد که نشان‌دهنده نوع صنعت می‌باشد، در نظر گرفته شده‌است.
مقدار فروش کل	Foroosh.M	مقدار فروش کل بنگاه اعم از داخلی و خارجی به حساب خود
ارزش ریالی تولید	Tolid.R	ارزش تولید نهایی و قابل فروش کارگاه
وضعیت حقوقی کارگاه	Vaze-Hoghooghi	وضع حقوقی بنگاه‌ها شامل شرکت فردی و غیر رسمی، شرکت دولتی، شرکت تعاونی، سایر شرکت‌های رسمی و عمومی است.
ارزش افزوده	VA	مابه‌التفاوت ارزش ستانده و ارزش داده فعالیت صنعتی
ارزش موجودی انبار	Anbar	تفاضل ارزش موجودی انبار در اول فروردین از ارزش موجودی انبار در پایان اسفند سال ۱۳۸۵.
حقوق و دستمزد	Dastmozd	این شاخص از نسبت میزان جبران خدمات نیروی کار (مزد و حقوق و سایر پرداختی‌های سالیانه به‌جز حق ماموریت و بازخریدی) بر تعداد شاغلین، به دست آمده است.
بهره‌وری نیروی کار	LP	این شاخص از نسبت ارزش افزوده به تعداد شاغلین به دست آمده‌است.
مالیات غیر مستقیم و عوارض	Tax	پرداختی کارگاه بابت مالیات غیر مستقیم و عوارض پرداختی
پذیرایی و تشریفات	Paziraci	پرداختی کارگاه بابت پذیرایی و تشریفات
ارزش ریالی سوخت مصرفی	Sookht.R	ارزش ریالی سوخت مصرف شده، آب و برق خریداری شده کارگاه
متوسط تعداد شاغلان بر حسب مدرک تحصیلی	Madrak	این شاخص با استفاده از روش تقریبی مجموع ستونی در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، با ضرایب دیپلم (۰,۰۷)، لیسانس (۰,۲۸) و دکتری (۰,۶۴) موزون شده‌اند.
ارزش ریالی موجودی کل اموال سرمایه‌ای	Sarmaye-pc	سرمایه‌گذاری بنگاه بدون در نظر گرفتن موجودی اموال نرم افزاری در پایان سال ۱۳۸۵.

متغیر	علامت اختصاری	توضیح
تعداد محققان بخش تحقیق و توسعه‌ی	R&D.K	این شاخص با استفاده از روش تقریبی مجموع سطری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، با ضرایب سایر (۰,۰۳)، لیسانس (۰,۱۵)، فوق لیسانس (۰,۳۱) و دکتری (۰,۵۱) موزون شده‌اند.
هزینه تحقیقات	R&D.H	هزینه‌ی بخش تحقیق و توسعه در سال ۱۳۸۵
ارائه خدمات صنعتی به خارج از کشور	Khadamat-Sanati	این شاخص نشان می‌دهد که آیا بنگاه خدمات صنعتی به خارج از کشور ارائه کرده‌است یا خیر.
تعداد محصولات دارای استاندارد	Standard	تعداد محصولات دارای مهر استاندارد داخلی و بین‌المللی
خدمات آموزشی	Amoozesh	پرداختی کارگاه بابت خدمات آموزشی

بعد از انجام مرحله پیش پردازش داده‌ها و به دست آوردن مجموعه داده‌های درست و کامل و در عین حال کم، که موجب عملکرد سریعتر و موثرتر الگوریتم پیشنهادی خواهد بود، به سراغ پیاده سازی مدل ارائه شده می‌رویم.

با توجه به بیانات گفته شده در بخش مبانی نظری، در این پژوهش از الگوریتم جستجوی تپه‌نوردی حریصانه بهره برده‌ایم.

در روش پیشنهاد شده، الگوریتم مورد نظر با یک شبکه‌ی اولیه، کار را شروع کرده و بر اساس متر  $aic$  که در بین انواع مترها به عنوان مناسب ترین متر انتخاب شده است (جدول ۲)، میزان تغییر تطابق ساختارهایی که با اضافه شدن، حذف شدن یا برعکس شدن یک یال به دست می‌آید را محاسبه می‌کند (شکل ۱). امتیاز  $aic$  به عنوان تابع امتیازدهی جزء مترهای وابسته به توزیع پیشین بر حسب رابطه بیزی می‌باشد. سپس ساختاری که بیشترین میزان تطابق را با مجموعه‌ی اطلاعات داشته باشد انتخاب می‌شود. این فرآیند تا جایی ادامه پیدا می‌کند که هیچ ساختار ممکن‌ی دارای تطابق بیشتری نباشد.

**Algorithm 5** Hill-climbing search for structure learning

- 1: Initialize a structure  $G'$ .
- 2: **repeat**
- 3:   Set  $G = G'$ .
- 4:   Generate the acyclic graph set  $Neighbor(G)$  by adding, removing or reversing an edge in graph  $G$ .
- 5:   Choose from  $Neighbor(G)$  the one with the highest score and assign to  $G'$ .
- 6: **until** Convergence.

شکل ۱. الگوریتم تپه‌نوردی حریمانه برای یادگیری ساختاری شبکه بیزی

شروع‌های مجدد و همچنین نگهداشتن مسیر جستجو در جستجوی تپه‌نوردی با استفاده از لیست ممنوعه، این امکان را به الگوریتم می‌دهد که به ترتیب در بهینه‌های محلی و حلقه‌های شبکه گیر نیافتد. از طرف دیگر نیز، جستجوی ممنوعه با محدود کردن تعداد والدین و پارامترها برای هر کدام از متغیرها در فضای کلاس‌های هم‌ارز با استفاده از شروع‌های تصادفی، قرار نگرفتن الگوریتم در بهینه‌های محلی را تضمین می‌کند.

جدول ۲. مقایسه‌ی انواع امتیازها

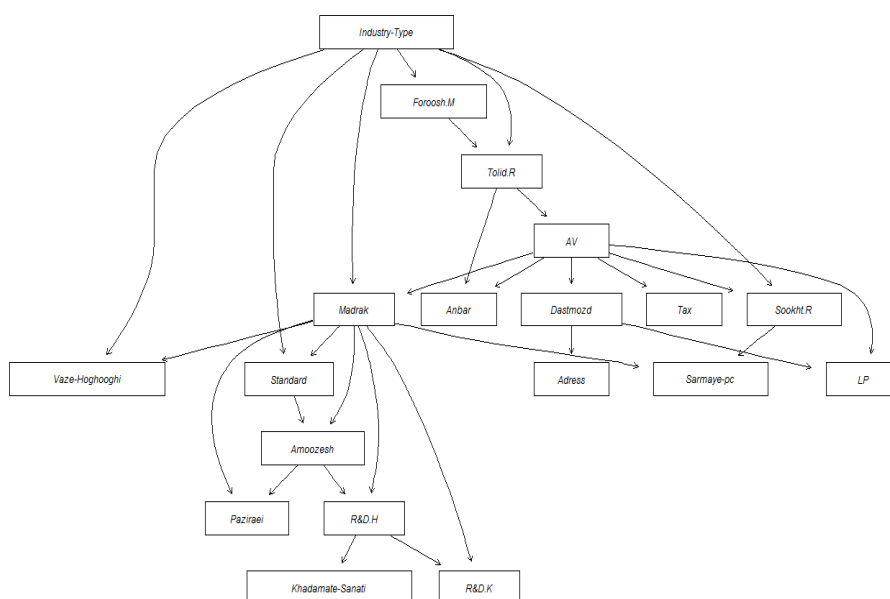
انواع مترها	امتیاز
K2	377273.1
Aic	386136.3
Bic	362266.4
Bde	363856.5
Bdes	363781.5
mbde	363856.5

شبکه بیزی به دست آمده که نشان‌دهنده ارتباط بین ویژگی‌های باقیمانده از مرحله کاهش ویژگی‌ها در پردازش داده‌ها می‌باشد، به صورت شکل ۲ می‌باشد.

بعد از به دست آمدن شبکه‌ی مورد نظر، حال به برآورد پارامترها در شبکه می‌پردازیم. در یادگیری پارامتری، چگونگی استفاده از مجموعه نمونه‌ها برای برآورد پارامترها برای تمام متغیرها در یک زمان را در نظر می‌گیرد. یادگیری پارامتری خود دارای دو نوع برآورد ماکسیمم درست‌نمایی<sup>۱</sup> و برآورد بیزی<sup>۲</sup> می‌باشد.

مشکل برآورد ماکسیمم درست‌نمایی زمانی بوجود می‌آید که با یک پایگاه داده‌ی تنک<sup>۳</sup> مواجه باشیم بطوریکه تعداد مشاهدات برای نمونه‌ای خاص برابر صفر باشند که در آن صورت احتمال آنها صفر خواهد شد که این امر ایرادی است که به این روش وارد می‌شود. برای حل این مساله از روش دیگری برای یادگیری پارامترها با نام برآورد بیزی استفاده می‌شود. این روش، عدم قطعیت در مورد پارامترها را با استفاده از توزیع احتمالات بر روی پارامترها نشان می‌دهد به این معنی که با پارامترهای ناشناخته نیز مانند متغیرهای تصادفی رفتار می‌شود. به طوریکه با توزیع پیشین<sup>۴</sup> شروع کرده و از پایگاه داده برای به روز رسانی توزیع استفاده می‌کند. در نهایت احتمال  $P(\theta|D)$  محاسبه می‌گردد.

- 
1. Maximum Likelihood Estimation (MLE)
  2. Bayesian Estimation (BE)
  3. Sparse Database
  4. prior



شکل ۲. شبکه بیزی به دست آمده با استفاده از امتیاز aic برای الگوریتم تپه‌نوردی حریصانه

کمی سازی روابط بین رئوس با اختصاص دادن توزیع‌های احتمال شرطی برای هر راس صورت می‌گیرد. از آنجایی که در شبکه‌ی به دست آمده، راس‌ها صرفاً مقادیر گسسته را اختیار می‌کنند، برای نشان دادن مقادیر احتمالات از جدول‌های احتمال شرطی استفاده می‌شود. بدین معنی که ابتدا برای هر راس، باید ترکیب‌های ممکن والدین آن راس در نظر گرفته شود و برای هر ترکیبی از مقادیری که والدین اختیار می‌کنند، یک مقدار از نوع احتمال برای راس مطلوب مشخص شود. البته راس ریشه هم یک جدول توزیع احتمالاتی برای خودش دارد که تنها شامل یک سطر از توزیع پیشین آن می‌باشد که احتمال رخداد آن را به صورت مستقل عنوان می‌کند.

## ۵. نتایج تجربی

با توجه به شبکه به دست آمده در شکل ۲، به بررسی برخی از مهم‌ترین ارتباط‌های موجود بین ویژگی‌های بنگاه‌ها، بالاخص ارتباط بین بهره‌وری نیروی کار، دستمزد و همچنین ارزش افزوده که با ترسیم یال مشخص شده‌اند، می‌پردازیم. البته ناگفته نماند،

یال‌هایی که در شبکه‌ی به دست آمده وجود ندارند به معنی ارتباط نداشتن راس‌های آن‌ها نمی‌باشد. به عنوان نمونه همانطور که دستمزد بر روی بهره‌وری تاثیر می‌گذارد، بهره‌وری نیز بر روی دستمزد بدون تاثیر نیست؛ ولی به علت حریصانه بودن ماهیت الگوریتم تپه نوردی، امتیاز یال دستمزد-بهره‌وری که بر اساس امتیاز aic بیشتر می‌باشد و تاثیر بیشتری هم دارد، را مد نظر قرار داده‌است.

یافته‌های مربوط به یادگیری پارامتری شبکه بیزی به دست آمده به قرار زیر می‌باشد:

#### ۵-۱. نوع صنعت بنگاه به عنوان ریشه

نوع بنگاه به دلیل نداشتن والد، به عنوان متغیر ریشه شناخته می‌شود. ولی از لحاظ ارتباطی بر روی میزان فروش کل به صورت مستقیم و بر روی دیگر متغیرها به صورت غیر مستقیم اثر می‌گذارد. ارتباط مستقیم بین مقدار فروش و نوع صنعت به این معنی است که نوع صنعت بنگاه، تعیین کننده میزان فروش کل بنگاه می‌باشد و به بیان دیگر میزان فروش، تابعی از نوع صنعت بنگاه است. البته که نوع بنگاه به عنوان والد و تعیین کننده‌ی میزان فروش منطقی می‌باشد. به بیان کلی می‌توان گفت که نوع صنعت بنگاه، عامل اصلی حیات بنگاه می‌باشد.

#### ۵-۲. تاثیر ارزش افزوده و دستمزد بر روی میزان بهره‌وری کار

با توجه به شبکه‌ی بیزی به دست آمده، رئوس ارزش افزوده و دستمزد به عنوان والدین راس بهره‌وری کار می‌باشند زیرا از علت‌های ایجاد بهره‌وری محسوب می‌شوند. به بیان دیگر، بهره‌وری تابعی از مقادیر دستمزد و ارزش افزوده است. همچنین ارزش افزوده به عنوان والد دستمزد تعیین شده‌است و تاثیر مستقیمی بر روی دستمزد کارکنان دارد. لذا، ابتدا تاثیر عوامل ارزش افزوده و دستمزد را به صورت توأمان و سپس به طور جداگانه بر روی بهره‌وری بررسی خواهیم کرد. بر اساس نتایج به دست آمده از بخش یادگیری پارامتری شبکه‌های بیزی، احتمالات شرطی بهره‌وری با توجه به دستمزد و ارزش افزوده به شرح جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳. نتایج به دست آمده از یادگیری پارامتری شبکه بیزی برای ارتباط بین ارزش افزوده، دستمزد و بهره‌وری در سطح ۱

P(LP=1  Dastmozd, VA)											
D	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AVG.
1		4.15 e-1	5.49 e-5	5.49 e-5	1.35 e-4	1.45 e-4	2.04 e-4	1.37 e-4	2.32 e-4	5.85 e-4	4.63 e-2
2		7.66 e-1	3.21 e-5	4.08 e-5	5.18 e-5	6.75 e-5	7.63 e-5	7.93 e-5	9.17 e-5	1.43 e-4	8.52 e-2
3		9.63 e-1	8.23 e-3	4.56 e-5	4.83 e-5	5.05 e-5	6.40 e-5	6.45 e-5	8.26 e-5	1.64 e-4	1.07 e-1
4		9.99 e-1	8.45 e-2	4.48 e-5	4.71 e-5	4.52 e-5	5.49 e-5	6.62 e-5	8.33 e-5	1.47 e-4	1.11 e-1
5		9.99 e-1	1.49 e-1	4.69 e-5	4.85 e-5	4.88 e-5	4.95 e-5	6.89 e-5	6.49 e-5	1.04 e-4	1.27 e-1
6		9.98 e-1	2.34 e-1	5.49 e-5	4.54 e-5	5.15 e-5	4.88 e-5	4.88 e-5	5.34 e-5	9.00 e-5	1.37 e-1
7		9.98 e-1	3.52 e-1	6.75 e-5	5.58 e-5	5.18 e-5	4.58 e-5	4.46 e-5	4.31 e-5	6.66 e-5	1.50 e-1
8		9.98 e-1	5.17 e-1	9.00 e-5	6.71 e-5	5.29 e-5	4.38 e-5	3.92 e-5	4.15 e-5	4.31 e-5	1.68 e-1
9		9.95 e-1	9.95 e-1	1.11 e-1	1.66 e-4	1.20 e-4	7.75 e-5	6.02 e-5	3.41 e-5	1.44 e-5	2.33 e-1
AVG.		9.03 e-1	2.60 e-1	1.24 e-2	7.39 e-5	7.04 e-5	7.38 e-5	6.76 e-5	8.07 e-5	1.51 e-4	-

با توجه به جدول ۳، با در نظر گرفتن سطح یک بهره‌وری و ثابت نگهداشتن مقدار ارزش افزوده در سطح یک، با افزایش دستمزد (ستون اول)، مشاهده می‌شود که احتمال اینکه بهره‌وری کار در سطح یک باقی‌ماند، رو به افزایش است و بهره‌وری کار تمایل کم‌تری دارد که به سطوح بالاتر برود و این به معنی کاهش بهره‌وری کار می‌باشد. البته افزایش این احتمال تا یک سقفی صورت می‌گیرد و همانطور که مشاهده می‌شود از حدی به بعد با افزایش دستمزد، احتمال حضور بهره‌وری در سطح یک ثابت مانده و حتی در سطوح بالاتر ممکن است با اندک کاهش این احتمال نیز مواجه شویم. در ستون دوم جدول ۳ نیز مشابه قبل با ثابت نگهداشتن ارزش افزوده در سطح دو و افزایش دستمزد، احتمال باقی‌ماندن بهره‌وری در سطح یک با افزایش چشم‌گیری روبرو است و این به معنی کاهش بهره‌وری است. البته باید توجه کرد که در این حالت احتمال باقی‌ماندن بهره‌وری در سطح یک نسبت به ستون قبلی به مراتب کمتر می‌باشد. در ستون بعدی نیز با ثابت نگهداشتن ارزش افزوده و افزایش



دستمزد، مشابه دو حالت قبل، با کاهش بهره‌وری مواجه هستیم. ولی نکته حائز اهمیت این است که کاهش بهره‌وری به مراتب کمتر از کاهش بهره‌وری در ستون اولیه می‌باشد. با این حال در هر حالت با افزایش دستمزد، کاهش بهره‌وری را هرچند به میزان اندک شاهد هستیم. بر خلاف نتایج ستون اولیه، در ارزش افزوده سطح چهار، افزایش دستمزد باعث کاهش احتمال حضور بهره‌وری در سطح یک شده‌است. و این به معنی این است که در ارزش افزوده بالاتر با افزایش دستمزد، افزایش بهره‌وری را خواهیم داشت. هرچه به ستون آخر (ارزش افزوده بیشتر) نزدیک‌تر می‌شویم احتمال حضور بهره‌وری در سطح یک بیشتر کاهش می‌یابد و این به معنی افزایش سطح بهره‌وری می‌باشد.

به طور کلی بر اساس نتایج و میانگین به دست آمده در جدول ۳، با در نظر گرفتن بهره‌وری در پایین‌ترین سطح خود با افزایش دستمزد، کاهش بهره‌وری و از طرف دیگر با افزایش ارزش افزوده، ابتدا افزایش بهره‌وری و سپس کاهش آن را به دنبال خواهیم داشت. به بیان دیگر هنگامی افزایش دستمزد منجر به افزایش بهره‌وری خواهد شد که ارزش افزوده در بالاترین میزان خود باشد. لذا، نمی‌توان به عنوان یک اصل بیان کرد که همیشه با افزایش دستمزد، افزایش بهره‌وری را به دنبال خواهیم داشت. حال به بررسی تغییرات دستمزد و ارزش افزوده در سطوح دیگر بهره‌وری می‌پردازیم. جدول ۴ نشان‌دهنده‌ی ارتباط بین ارزش افزوده و دستمزد بر روی بهره‌وری در سطح دو می‌باشد:

جدول ۴. نتایج به دست آمده از یادگیری پارامتری شبکه بیزی برای ارتباط بین ارزش افزوده، دستمزد و بهره‌وری در سطح ۲

		P(LP=2  Dastmozd, VA)									
D	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AVG.
1		4.62 e-1	2.31 e-1	8.12 e-5	1.35 e-4	1.45 e-4	2.04 e-4	1.37 e-4	2.32 e-4	5.85 e-4	7.72 e-2
2		2.33 e-1	5.95 e-1	4.08 e-5	5.18 e-5	6.75 e-5	7.63 e-5	7.93 e-5	9.17 e-5	1.43 e-4	9.21 e-2
3		3.60 e-2	8.11 e-1	4.56 e-5	4.83 e-5	5.05 e-5	6.41 e-5	6.45 e-5	8.26 e-5	1.64 e-4	9.42 e-2
4		9.08 e-5	8.68 e-1	4.48 e-5	4.71 e-5	4.52 e-5	5.49 e-5	6.62 e-5	8.33 e-5	1.47 e-4	9.65 e-2
5		1.58 e-4	8.51 e-1	8.45 e-2	4.85 e-5	4.88 e-5	4.95 e-5	6.89 e-5	6.49 e-5	1.04 e-4	1.04 e-1
6		1.78 e-4	7.65 e-1	2.97 e-1	4.54 e-5	5.15 e-5	4.88 e-5	4.88 e-5	5.34 e-5	9.00 e-5	1.18 e-1
7		2.69 e-4	6.47 e-1	6.01 e-1	5.58 e-5	5.18 e-5	4.58 e-5	4.46 e-5	4.31 e-5	6.66 e-5	1.39 e-1
8		2.56 e-4	4.81 e-1	9.36 e-1	6.04 e-2	5.29 e-5	4.38 e-5	3.92 e-5	4.15 e-5	4.31 e-5	1.64 e-1
9		5.24 e-4	5.23 e-4	8.87 e-1	6.16 e-1	1.21 e-2	7.82 e-3	6.02 e-5	3.41 e-5	1.44 e-5	1.69 e-1
AVG.		8.14 e-2	5.83 e-1	3.12 e-1	7.52 e-2	1.40 e-3	9.34 e-4	6.76 e-5	8.07 e-5	1.51 e-4	-

بر خلاف نتایج به دست آمده در جدول ۳، در ستون اول جدول ۴ با ثابت نگهداشتن ارزش افزوده در سطح یک و افزایش دستمزد، ابتدا با کاهش احتمال حضور بهره‌وری کار در سطح دو و سپس با افزایش آن مواجه هستیم که این به معنی افزایش و سپس کاهش بهره‌وری کار می‌باشد. در ستون دوم نیز روال دقیقاً بر عکس ستون اول می‌باشد یعنی با افزایش دستمزد، احتمال اینکه بهره‌وری در سطح دو بماند ابتدا افزایش و سپس کاهش یافته و این به معنی کاهش و سپس افزایش بهره‌وری می‌باشد. البته با این تفاوت که افزایش بهره‌وری در ستون یک از کاهش بهره‌وری در ستون دوم به مراتب بیشتر می‌باشد. در جدول ۴ نیز طبق میانگین‌های به دست آمده و همانند جدول ۳، هنگامی که ارزش افزوده در بالاترین میزان خود قرار دارد، با افزایش دستمزد کاهش احتمال بهره‌وری در سطح ۲ را داریم که این به معنی افزایش بهره‌وری می‌باشد. همانطور که مشاهده گردید در این جدول نیز طبق جدول قبلی بهره‌وری در ارزش افزوده در سطوح پایین با افزایش

ارزیابی روابط بین شاخص‌های بهره‌وری نیروی انسانی و دستمزد، در... □ ۱۳۵

دستمزد، کاهش می‌یابد ولی با بالاتر رفتن سطح ارزش افزوده، تفاوت شایانی در افزایش بهره‌وری را شاهد هستیم.

در جدول ۵ نتایج به دست آمده از یادگیری پارامتری شبکه بیزی برای بهره‌وری در بالاترین سطح خود، آورده شده است:

جدول ۵. نتایج به دست آمده از یادگیری پارامتری شبکه بیزی برای ارتباط بین ارزش افزوده، دستمزد و بهره‌وری در سطح ۹

P(LP=9  Dastmozd, VA)											
D	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AVG.
1		4.23 e-5	5.49 e-5	8.12 e-5	2.71 e-2	1.45 e-4	2.06 e-2	9.59 e-2	6.73 e-1	9.94 e-1	2.01 e-1
2		5.98 e-5	3.21 e-5	4.08 e-5	5.18 e-5	6.75 e-5	7.63 e-5	7.93 e-5	4.58 e-1	9.99 e-1	1.62 e-1
3		7.19 e-5	4.10 e-5	4.56 e-5	4.83 e-5	5.05 e-5	6.41 e-5	6.45 e-5	3.22 e-1	9.10 e-1	1.37 e-1
4		9.08 e-5	4.69 e-5	4.48 e-5	4.71 e-5	4.52 e-5	5.49 e-5	6.62 e-5	2.33 e-1	9.99 e-1	1.37 e-1
5		1.58 e-4	5.13 e-5	4.69 e-5	4.85 e-5	4.88 e-5	4.95 e-5	6.89 e-5	1.69 e-1	9.99 e-1	1.30 e-1
6		1.78 e-4	6.32 e-5	5.49 e-5	4.54 e-5	5.15 e-5	4.88 e-5	4.88 e-5	1.12 e-1	9.99 e-1	1.23 e-1
7		2.69 e-4	8.19 e-5	6.75 e-5	5.58 e-5	5.18 e-5	4.58 e-5	4.46 e-5	2.59 e-2	9.79 e-1	1.12 e-1
8		2.56 e-4	1.78 e-4	9.00 e-5	6.71 e-5	5.29 e-5	4.38 e-5	3.92 e-5	4.15 e-5	8.62 e-1	9.59 e-2
9		5.24 e-4	5.24 e-4	2.77 e-4	1.66 e-4	1.20 e-4	7.75 e-5	6.02 e-5	3.41 e-5	7.49 e-1	8.34 e-2
AVG.		1.83 e-4	1.19 e-4	8.32 e-5	3.07 e-3	7.04 e-5	2.34 e-3	1.07 e-2	2.21 e-1	9.43 e-1	-

طبق این نتایج، با فرض ثابت نگهداشتن ارزش افزوده در سطح یک (ستون اول)، مشاهده می‌شود که با افزایش دستمزد احتمال اینکه بهره‌وری در سطح نه باقی بماند در حال افزایش است. این بدان معناست که احتمال اینکه بهره‌وری نیروی کار بخواهد به دیگر سطوح برود که به معنی کاهش بهره‌وری است، در حال کاهش است. در سطوح پایین ارزش افزوده با افزایش دستمزد احتمال اینکه بهره‌وری در بالاترین سطح باقی بماند در حال افزایش است. اما در سطوح بالای ارزش افزوده، با افزایش دستمزد احتمال اینکه بهره‌وری در همان سطح باقی بماند رو به کاهش است. البته این کاهش در ازای

دستمزدهای بالاتر بیشتر است و این به معنی کاهش بهره‌وری در ازای افزایش دستمزدهاست.

به طور کلی طبق مشاهدات انجام شده، می‌توان نتیجه گرفت که نمی‌توان به ضرس قاطع گفت که با افزایش دستمزد، افزایش و یا کاهش بهره‌وری را خواهیم داشت زیرا همانطور که مشاهده شد در تمامی جداول با در نظر گرفتن ارزش افزوده، افزایش دستمزد همیشه باعث افزایش بهره‌وری نمی‌شود و در برخی موارد ممکن است هیچ تغییری در بهره‌وری ندهد و حتی در شرایطی منجر به کاهش بهره‌وری نیز گردد. از طرف دیگر در عین اینکه میزان ارزش افزوده به صورت مستقیم بر روی بهره‌وری تاثیر می‌گذارد، متغیری مانند ارزش محصولات تولیدی به صورت غیر مستقیم بر روی بهره‌وری تاثیر می‌گذارد و این بدین معنی است که اگر تاثیر ارزش افزوده را هم بخواهیم در نظر بگیریم، نمی‌توان تاثیر متغیرهای دیگری که به صورت غیر مستقیم بر روی بهره‌وری تاثیر می‌گذارند را نادیده بگیریم.

با توجه به امتیاز یال‌ها که بر اساس متر  $aic$  به دست آمده‌است، یال بین دستمزد و بهره‌وری میزان امتیاز ۴۷۹۷,۲۹ و یال بین ارزش افزوده و بهره‌وری دارای امتیاز ۱۹۴۹۸,۲۷ می‌باشد و این نشان‌دهنده این است که تاثیری که ارزش افزوده بر روی بهره‌وری دارد حدود ۴ برابر بیشتر از تاثیر دستمزد بر روی بهره‌وری است.

از آنجایی که در مورد سطوح دیگر بهره‌وری نیز نتایج به همین منوال می‌باشند، به بررسی همین سطوح از بهره‌وری بسنده کرده و به سراغ دیگر روابط بین متغیرها رفته و به بررسی آنها می‌پردازیم.

### ۳-۵. تاثیر دستمزد بر بهره‌وری نیروی کار

همان‌طور که در شبکه‌ی بیزی به دست آمده مشاهده می‌شود، دستمزد به عنوان یکی از والدین بهره‌وری نیروی کار شناخته شده است. برای بررسی تاثیر دستمزد بر روی بهره‌وری بدون در نظر گرفتن تاثیر ارزش افزوده - به عنوان یکی دیگر از والدین

ارزیابی روابط بین شاخص‌های بهره‌وری نیروی انسانی و دستمزد، در... □ ۱۳۷

بهره‌وری - می‌توان از احتمال شرطی رابطه (۱) استفاده کرد، به طوری که  $i$  و  $j$  به ترتیب نشان‌دهنده سطح بهره‌وری کار و سطح حقوق و دستمزد می‌باشند.

$$p(LP = i | VA, Dastmozd = j) = \sum_{VA} p(LP = i | VA, Dastmozd = j) \quad \text{رابطه (۱)}$$

نتایج به دست آمده برای انواع سطوح حقوق و دستمزد و بهره‌وری کار، در جدول ۶ آورده شده است.

جدول ۶. نتایج به دست آمده از یادگیری پارامتری شبکه بیزی برای ارتباط بین دستمزد و بهره‌وری نیروی کار

		P(LP Dastmozd)									
LP	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AVG.
1		4.16 e-1	7.66 e-1	9.71 e-1	1	1	1	1	1	1	9.06 e-1
2		6.91 e-1	8.27 e-1	8.47 e-1	8.68 e-1	9.35 e-1	1	1	1	1	9.08 e-1
3		5.90 e-1	8.13 e-1	8.73 e-1	8.82 e-1	9.24 e-1	9.61 e-1	8.90 e-1	1	1	8.81 e-1
4		7.42 e-1	8.26 e-1	8.84 e-1	9.00 e-1	9.85 e-1	9.00 e-1	9.75 e-1	8.34 e-1	8.07 e-1	8.73 e-1
5		8.78 e-1	9.24 e-1	9.04 e-1	9.63 e-1	8.96 e-1	9.23 e-1	9.74 e-1	8.06 e-1	7.51 e-1	8.91 e-1
6		1	1	1	1	9.43 e-1	9.00 e-1	7.96 e-1	7.95 e-1	6.48 e-1	8.98 e-1
7		1	1	1	1	1	9.70 e-1	8.58 e-1	8.54 e-1	7.31 e-1	9.35 e-1
8		1	1	1	1	9.70 e-1	9.36 e-1	9.00 e-1	8.14 e-1	5.68 e-1	9.10 e-1
9		1	1	1	1	1	1	1	8.62 e-1	7.50 e-1	9.57 e-1
AVG.		8.13 e-1	9.06 e-1	9.42 e-1	9.57 e-1	9.61 e-1	9.54 e-1	9.33 e-1	8.85 e-1	8.06 e-1	-

با توجه به نتایج و همانطور که انتظار می‌رفت، بطور میانگین با افزایش دستمزد در انواع مختلف سطوح بهره‌وری نیروی کار، احتمال اینکه بهره‌وری در سطوح پایین باقی‌ماند در حال افزایش است. این نتیجه به معنی کاهش بهره‌وری نیروی کار می‌باشد. ولی همانطور که مشاهده می‌شود در سطوح بالای بهره‌وری کار با افزایش حقوق و دستمزد، احتمال باقی ماندن بهره‌وری کار در سطوح بالایی در حال کاهش است که به معنی افزایش بهره‌وری کار می‌باشد. لذا در رابطه با افزایش بهره‌وری نیروی کار با تغییرات

حقوق و دستمزد، همان‌طور که قبلاً نیز بدان اشاره شد، نمی‌توان به طور قطعی گفت که در تمام حالات با افزایش دستمزد، بهره‌وری نیروی کار افزایش می‌یابد زیرا طبق نتایج به دست آمده، افزایش دستمزد در برخی موارد نه تنها باعث افزایش بهره‌وری کار نمی‌شود، حتی ممکن است که منجر به کاهش آن نیز گردد. همچنین باید به این نکته نیز توجه داشت که تا یک حد و سقف معینی می‌توان با افزایش حقوق و دستمزد کارکنان به بهره‌وری کار بالاتری دست یافت که این امر کاملاً طبیعی و واضح می‌باشد.

#### ۴-۵. تاثیر ارزش افزوده بر روی میزان دستمزد

حال به سراغ تنها متغیری که به صورت مستقیم بر روی دستمزد تاثیر دارد رفته و رفتار دستمزد را در قبال تغییر ارزش افزوده بررسی می‌کنیم. برای این منظور نتایج به دست آمده به شرح جدول ۷ می‌باشد.

جدول ۷. نتایج به دست آمده از یادگیری پارامتری شبکه بیزی برای دستمزد و ارزش افزوده

		P(Dastmozd  VA)									
D	V	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AVG.
1		2.72 e-1	1.21 e-1	8.20 e-2	4.94 e-2	4.60 e-2	3.27 e-2	4.87 e-2	2.87 e-2	1.14 e-2	7.69 e-2
2		1.93 e-1	2.07 e-1	1.63 e-1	1.29 e-1	9.87 e-2	8.73 e-2	8.40 e-2	7.27 e-2	4.67 e-2	1.20 e-1
3		1.60 e-1	1.63 e-1	1.46 e-1	1.38 e-1	1.32 e-1	1.04 e-1	1.03 e-1	8.07 e-2	4.07 e-2	1.19 e-1
4		1.27 e-1	1.42 e-1	1.49 e-1	1.41 e-1	1.47 e-1	1.21 e-1	1.01 e-1	8.00 e-2	4.54 e-2	1.17 e-1
5		7.28 e-2	1.30 e-1	1.42 e-1	1.37 e-1	1.37 e-1	1.35 e-1	9.67 e-2	1.03 e-1	6.40 e-2	1.13 e-1
6		6.47 e-2	1.05 e-1	1.21 e-1	1.47 e-1	1.29 e-1	1.37 e-1	1.37 e-1	1.25 e-1	7.40 e-2	1.16 e-1
7		4.28 e-2	8.13 e-2	9.87 e-2	1.19 e-1	1.29 e-1	1.45 e-1	1.49 e-1	1.55 e-1	1.00 e-1	1.13 e-1
8		4.51 e-2	3.74 e-2	7.40 e-2	9.93 e-2	1.26 e-1	1.52 e-1	1.70 e-1	1.61 e-1	1.55 e-1	1.13 e-1
9		2.20 e-2	1.27 e-2	2.40 e-2	4.00 e-2	5.54 e-2	8.60 e-2	1.11 e-1	1.95 e-1	4.63 e-1	1.12 e-1
AVG.		1.11 e-1	1.11 e-1	1.11 e-1	1.11 e-1	1.11 e-1	1.11 e-1	1.11 e-1	1.11 e-1	1.11 e-1	-

همان‌طور که در سطر اول جدول ۷ مشاهده می‌شود، با افزایش ارزش افزوده، احتمال اینکه دستمزد در سطح یک باقی بماند رو به کاهش است و این یعنی احتمال اینکه دستمزد

در سطوح دیگر قرار گیرد بیشتر می‌شود. به بیان دقیق‌تر با افزایش ارزش افزوده، دستمزد کارکنان افزایش می‌یابد. در سطر دوم نیز با کمی اغماض می‌توان گفت که به طور کلی با افزایش ارزش افزوده احتمال قرار گرفتن دستمزد در سطح دوم نیز کاهش می‌یابد که به معنی افزایش دستمزد می‌باشد. این روال در سطر سوم نیز به همین شکل است ولی در سه سطر میانی با یک به هم ریختگی در مورد احتمال ثبات دستمزد مواجه هستیم تا در سه سطر آخر دوباره این به هم ریختگی مرتب شده و بر عکس سه سطر اول، با افزایش ارزش افزوده احتمال اینکه دستمزد در سطح خود باقی بماند رو به افزایش است و این یعنی با افزایش ارزش افزوده احتمال اینکه دستمزد در سطوح دیگر قرار گیرند کاهش می‌یابد.

نتیجه‌ی کلی که با توجه به جدول فوق و میانگین‌های به دست آمده می‌توان عنوان کرد این است که در هنگامی که ارزش افزوده در سطوح پایین خود قرار دارد، مدیران دستمزد کارکنان را پایین نگه داشته و با افزایش ارزش افزوده، به کارکنان دستمزد بیشتری تعلق می‌گیرد. بنابر این ارزش افزوده تاثیر مثبت و مستقیمی بر روی دستمزد کارکنان دارد. البته باید گفت که در سطر میانگین، به علت تاثیر بسیار اندک ارزش افزوده این اعداد مساوی به دست آمده‌اند.

#### **۵-۵. تاثیر ارزش سوخت مصرف شده و آب و برق خریداری شده بر روی موجودی کل اموال سرمایه‌ای بنگاه**

یکی دیگر از روابط مهمی که در شبکه بیزی به دست آمده از شکل ۴-۱ قابل استنباط است، ارتباط مستقیمی است که ارزش سوخت مصرفی بر روی سرمایه بنگاه می‌گذارد. نتایج به دست آمده از یادگیری پارامتری شبکه بیزی برای این رابطه به شرح جدول ۸ می‌باشد.

جدول ۸. نتایج به دست آمده از یادگیری پارامتری شبکه بیزی برای سرمایه و ارزش مصرف سوخت

		P(Sarmaye-pc  Sookht.R)									
S	S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	AVG.
1		3.32 e-5	4.95 e-5	7.35 e-5	1.07 e-4	1.61 e-4	2.62 e-4	3.98 e-4	1.23 e-3	9.09 e-3	1.27 e-3
2		4.33 e-5	2.72 e-5	3.65 e-5	4.27 e-5	5.49 e-5	8.26 e-5	1.64 e-4	3.98 e-4	1.96 e-3	3.12 e-4
3		6.94 e-5	3.26 e-5	3.51 e-5	3.95 e-5	4.90 e-5	6.49 e-5	1.03 e-4	2.17 e-4	9.90 e-4	1.78 e-4
4		1.23 e-4	3.79 e-5	3.90 e-5	5.00 e-5	4.31 e-5	4.25 e-5	7.19 e-5	1.31 e-4	4.33 e-4	1.08 e-4
5		1.75 e-4	6.13 e-5	4.46 e-5	4.22 e-5	4.29 e-5	4.71 e-5	4.88 e-5	7.51 e-5	2.77 e-4	9.04 e-5
6		3.56 e-4	9.08 e-5	5.78 e-5	4.69 e-5	4.88 e-5	4.00 e-5	4.05 e-5	5.00 e-5	1.35 e-4	9.62 e-5
7		9.90 e-4	1.72 e-4	9.42 e-5	5.55 e-5	5.43 e-5	4.10 e-5	3.18 e-5	3.62 e-5	7.81 e-5	1.73 e-4
8		9.90 e-04	4.15 e-04	2.22 e-04	1.26 e-04	5.98 e-05	5.29 e-05	3.48 e-05	2.37 e-05	3.61 e-05	2.18 e-4
9		2.44 e-3	1.96 e-3	1.41 e-3	9.01 e-4	3.21 e-4	1.85 e-4	7.81 e-5	3.18 e-5	1.06 e-5	8.15 e-4
AVG.		5.80 e-4	3.16 e-4	2.24 e-4	1.57 e-4	9.28 e-5	9.09 e-5	1.08 e-4	2.44 e-4	1.45 e-3	-

با توجه به نتایج، می توان گفت که با افزایش ارزش سوخت، احتمال اینکه سرمایه در سطوح پایین (سطوحی ۱ تا ۳) باقی بماند در حال افزایش است. به بیان دیگر هرچه قدر ارزش سوخت بالا برود، احتمال اینکه سرمایه بنگاه در سطوح بالاتر قرار گیرد کاهش می یابد، این بدین معنی است که با افزایش ارزش سوخت مصرف شده و آب و برق خریداری شده، ارزش سرمایه کاهش می یابد.

همان طور که در سطوح آخر (سطوحی ۷ تا ۹) نیز مشاهده می شود، با افزایش ارزش سوخت احتمال اینکه ارزش سرمایه در سطوح بالا قرار گیرد در حال کاهش است. به بیان دقیق تر با افزایش ارزش سوخت احتمال باقی ماندن بنگاه ها در سطوح بالای سرمایه کاهش می یابد و این همان نتیجه ی گفته شده مبنی بر اینکه با افزایش ارزش سوخت ارزش سرمایه کاهش می یابد، است.

از طرف دیگر با ثابت نگهداشتن ارزش سوخت مصرفی در سطوح پایین (ستون های ۱ تا ۳)، احتمال اینکه بنگاه ها در سطوح بالای سرمایه قرار گیرند رو به افزایش است. و دقیقا



بر عکس آن در سطوح بالای ارزش سوخت (ستون‌های ۷ تا ۹) اتفاق می‌افتد؛ یعنی با ثابت نگهداشتن ارزش سوخت مصرفی در سطوح بالا، احتمال اینکه بنگاه‌ها در سطوح بالای سرمایه قرار گیرند رو به کاهش است.

روابط به دست آمده همگی نشان‌دهنده‌ی این موضوع است که با افزایش ارزش سوخت مصرفی با کاهش ارزش سرمایه مواجه هستیم. این نتیجه خود باید مدیران را بر آن دارد که در استفاده از مصرف سوخت بنگاه تا جای ممکن صرفه جویی کرده و با این کار سرمایه بنگاه را در راه‌های بهبود بهره‌وری و کارایی بکار برند.

### ۶-۵. دیگر نتایج

از دیگر نتایجی که با توجه به شکل ۲ می‌توان بدان‌ها اشاره کرد تاثیر مقدار فروش بر روی مقدار تولید بنگاه می‌باشد. ویژگی مقدار فروش کل از لحاظ ارتباطی بر روی میزان تولید کل به صورت مستقیم اثر می‌گذارد. این ارتباط مستقیم به این معنی است که میزان فروش محصولات بنگاه تعیین کننده میزان تولید کل بنگاه می‌باشد و به بیان دیگر میزان تولید، تابعی از میزان فروش محصولات است.

با توجه به ارتباط بین دستمزد و محل کار نیروی کار (ویژگی آدرس)، مدیران نباید بی‌مهابا برای غلبه بر هزینه‌های فرصت‌های ترک شغل به افزایش دستمزد کارکنان پردازند. زیرا دستمزد بالای نیروی کار علاوه بر افزایش سطح توقعات کارکنان منجر به تورم نیز خواهد شد زیرا افراد پول بیشتری در اختیار دارند و قادر به صرف کردن پول بیشتری هستند که این امر خود موجب افزایش قیمت‌ها می‌شود.

نکته‌ی دیگری که با توجه به شبکه به دست آمده و ارتباط بین مدرک کارکنان و پرداختی‌هایی که بنگاه بابت هزینه‌های آموزشی می‌پردازد، باید مورد توجه مدیران قرار گیرد این است که بنگاه‌ها می‌توانند برای کارکنان جدیدی که استخدام می‌کنند و یا کارکنانی را که می‌خواهند برای بخش تحقیق و توسعه پرورش دهند، کلاس‌های آموزشی دائر کنند. این خدمات آموزشی گرچه در ابتدای امر هزینه بر می‌باشد ولی به عنوان یک برنامه‌ریزی استراتژیک در بلندمدت منجر به سود آوری و کارایی بیشتر خواهد شد. از

آنجایی که این خدمات آموزشی همان‌طور که در شبکه‌ی بیزی به دست‌آمده نیز قابل مشاهده است ارتباط مستقیمی با هزینه‌های بخش تحقیق و توسعه دارد، هر چقدر در بخش خدمات آموزشی هزینه شود، از آن طرف از هزینه‌های کنترل و نظارت بر بخش تحقیق و توسعه کاسته می‌شود. البته عکس این قضیه نیز می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌ها و یا کاهش کارایی بیانجامد و با هزینه نکردن برای بخش آموزش، در آینده منجر به افزایش هزینه‌ها در بخش‌های مختلف بنگاه من جمله بخش تحقیق و توسعه شود. همچنین همان‌طور که در شبکه‌ی بیزی به دست‌آمده نیز مشاهده می‌شود، این خدمات آموزشی می‌تواند در نهایت منجر به افزایش صادرات خدمات صنعتی بنگاه به خارج از کشور شود.

## ۶. بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های به دست آمده، می‌توان با درجه‌ای از اطمینان گفت که برنامه ریزی برای طرح‌های انگیزشی مالی و غیر مالی می‌تواند تاثیر مثبتی در کارکرد نیروهای کار داشته باشد که به تبع آن بهره‌وری کار افزایش خواهد یافت. در حقیقت، هنگامی که کارمندان رضایت شغلی داشته باشند، به طور کلی سازمان در کاهش غیبت کارکنان و ضایعات موفق خواهد بود.

اگر چه صاحب‌نظران بر این عقیده می‌باشند که عوامل انگیزشی برای کارکنان عمدتاً بر روی مسائل مادی (حقوق و دستمزد) متمرکز است اما همان‌طور که در نتایج نیز شاهد آن بودیم عوامل انگیزشی غیر مادی نیز در جایگاه خود از عوامل موثر دیگری هستند که حائز اهمیت می‌باشند و می‌توان در پژوهش‌های آینده به بررسی این عوامل و تاثیر آنها بر روی حقوق و دستمزد پرداخت. البته در این راستا می‌توان عوامل سیاسی، فرهنگی، اجتماعی را از یکدیگر متمایز کرد. عوامل انگیزشی غیر مادی که می‌توانند مورد بررسی قرار گیرند شامل ارتقاء، تشویق، تشکر و قدردانی از پرسنل و غیره می‌باشد.

از طرف دیگر سیستم حقوق و دستمزد یکی از پدیده‌های اجتماعی است که از درون اجتماع و ارزش‌های موجود در آن سرچشمه می‌گیرد، لذا بدون در نظر گرفتن اجتماع و عوامل فعال در آن نمی‌توان آن را مورد بررسی قرار داد. در پژوهش پیش رو تمرکز ما بیشتر بر روی عواملی بود که از داخل بنگاه‌های اقتصادی نشأت می‌گرفتند. اما در تحقیقات آتی می‌توان با در نظر گرفتن عوامل اقتصادی، فرهنگی، سیاسی و دیگر عوامل به بررسی عوامل تاثیرگذار بر روی حقوق و دستمزد و همچنین بهره‌وری پرداخت.

از آنجایی که شبکه‌های بیزی با توجه به اطلاعات قبلی سیستم، با روش احتمالات شرطی به مدل‌سازی می‌پردازد، دارای خاصیت پیش‌گویی برای داده‌های مشاهده نشده را دارند. این نکته زمانی حائز اهمیت است که مدیران ارشد با داشتن اطلاعاتی در مورد بازار بخواهند در مورد قراردادهای مالی کارکنان تصمیم‌گیری کنند به طوریکه علاوه بر راضی نگه‌داشتن کارکنان، منجر به افزایش بهره‌وری نیز شوند. از طرف دیگر این شبکه‌ها قادرند به راحتی مجموعه داده‌های ناقص را پردازش کرده و روابط علی بین آنها را به دست آورند. لذا، توصیه می‌شود که برای پایگاه داده‌هایی با حجم زیادی از داده‌ها (حتی زمانی که اطلاعات کامل در دست نباشد)، از این شبکه‌ها به عنوان مدل مناسبی برای بیان اطلاعات استفاده شود. از دیگر ویژگی‌های شبکه‌ی بیزی می‌توان به کشف روابط غیر خطی بین متغیرها و قدرت تولید دانش قابل توجه در حوزه‌ی مساله زمانی که داده‌ها کمیاب می‌باشند نیز اشاره کرد.

در تحقیق پیش رو به کشف و بررسی روابط علت و معلولی بین بهره‌وری نیروی کار و حقوق و دستمزد، پرداخته شده است. ولی از آنجایی که بهره‌وری کل عوامل و دیگر شاخص‌های بهره‌وری نیز از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشند، لذا به عنوان پیشنهاد برای کارهای آینده می‌توان انواع شاخص‌های بهره‌وری اعم از بهره‌وری انرژی، بهره‌وری سرمایه، بهره‌وری اطلاعات و دیگر شاخص‌های بهره‌وری را مورد بررسی قرار داد و به کشف عوامل موثر بر روی آنها پرداخت. همچنین می‌توان به کشف و بررسی روابط علت و معلولی بر روی متغیرهای حقوق و دستمزد و بهره‌وری در کارگاه‌های صنعتی به تفکیک صنایع و یا به تفکیک استان‌های مختلف پرداخت.

## منابع

- ازوجی، علاءالدین؛ امینی، علیرضا (۱۳۸۷)؛ "تحلیل و بررسی رابطه دستمزد و بهره‌وری نیروی کار در صنایع ایران: یک مدل خود همبسته با وقفه‌های توزیعی"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال دوازدهم، شماره ۳۷، صفحات ۹۷-۷۳.
- اسکندری، مجتبی؛ عابدی، علی نقی (۱۳۸۸)؛ "بررسی عوامل مرتبط با حفظ و نگه داری کارکنان در نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران"، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی دانشگاه جامع امام حسین (ع)، سال اول، شماره ۲، صفحات ۱۲۵-۱۰۷.
- اسلامی، ایمان؛ مهربانی، علی اکبر؛ زهتاییان، غلامرضا؛ قربانی، مهدی (۱۳۹۰)؛ "برآورد تابع تقاضای آب کشاورزی باغات انار روستای چرخاب یزد"، نشریه مرتع و آبخیزداری، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۶، شماره ۱.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، حسابهای ملی ایران سال ۱۳۹۲.
- بیگی‌نیا، عبدالرضا؛ نوروزی سپیده، علی؛ عزیزی شریف، ابوالفضل (۱۳۹۲)؛ "شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر بهبود کارآیی نیروی انسانی"، دومین همایش ملی علوم مدیریت نوین، استان گلستان، گرگان، ۲۳۲۲-۱۱۵۱.
- رنگریز، حسن؛ نازگل، عظیمی (۱۳۸۵)؛ "منابع انسانی در هزاره سوم"، موسسه چاپ و نشر بازرگانی، تهران، چاپ اول، صفحه ۱۴-۱۵.
- سالم، علی اصغر (۱۳۹۲)؛ "مستندات کارگاه آشنایی با اطلاعات طرح کارگاه‌های صنعتی"، دانشگاه علوم اقتصادی، دانشکده مدیریت، تهران.
- سوری، علی (۱۳۸۵)؛ "تفاوت دستمزدهای دولتی و خصوصی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی بر مبنای نظریه دستمزدکارایی"، مجله تحقیقات اقتصادی، دانشگاه تهران، ۱۳۱، صفحات ۱۴۹-۷۵.
- سوری، علی (۱۳۹۰). "منابع تفاوت بین صنعتی دستمزدها در صنایع بزرگ ایران"، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی سال پنجم، شماره ۲ صفحات ۲۷ تا ۴۹.
- سوری، علی؛ ابراهیمی، محسن؛ حسینی‌دوست، احسان (۱۳۸۷). "رابطه بهره‌وری و دستمزد، با تاکید بر تحصیلات نیروی کار (مطالعه موردی صنعت ایران)"، پژوهشنامه اقتصادی، سال دهم، شماره سوم، صفحات ۳۲۹-۳۱۱.

ارزیابی روابط بین شاخص‌های بهره‌وری نیروی انسانی و دستمزد، در... □ ۱۴۵

- صمدی، حاجیه (۱۳۸۳). "بررسی رابطه بین دستمزد و بهره‌وری نیروی کار در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران طی سالهای ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- طاهری، عبدالله (۱۳۸۲). "تحلیل مزد و بهره‌وری در صنایع ایران"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی، شماره ۱۷، صفحات ۱۴۶-۱۲۵.
- قادری، کاوه؛ قادرزاده، سید کریم؛ قادری، صلاح الدین (۱۳۹۰). "بررسی تاثیر حقوق و دستمزد پرداختی به کارگران بر روی تولید در کارگاههای صنعتی"، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، نوآودری و تولید ملی، استان کردستان، صفحات ۲۷۵-۲۶۶.
- کازرونی، سیدعلیرضا؛ سجودی، سکینه (۱۳۸۵). "نقش بهره‌وری در تعیین سطح دستمزد نیروی کار در بخش صنعت ایران (۱۳۸۲-۱۳۷۶) رهیافت داده‌های تلفیقی"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۷۶، صفحات ۱۸۷-۱۶۹.
- کازرونی، سیدعلیرضا؛ محمدی، علیرضا (۱۳۸۶). "بررسی رابطه بین بهره‌وری و دستمزد در بخش صنعتی ایران"، فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال نهم، شماره ۳۱، صفحات ۱۵۰-۱۲۱.
- گودرزی، مسعود؛ عطایی، مرتضی (۱۳۸۸). "رابطه دستمزد و بهره‌وری نیروی انسانی دانشگاه"، فصلنامه تازه‌های روان‌شناسی صنعتی، سازمانی، سال نخست، شماره ۱.
- منکیو، گریگوری (۱۳۸۷). "نظریه اقتصاد خرد"، ترجمه حمید رضا ارباب، نشر نی، تهران، چاپ اول، صفحات ۵۳-۵۰.
- "نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی بالای ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران" (۱۳۸۶) و ۱۳۹۲. قابل دسترسی در <http://ww.amar.org.ir>.

- Ben-Gal, I.; F. Faltin; R. Kenett (2007). "Encyclopedia of Statistics in Quality and Reliability Bayesian Networks", Wiley and Sons, 557-567.
- Chatterji, M.; Mumford; Peter N; Smith (2007). "The public-private Sector gender wage differential: evidence from matched employee-workplace data", Working paper IZA.
- Disney R. (2007). "Public-private sector wage differentials around the world: methods and evidence", presented at center for markets and public organization/office of Manpower Economics conference: issues in Public Sector Pay, London, 14<sup>th</sup> September.

- Marjit, S.; Kar, S.(2007). "Labor Productivity, Growth, Informal Wage and Capital Mobility: A General Equilibrium Analysis", Cornell- Michigan Conference on Labor Market in Developing and Transition Economies, Paper Series Number 54.
- Nayak, Satya Ranjan; Patra, Sudhakar (2013). "Wage-Labour Productivity Relationship in Manufacturing Sector of Odisha: An Observed Analysis", International Journal of Engineering Science Invention, Volume 2 Issue 3, 8-11, 2319 – 6726.
- Ours, Jan C.; Stoeldraijer, Lenny (2010); "Age, Wage and Productivity", CATEGORY 4: LABOUR MARKETS, CESIFO WORKING PAPER NO. 2965.
- Patra, Sudhakar; Nayak, Satya Ranjan (2012). "A Theoretical Study on the Relationship between Wages and Labor Productivity in Industries ", Int. J. Eco. Res., 157 - 163, 2229-6158
- Ramoni-Perazzi, J.; Andes, U. J. ; (2006). "Wage differentials between the public and the private sector: how comparable are the workers?", Journal of Business & Economics Research, 4(5): 43-57.
- S.Knotek, Edward; Zaman, Saeed (2014); "On the Relationships between Wages, Prices, and Economic Activity", ECONOMIC COMMENTARY, 0428-1276.van
- Talbi, E. G. (2009). "Metaheuristics from Design to Implementation".
- Zhou, Yang (2007). "Structure Learning of Probabilistic Graphical Models: A Comprehensive Survey", Page: 11.