

تحلیل بهره‌وری نیروی کار در تولید گندم آبی ایران: رهیافت داده‌های ترکیبی

بهاره دین‌پژوه، وحیده انصاری، حبیب‌الله سلامی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۰۶

چکیده

دستیابی به امنیت غذایی از طریق افزایش تولید محصول‌های راهبردی (استراتژیک) مانند گندم همواره از اولویتهای سیاست‌گذاران بوده است. بنابراین دولت ضمن پرداخت یارانه زیادی برای این محصول، قیمت آن را نیز تعیین می‌کند. از آنجا که نیروی کار سهم زیادی در تولید محصول‌های کشاورزی از جمله گندم دارد، رشد بهره‌وری نیروی کار می‌تواند در جهت افزایش بهره‌وری کل عوامل و کاهش قیمت تمام شده گندم مؤثر باشد. لذا، هدف اصلی این تحقیق تحلیل بهره‌وری نیروی کار در تولید گندم آبی در استان‌های کشور طی دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۸ می‌باشد. برای دستیابی به هدف، بهره‌وری جزئی نیروی کار در تولید گندم در استان‌های کشور اندازه‌گیری شد و از روش تحلیل رگرسیون مبتنی بر تحلیل داده‌های ترکیبی برای تعیین عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار استفاده شد. نتایج نشان داد استان‌های کرمانشاه و خوزستان بیشترین بهره‌وری نیروی کار و استان‌های یزد و خراسان جنوبی کمترین بهره‌وری نیروی کار را در میان تمام استان‌ها داشته‌اند. بنابر آزمون‌های اقتصادسنجی بهترین الگوی منطبق بر داده‌های ترکیبی، الگوی اثرات ثابت با وجود متغیرهای مجازی مکان و دو متغیر شیب می‌باشد. براساس نتایج، متغیرهای درصد استفاده از بذر اصلاح شده، درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی، بارندگی سالیانه، شمار دور آبیاری در منطقه‌های خوزستان و ساحلی خزر اثر مثبت و معنادار و متغیر نهاده واسطه (شامل سم و کود) اثر منفی و معنادار بر بهره‌وری نیروی کار در تولید گندم آبی داشته‌اند. بر این مبنای، برای افزایش بهره‌وری نیروی کار در تولید گندم آبی پیشنهاد می‌شود سطح مکانیزاسیون، استفاده از بذرهای اصلاح شده و همچنین سرمایه‌گذاری در سامانه‌های نوین آبیاری افزایش یابد.

طبقه‌بندی JEL: Q1, Q18, D24, C19

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری جزئی، نیروی کار، داده‌های ترکیبی، گندم آبی، ایران

^۱ به ترتیب: دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، استادیار (نویسنده مسئول) و استاد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

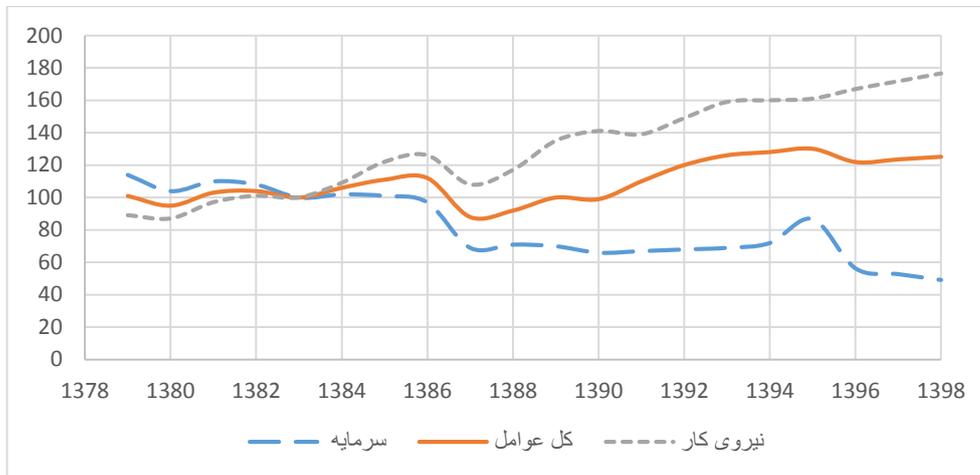
مقدمه

بخش کشاورزی منبع اصلی تأمین نیازهای غذایی جامعه‌های بشری بوده و اهمیت زیادی در برنامه‌ریزی‌های بیشتر عامل‌های توسعه اقتصادی دارد. توسعه اقتصادی این بخش مستلزم افزایش تولید محصول‌های راهبردی (استراتژیک) است. افزایش تولید در بخش کشاورزی از دو طریق به کارگیری بیشتر عامل‌های تولید در چهارچوب فناوری (تکنولوژی) معین و استفاده بهینه از عامل‌های تولید موجود یا به عبارتی افزایش بهره‌وری امکان‌پذیر است. از آنجا که کمیابی منابع از جمله زمین و آب در این بخش مشهود است، رشد تولید از روش اول مقدور نبوده و لذا افزایش بهره‌وری تنها راهکار حل این مسئله است (Salami, 1997).

برای دستیابی به هدف‌های افزایش بهره‌وری کل در بخش کشاورزی بایستی سه بعد اصلی بهره‌وری شامل بهره‌وری سرمایه، بهره‌وری نیروی انسانی و بهره‌وری منابع طبیعی (مانند آب و زمین) در این بخش مورد توجه قرار گیرد. با افزایش بهره‌وری عامل‌ها و نهاده‌های یادشده، بهره‌وری کل عوامل نیز افزایش می‌یابد. در این بین، نیروی انسانی به دلیل داشتن ویژگی‌های خاصی مانند درک و شعور، نسبت به دیگر نهاده‌ها، اهمیت ویژه‌ای دارد. نیروی کار توانمند می‌تواند در جهت استفاده‌ی بهینه از نهاده‌های تولیدی مؤثر واقع شود و بنابراین می‌توان با به کارگیری نیروی انسانی با کیفیت و کارا به سطح بالاتری از رشد دست یافت (Salimova et al., 2022). همچنین از آنجایی که کشاورزی در ایران به طور عمده درجه مکانیزاسیون بالایی نداشته و نیروی کار سهم زیادی در تولید این بخش دارد (Ansari et al., 2019)، بنابراین رشد بهره‌وری نیروی کار می‌تواند در جهت کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره‌وری دیگر عامل‌ها به ویژه زمین و آب نیز مؤثر باشد. بنابراین ضرورت دارد که بهره‌وری نیروی کار در بخش کشاورزی به عنوان یکی از عامل‌های اصلی رشد مورد توجه ویژه قرار گیرد.

در نمودار (۱) شاخص بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و کل عامل‌های تولید در بخش کشاورزی در بازه زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۸ آمده است. بنابر این نمودار بهره‌وری نیروی کار در بخش کشاورزی بیشتر از بهره‌وری سرمایه بوده و روند افزایشی داشته است و با توجه به روند افزایشی بهره‌وری کل عامل‌های و همانند آن به روند افزایش بهره‌وری نیروی کار می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که بهره‌وری کل عامل‌های تولید بیشتر متأثر از بهره‌وری نیروی کار بوده است. این امر تأییدی بر نقش قابل توجه نیروی کار نسبت به دیگر عامل‌های تولید در بهره‌وری کل بخش کشاورزی می‌باشد.

تحلیل بهره‌وری نیروی کار...۷۵



نمودار (۱) شاخص بهره‌وری عوامل‌های تولید بخش کشاورزی به سال پایه ۱۳۸۳

Chart (1) Productivity index of production factors in the agricultural sector with the base year of 2004

منبع: اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران (۱۳۹۷-۱۴۰۱)

Source: Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture of Iran (2018-2022)

گندم از جمله مهم و عمده‌ترین منابع‌های تغذیه و خوراک اصلی مردم ایران بوده و به دلیل کشت فراوان آن و سازگاری این محصول با شرایط گوناگون آب و هوایی، مهم‌ترین گیاه زراعی کشور به شمار می‌آید. بر اساس آمارنامه‌های سازمان خواربار کشاورزی (فائو)^۱، مصرف سرانه این محصول در ایران بیش از ۲/۵ برابر میانگین مصرف سرانه جهانی است. مصرف سرانه بالا و اهمیت این محصول در سبد غذایی مصرف‌کننده موجب شده است تا تأمین این کالای راهبردی (استراتژیک) به یکی از مهم‌ترین اهداف اقتصادی تبدیل شود. همچنین بر مبنای آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، از تولید ۲۰ میلیون تن غلات در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰، سهم گندم از تولید و سطح زیرکشت به ترتیب ۷۱ و ۶۵ درصد بوده که ۶۴ درصد آن کشت آبی و مابقی آن کشت دیم بوده است. با این حال در این سال زراعی، تولید گندم آبی در حدود دو برابر گندم دیم بوده و مقدار تولید گندم آبی ۶۳ درصد کل تولید گندم را تشکیل می‌دهد. مطالب بالا نشان از اهمیت تولید گندم به ویژه به صورت آبی در کشور ایران در راستای تأمین امنیت غذایی و خودکفایی در تولید این کالای راهبردی دارد. از این‌رو، دولت نیز یارانه زیادی برای این محصول می‌پردازد. اما همان‌طور که وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۸۶) محدودیت‌هایی که منجر

¹ Food Agricultural Organization (F.A.O)

به کاهش عملکرد دانه و کیفیت آن و پایین آمدن بهره‌وری تولید گندم می‌شود، پایداری تولید گندم را تهدید می‌کند. این محدودیت‌ها شامل پایین بودن کارایی نهاده‌ها، پائین بودن توان بالقوه (پتانسیل) ژنتیکی رقم‌های گندم، محدودیت بذر یا دسترسی نداشتن گندم‌کاران به بذره‌های اصلاح‌شده جدید می‌باشد. همچنین پایین بودن سهم سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی (بر مبنای آمار وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۷)، سهم سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی از کل سرمایه‌گذاری ۳ درصد است)، امکان افزایش سطح مکانیزاسیون و بهبود فناوری‌های تولید با استفاده از نهاده‌های کارا را با محدودیت رو به رو کرده است. این امر می‌تواند تأثیری سوء بر پایداری تولید گندم داشته باشد. مجموعه این عوامل می‌تواند بهره‌وری نیروی کار را نیز به طور منفی تحت تأثیر قرار داده و منجر به کاهش درآمد شاغلان بخش و در نهایت افزایش فقر در میان آنان شود. چنانچه زمینه افزایش بهره‌وری نیروی کار در تولید این محصول فراهم شود، ضمن افزایش تولید و بهره‌وری کل عوامل تولید گندم در جهت تأمین امنیت غذایی، منجر به حمایت از کشاورزان گندم‌کار از نظر امنیت شغلی و درآمدی خواهد شد. لذا پرسش‌های اصلی که این پژوهش با آن رو به رو بوده، آن است که بهره‌وری نیروی کار در تولید گندم در استان‌های مختلف و در طول زمان چه روندی داشته است؟ آیا در استان‌های مختلف با توجه به شرایط مختلف تفاوتی میان بهره‌وری نیروی کار وجود دارد؟ چه عواملی باعث این تغییرها شده است؟ کدام عوامل‌ها بیشترین تأثیر را بر بهره‌وری نیروی کار دارد؟ برای پاسخ‌دهی به این پرسش‌ها، این تحقیق بر آن است تا ضمن محاسبه بهره‌وری نیروی کار در تولید گندم به تفکیک استان‌های مختلف، عامل‌ها مؤثر بر این بهره‌وری را نیز تعیین نماید. یافته‌های این پژوهش می‌تواند از طریق افزایش بهره‌وری این عامل، در نهایت به کاهش قیمت تمام شده گندم، افزایش درآمد گندم‌کاران و کاهش تنگدستی، جلوگیری از مهاجرت و جذب سرمایه‌گذاران برای سرمایه‌گذاری در این بخش منجر شود. اما از آنجا که تولید گندم آبی در حدود دو برابر تولید گندم دیم بوده، همچنین با توجه با اینکه کشت گندم دیم و مقدار تولید آن بیشتر متأثر از تکانه‌های آب و هوایی است و کمتر تحت تأثیر نیروی کار قرار می‌گیرد، این تحقیق بر بهره‌وری نیروی کار در تولید گندم آبی متمرکز شده است.

با توجه به اهمیت بهره‌وری در رشد اقتصادی، تحقیقات مختلفی در خارج و داخل کشور در این زمینه صورت گرفته است، بعضی از این مطالعات به اندازه‌گیری بهره‌وری‌های کلی و جزئی و تحلیل روند آن پرداخته و برخی دیگر علاوه بر محاسبه بهره‌وری، عامل‌های مؤثر بر آن را نیز

تحلیل بهره‌وری نیروی کار... ۷۷

تعیین کرده‌اند. در این بین، شمار کمی از مطالعات به تحلیل بهره‌وری نیروی کار و عامل‌های مؤثر بر آن پرداخته‌اند. در میان تحقیقات خارجی (Coelli & Prasada Rao (2003) به بررسی سطح‌ها و روند بهره‌وری بخش کشاورزی با استفاده از شاخص مال‌کوئیست در ۹۳ کشور پرداخته‌اند. بر مبنای نتایج، به طور میانگین سیر نزولی بهره‌وری کل عامل‌های تولید مشاهده شده است. (Van Der Eng (2009) رشد بهره‌وری کل عامل‌های تولید اقتصاد را برای سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۷ در اندونزی با استفاده از تابع کاب داگلاس تخمین زده است. نتایج این تحقیق نشان داد که رشد سالیانه بهره‌وری کل عامل‌های تولید ۱/۲- درصد بوده است. Kurosaki (2011) با برآورد تابع کاب داگلاس با استفاده از داده‌های سری زمانی اثر سرمایه‌ی انسانی روی بهره‌وری در فعالیت‌های کشاورزی و غیر کشاورزی در روستاهای ایالت پنجاب پاکستان را بررسی و ارزیابی و به این نتیجه رسید که آموزش بیشتر اعضای خانواده در فعالیت‌های غیر کشاورزی می‌تواند منجر به رشد اقتصادی کشور شود. Martino (2015) نیز در پژوهشی پویایی بهره‌وری نیروی کار را در ۱۲۶۳ منطقه اقتصادی از اتحادیه اروپا در سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۹۱، با استفاده از روش رگرسیون خطی استاندارد^۱ و با در نظر گرفتن متغیرهایی از جمله ارزش افزوده‌ی ناخالص و میزان استخدام، بررسی کردند. نتایج پژوهش نشان داد، روند مشخصی از همگرایی نا مشروط^۲ برای خدمات بازرگانی و مالی وجود دارد. در پژوهشی دیگر، Giannakis & Bruggeman (2018) با استفاده از رگرسیون لاجیت چندسطحی به بررسی بهره‌وری نیروی کار شش نظام (سیستم) اصلی کشاورزی در منطقه‌های اروپایی پرداخته و به این نتیجه رسیدند که با افزایش هر تن در هکتار در فرسایش خاک، میزان بهره‌وری نیروی کار ۲۸٪ کاهش می‌یابد. افزون بر این، تأثیر مثبت تولید ناخالص داخلی و تأثیر منفی سرانه جمعیت بر بهره‌وری نیروی کار در این بررسی و ارزیابی‌ها تأیید شد و در آخر تأثیر مثبت تحصیلات بر بهره‌وری نیروی کار دلالت بر این داشت که سرمایه‌گذاری در طرح‌های آموزشی کشاورزی می‌تواند باعث افزایش فناوری جدید شود. در میان تحقیقات داخلی (Akbari & Rsnjkesh (2003) از طریق برآورد تابع تولید، نرخ رشد بهره‌وری کل را طی دوره زمانی ۱۳۷۵-۱۳۴۵ در بخش کشاورزی محاسبه و نشان دادند که این نرخ دارای نوسان زیادی است. (Alvanchi & Sabouhi (2007) نیز در تحقیقی با عنوان رشد بهره‌وری در تولید گندم به محاسبه‌ی رشد بهره‌وری کل این محصول با استفاده از شاخص ترنکوئیست طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۶۰ پرداختند. نتایج نشان داد که رشد

1 Standard linear regression

2 unconditional convergence

بهره‌وری طی این دوره منفی بود که نشان‌دهنده‌ی رشد بیشتر نهاده‌ها نسبت به محصول می‌باشد. (Tahamipour et al. (2012) به محاسبه‌ی نرخ رشد بهره‌وری کل عامل‌های تولید ارقام مختلف برنج برای همه‌ی استان‌ها طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۷۹ پرداختند. برای این منظور از روش ناپارامتریک تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص بهره‌وری مال‌م‌کوئیس استفاده شده است. نتایج نشان داد که میانگین رشد بهره‌وری کل عامل‌های تولید برای همه‌ی رقم‌های برنج مثبت و میزان رشد بهره‌وری هم مثبت بوده و وضعیت آن در کشور بهبود یافته است. (Teymouri & Mousavi (2017) به بررسی عوامل موثر بر بهره‌وری نیروی انسانی در تولید انگور در شهرستان ممسنی استان فارس با استفاده از مدل رگرسیون چندمتغیره کاب داگلاس پرداخته‌اند. بر مبنای نتایج این بررسی، اندازه باغ‌های انگور، عضویت در شرکت تعاونی، شرکت در برنامه‌های آموزشی ترویجی و سکونت انگورکار در روستا بر بهره‌وری نیروی انسانی اثر مثبت و معناداری داشته و متغیرهایی مانند سطح تحصیلات سرپرست خانوار، تجربه و کل دارایی انگورکار بر بهره‌وری نیروی انسانی تاثیر منفی و معنی‌داری دارند.

با مرور نتایج به دست آمده از پژوهش‌های بالا، دیده می‌شود که در بخش کشاورزی در بیشتر بررسی و ارزیابی‌ها، بهره‌وری کلی عامل‌های تولید اندازه‌گیری شده و در برخی موارد تجزیه شده و عامل‌های مؤثر بر آن تعیین شده است. شمار محدودی از بررسی‌ها به محاسبه بهره‌وری نیروی کار و عامل‌های مؤثر بر آن در بخش کشاورزی پرداخته‌اند. در مورد محصول گندم به عنوان یک محصول راهبردی نیز بنا بر نتایج بررسی‌های انجام شده، تاکنون ارزیابی جامعی به برآورد بهره‌وری نیروی کار و عامل‌های مؤثر بر آن نپرداخته است و تنها بهره‌وری کل عامل‌های مؤثر در تولید این محصول تجزیه و تحلیل شده است. در این تحقیق، بهره‌وری نهاده کار در تولید گندم آبی به تفکیک استان‌ها محاسبه شده و عامل‌های مؤثر بر آن تعیین شود. لذا نتایج این تحقیق می‌تواند تکمیل‌کننده بررسی و ارزیابی‌های انجام شده در زمینه بهره‌وری گندم باشد.

روش تحقیق

در اقتصاد "نسبت ستانده به نهاده‌های به کار گرفته شده برای تولید آن ستانده" به عنوان یک تعریف کلی و کاربردی برای بهره‌وری پذیرفته شده است (Ansari et al., 2020). در ادبیات اقتصادی سه نوع بهره‌وری تعریف شده است: بهره‌وری جزئی، بهره‌وری کلی و بهره‌وری چندعاملی. بهره‌وری جزئی به عنوان ستانده به دست آمده از یک واحد نهاده معین در هر زمان

تحلیل بهره‌وری نیروی کار... ۷۹

تعریف می‌شود (Salami, 1997). برای مثال مقدار محصول به ازای هر ساعت نیروی کار یا هر نفر روز نیروی کار، بهره‌وری نیروی کار نامیده می‌شود. از دیدگاه اقتصاد تولید این بهره‌وری همان تولید متوسط^۱ (AP) نهاده مربوطه در یک زمان معین در چارچوب فناوری موجود در آن مقطع زمانی می‌باشد. بهره‌وری کلی نیز نسبت کل مقدار محصول تولید شده به نهاده تجمیع شده می‌باشد که از شاخص‌های مقداری برای جمع‌بندی نهاده‌ها استفاده می‌شود. این شاخص تأثیر مشترک و همزمان همه نهاده‌ها و منابع در ارتباط با تولید محصول به دست آمده را اندازه‌گیری می‌کند. همچنین در محاسبه بهره‌وری چند عاملی به جای همه عامل‌های در مخرج کسر، تنها چند عامل از همه عامل‌های تولید قرار می‌گیرد.

تحلیل شاخص بهره‌وری جزئی به تنهایی می‌تواند گمراه‌کننده باشد. همان‌گونه که *Brendt* (1991) در نتایج بررسی‌های خود بیان می‌کند، افزایش بهره‌وری یک عامل خاص همیشه به معنی دستیابی به یک موقعیت بهتر نیست. به عبارت دیگر، ممکن است این افزایش به معنی کاهش مصرف آن نهاده باشد که به واسطه جایگزینی نهاده دیگر در فرآیند تولید حاصل شده است. بنابراین افزایش یا کاهش بهره‌وری نیروی کار نیز ممکن است در حقیقت نتیجه افزایش یا کاهش سرمایه به کار برده شده باشد. پس تجزیه و تحلیل بهره‌وری جزئی باید با دقت بیشتری انجام شود و عامل‌های موثر بر آن (در این تحقیق بهره‌وری نیروی کار) به دقت شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل می‌شود.

بنابر نتایج بررسی و ارزیابی *Susilo*(2013) عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار در دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند. گروه اول عامل جذابیت بخش و گروه دوم ویژگی‌های فردی است که هر کدام از موارد یاد شده، زیربخش‌های چندی را شامل می‌شوند. به بیان *Tymouri & Mousavi*(2017)، از جمله گزینه‌هایی که در بررسی عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار استفاده شوند، می‌توان ویژگی‌های فردی مانند تحصیلات، تجربه، سن، دارایی فرد، شرکت در برنامه‌های آموزشی و ترویجی را نام برد. بنابر نتایج پژوهش *Desai*(2012) عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار در سطح کلان و خرد قابل ارزیابی هستند که از جمله عامل‌های مشترک در این سطح‌ها که تأثیر منفی بر بهره‌وری نیروی کار دارد می‌توان به در دسترس نبودن مواد اولیه، نبود مهارت لازم، کمبود تجهیزات، آموزش نامناسب، مدیریت و رهبری ضعیف، کمبود

1 Average product

منبع‌های مالکان، میزان استفاده از نهاده‌های دیگر و آب و هوای نامناسب (گرما، باران و غیره) اشاره کرد.

با توجه به مطالب یاد شده و پیشینه‌ی بررسی‌های انجام شده، عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار شامل عامل‌های کمی و کیفی مربوط به ویژگی‌های فردی نیروی کار و فناوری تولید هستند. از آنجا که بیشتر ارزیابی‌ها، بهره‌وری نیروی کار را در سطح کشتزار یا واحد تولیدی محاسبه کرده‌اند، و از طریق پرسشنامه، داده‌های مورد نظر برای محاسبه بهره‌وری گردآوری شده، عامل‌های مربوط به ویژگی‌های فردی در این ارزیابی‌ها بیشتر توجه شده است. اما در این تحقیق که عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار در سطح کلان (کشوری) بررسی و ارزیابی شود، تأکید بر فناوری تولید است. یکی از راه‌های بیان فناوری تولید، تابع تولید است. اگر تابع تولید محصول Q به صورت زیر نشان داده شود:

$$Q = f(x_1, x_2, \dots, x_n, \text{Tech}, R) \quad (1)$$

که در آن X_j ($j=1, 2, \dots, n$) مقدار نهاده‌های تولید، متغیر Tech نمایانگر سطح فناوری مورد استفاده (برای مثال سطح مکانیزاسیون، استفاده از سامانه آبیاری تحت فشار یا استفاده از بذرها (اصلاح شده) و R ، منطقه تولید است. بهره‌وری جزئی یا بهره‌وری عامل مشخص تولید^۱ (FSP) مربوط به نهاده j ام که همان تولید میانگین آن است برابر است با:

$$FSP_j = \frac{Q}{X_j} = \frac{1}{X_j} f(x_1, x_2, \dots, x_n, \text{Tech}, R) \quad (2)$$

بنابراین بهره‌وری جزئی عامل‌های تولید نیز تابعی از همان متغیرهای تابع تولید است. لذا عامل‌های مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار هم شامل سطح مصرف نهاده‌ها، سطح فناوری و منطقه تولید می‌باشد.

همان‌طور که در مقدمه بیان شد، این تحقیق به دنبال یافتن پاسخ مناسبی برای پرسش‌هایی مانند، آیا تفاوتی میان بهره‌وری نیروی کار در زمان و مکان‌های مختلف وجود دارد؟ آیا تأثیرگذاری متغیرها بر بهره‌وری کار در استان‌ها و زمان‌های مختلف یکسان است؟، می‌باشد. برای پاسخ به پرسش‌های مطرح شده نیاز به برآورد الگویی برابر رابطه (۳) می‌باشد که در آن، متغیرها در زمان‌ها و مکان‌های مختلف متمایز شده باشند.

$$Y_{it} = \beta_{it} + \beta_{1it}X_{1it} + \beta_{2it}X_{2it} + \dots + \beta_{nit}X_{nit} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

تحلیل بهره‌وری نیروی کار... ۸۱

در این الگو i بیانگر مکان و t بیانگر زمان می‌باشد و بنابراین Y_{it} نشان‌دهنده‌ی بهره‌وری نیروی کار در مکان i و زمان t است. X_j ($j=1, 2, \dots, n$) نمایانگر متغیرهای تاثیرگذار بر بهره‌وری نیروی کار است. البته این متغیرها می‌توانند به صورت‌های مختلف خطی یا غیرخطی وارد الگو شوند. برای پاسخ به پرسش اول نیاز به معرفی و محاسبه‌ی عرض از مبدا \square_{it} و همچنین برای پاسخ به پرسش دوم، میزان β_{nit} باید محاسبه شوند. در ادبیات اقتصادسنجی، الگویی با شرایط رابطه (۳) را الگوی داده‌های ترکیبی می‌نامند که به الگوی اجزاء خطا نیز مشهور است. رابطه (۳) را می‌توان به صورت رابطه (۴) بسط داد (Yafi, 2003):

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k B_j X_{jit} + \sum_{p=1}^s \gamma_p Z_{pi} + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

در رابطه ی بالا، Y نشان‌دهنده‌ی متغیر وابسته، X متغیرهای توضیحی مشاهده شده و Z نشان‌دهنده‌ی متغیرهای توضیحی غیرقابل مشاهده اثرگذار بر متغیر وابسته برای هر مقطع است که برای توضیح بهتر، این دسته از متغیرها از مقادیر اجزاء خطا جدا شده‌اند. i نشان‌دهنده‌ی مقاطع یا واحدهای مشاهده شده، t نشان‌دهنده‌ی دوره زمانی و j و p نشان‌دهنده‌ی متغیرهای مشاهده شده و مشاهده نشده در الگو است که تعداد آنها به ترتیب برابر k و s و β_0 نشان‌دهنده‌ی عرض از مبدأ است. نماد ε_{it} نشانگر خطای برآورد داده‌های ترکیبی است که همه‌ی شرایط مربوط به جمله‌ی خطا تحت فرضیه‌های گوس-مارکوف^۱ را داراست. δ_t نشان‌دهنده‌ی جمله روند است که تغییرپذیری جمله‌ی ثابت در طول زمان را نشان می‌دهد. از آنجا که میزان متغیرهای بردار z ، قابل اندازه‌گیری نیستند، می‌توان مجموع همه‌ی آنها را به صورت یک متغیر a_i نشان داد که در این صورت رابطه (۴) را می‌توان به صورت رابطه (۵) بازنویسی کرد (Yafi, 2003):

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k B_j X_{jit} + a_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

که در آن

$$a_i = \sum_{p=1}^s \gamma_p Z_{pi} \quad (6)$$

1 Gauss- Markov

α_i مجموع همه‌ی متغیرهای اثرگذار بر متغیر مورد بررسی است که قابل اندازه‌گیری نیستند. در این الگو، α_i اثرهای ثابت گروهی را نشان می‌دهد که در طول زمان برای هر گروه، ثابت است. δ_t اثرات ثابت زمانی را نشان می‌دهد که در طول زمان تغییر می‌کند ولی برای همه‌ی گروه‌ها یکسان است. بنابراین، همان‌طور که α_i تفاوت‌های فردی را نشان می‌دهد، δ_t نیز تفاوت‌های زمانی را نشان می‌دهد. لذا δ_t بیانگر آن است که آیا در طول زمان، عامل‌هایی وجود دارند که به طور متوسط موجب تغییر ویژگی‌های فردی شده باشد (Souri, 2012). حال اگر ضریب‌های اثرهای مقطعی و زمانی معنی‌دار نشود، می‌توان همه‌ی داده‌ها را با یکدیگر ترکیب کرد و به وسیله رگرسیون حداقل مربعات معمولی برآورد کرد (Yafi, 2003). در غیر این صورت، برای برآورد الگو، دو حالت، الگو با اثرهای ثابت و تصادفی پیش روی محقق قرار می‌گیرد.

الگوی اثرهای ثابت می‌تواند یک‌طرفه یا دوطرفه باشد. اگر هر دو بعد زمان و مکان در الگو در نظر گرفته شود، الگو دو طرفه و اگر تنها یکی از این دو بعد در نظر گرفته شود، الگو یک‌طرفه است. بنابراین الگوی اثرهای ثابت یک‌طرفه می‌تواند دو حالت داشته باشد: حالت اول تنها بعد مکان و حالت دوم تنها بعد زمان را شامل می‌شود. در حالت اول که بعد مکان در نظر گرفته می‌شود، شیب رگرسیون در هر مقطع ثابت بوده و جمله ثابت از مقطعی به مقطع دیگر متفاوت است. هرچند اثر زمانی معنی‌دار نیست، اما اختلاف معنی‌داری میان مقاطع‌ها وجود دارد و ضریب‌های مقطع‌ها با زمان تغییر نمی‌کند. در الگوی اثر ثابت دو طرفه نیز شیب توابع در هر مقطع ثابت است، اما جمله ثابت (عرض از مبدا) هم با زمان و هم با مقطع تغییر می‌کند. اما اگر بر خلاف الگوی با اثرهای ثابت، عرض از مبداها در هر یک از مقاطع‌ها میزان ثابتی نباشند، بلکه به صورت تصادفی انتخاب شوند و همچنین مستقل از متغیرهای توضیحی باشند، به این معنی که بین متغیر توضیحی و خطاها همبستگی وجود نداشته باشد، آنگاه الگو با اثرهای تصادفی خواهد بود. در چنین حالتی، اگر فرض کنیم که تفاوت گروهی ناشی از عامل‌های تصادفی است، آنگاه $\gamma_p Z_{it}$ را می‌توان تصادفی فرض کرد. برای هر متغیر تصادفی می‌توان رابطه زیر را نوشت:

$$\gamma_p Z_{it} = E(\gamma_p Z_{it}) + u_i \quad (7)$$

اگر متغیرها به صورت تصادفی انتخاب شده باشند و بین متغیرهای توضیحی و خطاها همبستگی وجود نداشته باشد، می‌توان برای رسیدن به برآوردهای کارا و سازگار از روش اثرهای تصادفی استفاده کرد. شکل کلی الگوی اثرهای تصادفی به صورت زیر است (Souri, 2012):

تحلیل بهره‌وری نیروی کار... ۸۳

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k B_j X_{jit} + \gamma_p Z_{it} + e_{it} + u_{it} \quad (۸)$$

در رابطه فوق مقدار e_{it} برابر است با جمله‌ی خطای هر مشاهده و u_{it} اثر تصادفی مربوط به هر مقطع بوده و $e_{it} + u_{it}$ خطای کل با شرط $\text{COV}(e_{it}, u_{it}) = 0$ برای همه آنها در زمان t است. در الگوهای اثر تصادفی، برآوردهای حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS) بهترین برآورد کننده‌های بدون تورش^۲ هستند (Souri, 2012). اما پیش از برآورد الگوها، لازم است آزمون وابستگی مقطعی انجام شده و آن‌گاه بر مبنای آن، آزمون مانایی و هم‌انباشتگی در داده‌های ترکیبی (پانل) انجام گیرد تا رگرسیون برآورد شده کاذب نباشد. سپس باید آزمون‌هایی انجام شود که بر مبنای آن بتوان تصمیم گرفت که کدام یک از سه الگوی اثرهای ثابت، اثرهای تصادفی و الگوی تجمیعی، الگوی مناسب و همخوان بر داده‌های ترکیبی مورد استفاده می‌باشد. در نهایت الگوی انتخاب شده باید از نظر نبود واریانس ناهمسانی و خودهمبستگی آزمون شود. برای تشخیص وابستگی مقطعی بین داده‌ها از آزمون CD پسران (Pesaran, 2004) استفاده می‌شود. در صورت نبود وابستگی مقطعی، برای آزمون مانایی در الگوهای ترکیبی از آزمون‌های ریشه واحد داده‌های ترکیبی که توسط (Kovah(1992 & 1994) و (Breyton(1994) پایه‌ریزی شده و توسط (Lin, Levin & chow(1992 & 2002) و (Im, Pesaran & Shin(1997 & 2003) کامل شد، استفاده شود. هدف از انجام آزمون پایایی، اطمینان از نبود رگرسیون کاذب می‌باشد (Mahdavi, 2016). برای انجام آزمون همجمعی داده‌های ترکیبی نیز، آزمون (Pederoni(2004) پس از برآورد رابطه بلند مدت بین متغیرها، مانند آنچه که در مورد دوره‌های زمانی و داده‌های مقطعی انجام شده، استفاده شود. همچنین برای آزمون الگوی اثرهای ثابت فردی و زمانی در برابر الگوی تجمیعی از آزمون F لیمر یا چاو برابر رابطه (۹) استفاده شود.

$$F - \text{Limer} = \text{Chow} = \frac{(R_{UR}^2 - R_R^2) / m}{(1 - R_{UR}^2) / (N - K)} \quad (۹)$$

که R_R^2 ضریب تعیین در الگو مقید (الگوی (۶) که در آن اثرهای زمانی δ_t یا مکانی a_i یا هر دو حذف شده است)، R_{UR}^2 ضریب تعیین در الگو نامقید (رابطه (۶)، N شمار کل مشاهده‌ها، K نشاندهنده‌ی شمار پارامترها در الگوی نامقید و m بیانگر شمار محدودیت‌های خطی است. بزرگ بودن F به این معنا است که اثرهای ثابت معنادار بوده و a_i ها یکسان نیستند. به عبارت

1 General Least Square

2 Best Liner Unbiased Estimators

دیگر، تفاوت‌های فردی یا گروهی، معنادار است. این آماره دارای توزیع F با $N-K$ درجه‌ی آزادی است (Pillai N, 2017).

گام مهم بعدی برای تعیین الگوی مناسب برای برآورد داده‌های ترکیبی، آزمون الگوی اثرهای ثابت در مقابل الگوی اثرهای تصادفی می‌باشد. رایج‌ترین آزمون برای تعیین نوع الگوی داده‌های ترکیبی، آزمون هاسمن است. در صورتی که بر مبنای نتایج آزمون F لیمر (چاو) برای هر یک از فرضیه‌ها، استفاده از روش داده‌های ترکیبی تأیید شود، به منظور اینکه مشخص شود کدام روش (اثرهای ثابت و یا اثرهای تصادفی) برای برآورد مناسب‌تر است، از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. آزمون هاسمن بر پایه‌ی بودن یا نبودن ارتباط بین خطای رگرسیون برآورد شده و متغیرهای مستقل مدل استوار است. اگر چنین ارتباطی وجود داشته باشد، الگوی اثر ثابت و اگر وجود نداشته باشد، الگوی اثر تصادفی کاربرد خواهد داشت. بنابراین فرضیه H_0 نشان دهنده نبود ارتباط بین متغیرهای مستقل و خطای برآورد و فرضیه H_1 نشان دهنده وجود ارتباط است (Mohammadzadeh et al., 2010). آماره‌ی این آزمون دارای توزیع کای دو با درجه‌ی آزادی تعداد متغیرهای مستقل الگو است. همچنین اگر واریانس اثرهای مقطعی در مدل اثر تصادفی ناچیز باشد، می‌توان از روش تلفیق کل داده‌ها و استفاده از برآورد حداقل مربعات معمولی برای برآورد رابطه‌های بین متغیرها استفاده کرد. بر این مبنای تعیین الگوی اثر تصادفی در مقابل الگوی تجمیعی از آزمون ضریب لاگرانژ بروش-پاگان (LM ، بروش-پاگان^۱) مطابق رابطه (۱۰) استفاده می‌شود. در این آزمون فرضیه‌ی صفر به این معناست که اثرهای تصادفی وجود ندارد.

$$LM = \frac{nT}{2(T-1)} \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\sum_{t=1}^T \hat{\epsilon}_{it})^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \hat{\epsilon}_{it}^2} \right) \quad (10)$$

در این رابطه n ، شمار مقطع‌ها، T ، شمار مشاهده‌ها (طول دوره زمانی) در هر مقطع و ϵ_{it} میزان جمله‌های پسماند الگو می‌باشد. در داده‌های ترکیبی نیز مانند داده‌های دوره زمانی می‌توان بحث‌های مربوط به ناهمسانی واریانس بین جمله‌های خطا و همچنین خودهمبستگی را مطرح کرد. در صورتی که در الگوهای ترکیبی شمار واحدهای مقطعی از دوره زمانی بیشتر باشد، می‌توان انتظار داشت که جزء اخلاص دارای ناهمسانی واریانس باشد (Mohammadzadeh et al., 2010). دو نوع آزمون برای واریانس ناهمسانی در داده‌های ترکیبی وجود دارد. آزمون والد

تحلیل بهره‌وری نیروی کار... ۸۵

تعدیل شده که برای مدل اثرهای ثابت کاربرد دارد و آزمون نسبت راستنمایی که مبنای نتایج مدل مقید (همسانی واریانس) و مدل غیر مقید (ناهمسانی واریانس) صورت می‌گیرد. لازم به یادآوری است که فرضیه صفر در هر دو آزمون مبتنی بر همسانی واریانس‌ها و فرضیه مقابل بیانگر ناهمسانی واریانس است (Feyzpour et al., 2014). برای بررسی خودهمبستگی در داده‌های ترکیبی نیز Wooldridge (2002) آزمون خودهمبستگی ساده‌ای را پیشنهاد می‌کند که در آن جمله‌های خطا از فرایند خودرگرسیون مرتبه اول $AR(1)$ پیروی می‌کنند. فرضیه صفر در آزمون وولدریج، نبود خودهمبستگی مرتبه اول در جمله‌های خطای الگو می‌باشد که در صورت رد آن، مدل برآورد شده دارای خودهمبستگی مرتبه اول خواهد بود.

جامعه آماری و داده‌ها

در این تحقیق، عامل‌های موثر بر بهره‌وری نیروی کار در استان‌ها بررسی شود، اما با توجه به اینکه در همه‌ی استان‌ها به جز استان گیلان، گندم آبی کشت می‌شود و در این حالت شمار مقطع‌ها در الگو پانل زیاد (۳۰ مقطع) بوده در حالی که دوره مورد بررسی ۲۰ سال (سال‌های زاعی ۱۳۷۹-۱۳۹۸) است. به دلیل وجود مسئله‌های اقتصادسنجی، نتایج مطلوبی در جهت رسیدن به هدف‌های تحقیق حاصل نخواهد شد. برای رفع این مشکل و کاهش شمار مقطع‌ها، ویژگی‌های اقلیمی- کشاورزی منطقه‌های مختلف کشور مبنای جمعی‌سازی قرار گرفته تا اختلاف‌های بین منطقه‌ای مختلف به لحاظ هر دو عامل اقلیم و وضعیت تولید در الگو لحاظ شود. برای این منظور از نظام پهنه‌بندی زراعی بوم‌شناختی (اکولوژیکی) فائو استفاده شده است. بر مبنای این نظام، کشور ایران به ۱۰ پهنه زراعی بوم‌شناختی (اکولوژیکی) مطابق جدول (۱) تقسیم می‌شود. آمار و اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه بهره‌وری نیروی کار شامل عملکرد گندم آبی و مقدار مصرف نهاده نیروی کار در هکتار می‌باشد. آمار و داده‌های مورد نیاز برای بررسی عامل‌های موثر بر بهره‌وری نیروی کار نیز شامل داده‌های مربوط به مقدار مصرف نهاده‌های مختلف از جمله سطح زیرکشت، بذر، سم، کود شیمیایی، ساعت کار ماشین‌ها و ادوات کشاورزی و شمار دور آبیاری در هر استان است. جدول ۲ واحد متغیرها و چگونگی دسترسی به آمار مربوطه را نشان می‌دهد. همه‌ی متغیرهای معرفی شده در این جدول، در آغاز برای ۳۰ استان زیرکشت، این متغیرها برای ۱۰ منطقه بر مبنای پهنه‌بندی فائو محاسبه و در الگوهای اقتصادسنجی به کار گرفته شد.

جدول (۱) پهنه‌بندی زراعی - بوم‌شناختی ایران

Table (1) Agricultural-Ecological zoning of Iran.

استان‌ها The provinces	پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی Agro-ecological zone
اردبیل، آذربایجان‌های غربی و شرقی، زنجان، کردستان Ardabil, West and East Azerbaijan, Zanjan, Kurdistan	شمال غرب North West
گیلان، گلستان، مازندران Gilan, Golestan, Mazandaran	ساحلی خزر Caspian coast
همدان، ایلام، کرمانشاه، لرستان Hamadan, Ilam, Kermanshah, Lorestan	زاگرس مرکزی Central Zagros
مرکزی، قزوین، قم، سمنان، تهران Markazi, Qazvin, Qom, Semnan, Tehran	مرکزی Central
خراسان جنوبی، رضوی، شمالی South Khorasan, Razavi, North	خراسان Khorasan
اصفهان، یزد Isfahan, Yazd	مرکزی خشک Central dry
خوزستان Khuzestan	خوزستان Khuzestan
کهگیلویه و بویراحمد، فارس، چهارمحال و بختیاری Kohgiluyeh and Boyerahmad, Fars, Chaharmahal and Bakhtiari	زاگرس جنوبی South Zagros
جیرفت، کرمان، سیستان و بلوچستان Jiroft, Kerman, Sistan and Baluchistan	جنوبی خشک South dry
بوشهر، هرمزگان Bushehr, Hormozgan	ساحلی جنوب south coast

منبع: (FAO, 2005)

جدول (۲) متغیرهای الگو و منبع‌های گردآوری داده‌ها

Table (2) Model variables and data collection sources related to these variables

منبع refrence	واحد unit	متغیر variable
آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی Statistics of the Ministry of Agricultural Jihad (MJA)	تن در هکتار Ton per Hec	عملکرد گندم آبی Irrigated wheat yield
جدول شماره ۷ بانک هزینه تولید وزارت جهاد کشاورزی Table No. 7 of the production cost bank of MJA	نفر-روز-کار person-days	مقدار مصرف نهاده نیروی کار Consumption of labor input
آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی Statistics of the Ministry of Agricultural Jihad (MJA)	تن ton	مقدار تولید محصول گندم آبی Production amount of wheat
جدول ۶/۱ بانک اطلاعات هزینه جهاد کشاورزی Table No. 6.1 of the production cost bank of MJA	کیلوگرم kg	مقدار مصرف نهاده بذر Consumption of seed input
دستاوردهای تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال Research achievements of Seed and Plant Improvement Institute	درصد Percent	درصد استفاده از بذر اصلاح شده Percentage usage of modified seed

تحلیل بهره وری نیروی کار... ۸۷

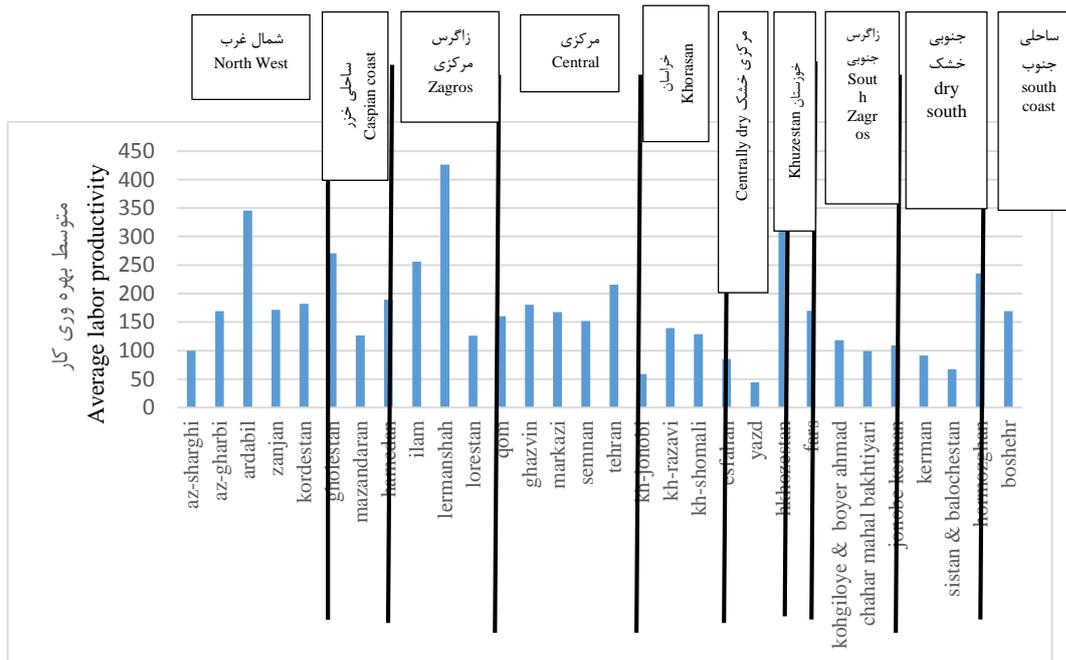
ادامه جدول (۲) متغیرهای الگو و منبع‌های گردآوری داده‌ها

Table (2) Model variables and data collection sources related to these variables

منبع refrence	واحد unit	متغیر variable
جدول ۶/۱ بانک اطلاعات هزینه وزارت جهاد کشاورزی Table No. 6.1 of the production cost bank of MJA	لیتر Liter	مقدار مصرف سم‌ها Consumption of poisons
جدول ۶/۲ بانک اطلاعات هزینه وزارت جهاد کشاورزی Table No. 6.2 of the production cost bank of MJA	کیلوگرم kg	مقدار مصرف نهاده کودهای شیمیایی Consumption of chemical fertilizers
جدول ۸/۱ و ۸/۲ بانک اطلاعات هزینه وزارت جهاد کشاورزی Table No. 8.1 & 8.2 of the production cost bank of MJA	درصد Percent	درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی Percentage usage of machinery
گزارش‌های منتشر نشده وزارت جهاد کشاورزی Unpublished reports of MJA	ساعت در هکتار hours per hectare	ساعت استفاده از نهاده ماشین Mashin usage hours
پرسشنامه‌های خام وزارت جهاد کشاورزی The raw questionnaires of agricultural jihad	تعداد Number	شمار دور آبیاری Number of irrigation rounds
آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی Statistics of the Ministry of MJA	هکتار hectares	سطح زیر کشت Area under cultivation
پهنه‌بندی زراعی و بوم‌شناختی ایران در فائو Agricultural zoning of Iran in FAO	- -	منطقه Area
سازمان هواشناسی کشور National Meteorological Organization	سلسیوس Celsius	دما Temperature
سازمان هواشناسی کشور National Meteorological Organization	میلی متر mm	بارندگی Rainfall

نتایج و بحث

بهره‌وری نیروی کار در بازه زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۸ برای استان‌های مختلف با استفاده از رابطه (۲) محاسبه و میانگین آن در نمودار (۲) آمده است. بر مبنای این نمودار، استان کرمانشاه بیشترین میزان بهره‌وری نیروی کار را دارد. دلیل آن این است که در این سال‌ها به طور میانگین عملکرد در هکتار این استان پس از استان تهران در بالاترین سطح نسبت به دیگر استان‌ها بوده است. همچنین میزان مصرف نهاده‌ی نیروی کار در هکتار این استان نسبت به همه‌ی استان‌ها غیر از خوزستان و اردبیل، پایین‌تر است. استان خوزستان در دومین رتبه از نظر بهره‌وری نیروی کار قرار دارد. دلیل این امر آن است که با اختلاف زیاد، کمترین مصرف نهاده‌ی نیروی کار در هکتار در این استان دیده می‌شود. استان یزد پایین‌ترین بهره‌وری نیروی کار را در بین استان‌ها داشته که دلیل اصلی آن را می‌توان بیشترین استفاده از نهاده‌ی نیروی کار در میان همه استان‌های کشور دانست.

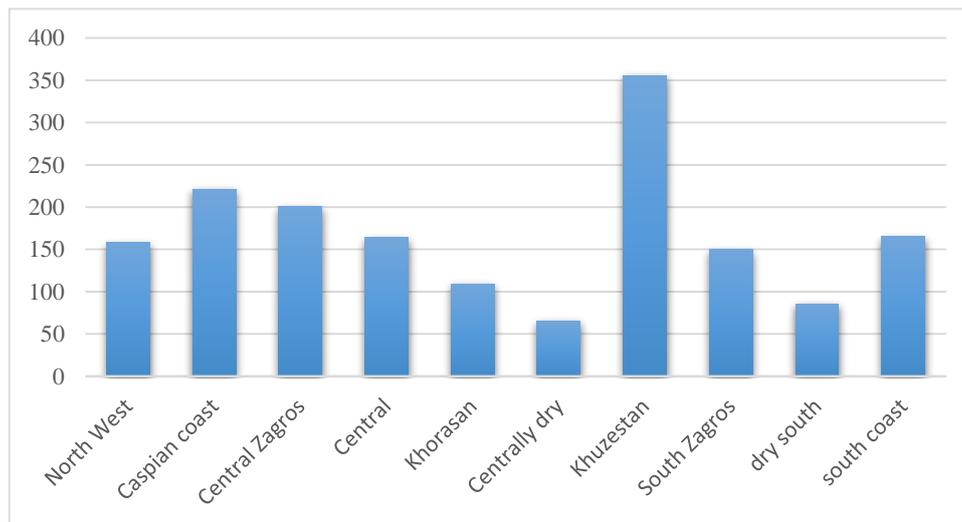


نمودار (۲) میانگین بهره‌وری کار در استان‌های کشور طی ۹۸-۱۳۷۹- کیلوگرم به ازای هر نفر روزکار

Chart (2) Average labor productivity in the provinces of Iran over 2000-2019 kg per person per day

تحلیل بهره‌وری نیروی کار...۸۹

در نمودار (۳) بهره‌وری متوسط کار در منطقه‌های دهگانه طی دوره ۹۸-۱۳۷۹ آمده است. بر مبنای این نمودار، بیشترین بهره‌وری نیروی کار متعلق به منطقه خوزستان بوده و پس از آن منطقه ساحلی خزر و زاگرس مرکزی در رتبه دوم و سوم قرار دارند. از آنجا که در محاسبه بهره‌وری نیروی کار منطقه‌های، میانگین وزنی بهره‌وری استان‌ها با وزن سطح زیر کشت محاسبه شده است و سطح زیر کشت گندم آبی در مازندران نسبت به دیگر استان‌ها بسیار کمتر است، بهره‌وری کم نیروی کار در این استان نتوانسته منجر به کاهش قابل توجه بهره‌وری منطقه ساحلی خزر شود و در نتیجه، بهره‌وری نیروی کار در این منطقه بر منطقه زاگرس مرکزی پیشی گرفته است. کمترین میزان بهره‌وری نیروی کار نیز در منطقه مرکزی خشک است. پس از این منطقه، پهنه‌ی جنوبی خشک شامل دو استان کرمان و سیستان و بلوچستان کم‌ترین بهره‌وری نیروی کار را دارد.



نمودار (۳) میانگین بهره‌وری نیروی کار در ده منطقه بر مبنای پهنه‌بندی فائو طی ۱۳۷۹-۱۳۹۸- کیلوگرم به ازای هر نفر روزکار

Chart (3) Average labor productivity in ten regions based on FAO zoning over 2000-2019- kg per person per day

پس از محاسبه بهره‌وری، به برآورد الگوهای مختلف برای تحلیل آماری در مورد تأثیر نهاده‌های تولید و عامل‌های دیگر از جمله سال و منطقه تولید و همچنین شرایط اقلیمی مانند دما و بارش بر بهره‌وری نیروی کار پرداخته شده است. آماره‌های توصیفی همه متغیرهای الگو شامل میانگین، کمینه و بیشینه مقدار و انحراف معیار در جدول (۱) پیوست نشان داده شده است. نتایج آزمون

CD پسران برای تشخیص وابستگی بین مقطع‌ها در جدول (۲) پیوست آورده شده است. با توجه به معنادار نبودن آماره این آزمون که به معنای نبود وابستگی بین مقطع‌ها است، از آزمون‌های لین لوین چو (*LLC*) و ایم، پسران و شین (*IPS*) و *ADF* فیشر برای مانایی متغیرها استفاده شده که نتایج آن‌ها در جداول (۳) و (۴) پیوست قابل مشاهده است. بنابر نتایج آزمون‌های یادشده برای همه‌ی متغیرهای موجود و لگاریتم آنها، سطح احتمال‌ها کمتر از یک درصد و در چند مورد کم‌تر از پنج درصد است و این موضوع دلالت بر رد فرض صفر دارد، یعنی بر مبنای این آزمون‌ها، متغیرهای مستقل و متغیر وابسته در سطح، مانا هستند.

پس از بررسی مانایی متغیرها، الگوهای مختلف خطی و غیرخطی با ورود متغیرهای چندی از جمله توان دوم متغیرها و حاصلضرب متغیرها برآورد شدند. اما به دلیل هم‌خطی بین بسیاری از متغیرها (به عنوان مثال هم‌خطی بین متغیرهای بارش، سطح زیرکشت و درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی و یا هم‌خطی بین متغیرهای بذر، سم و کود)، ورود همه متغیرها در الگو امکان‌پذیر نبوده و در نهایت بسیاری از متغیرها از الگوهای اصلی حذف شدند و متغیرهای سم و کود هم به صورت تجمیعی (با استفاده از شاخص ترنکوئیست تیل) با عنوان نهاده واسطه‌ای وارد الگو شدند. همچنین به دلیل اینکه الگوهایی که با استفاده از لگاریتم متغیرها برآورد شدند، نتایج بهتر و قابل قبول‌تری را ارائه دادند، در همه مرحله‌ها از لگاریتم متغیرها در برآورد الگوها استفاده شد.

همان‌طور که در بخش روش تحقیق بیان شد، الگوهای ترکیبی می‌توانند به صورت تجمیعی، اثرهای ثابت و اثرهای تصادفی به صورت یکطرفه و دوطرفه برآورد شوند. از این‌رو، لازم است با توجه به آزمون‌های معرفی شده، کاراترین الگو از بین الگوهای مختلف بر مبنای داده‌های ترکیبی استفاده شده در این پژوهش انتخاب گردد. در راستای همین موضوع، در آغاز سه الگوی تجمیعی و الگوی اثرات ثابت مکانی و زمانی برآورد شد و با استفاده از آزمون *F* لیمر که نتایج آن در جدول (۳) آمده است، الگوی تجمیعی با دو الگوی مکانی و زمانی مقایسه شد. رد فرضیه صفر در هر دو آزمون گویای آن است که الگوی اثرهای ثابت مکانی و الگوی اثرهای ثابت زمانی، الگوهای کاراتری نسبت به الگوی تجمیعی است. لذا هر دو این اثرهای (مکانی و زمانی) در یک الگو وارد و الگو برآورد شد، اما نتایج نشان داد که به دلیل شمار زیاد متغیرها و بروز پدیده هم‌خطی، ضریب‌های متغیرها تغییر علامت داده به طوری که اثر همه آنها بر بهره‌وری نیروی کار

تحلیل بهره‌وری نیروی کار... ۹۱

منفی می‌شود و لذا این الگو، الگوی مناسبی برای بررسی و تحلیل عامل‌های تأثیرگذار بر بهره‌وری نیروی کار نمی‌باشد. یک روش برای رفع این مسئله آن بود که به جای وارد کردن اثرهای ثابت زمان، متغیر روند زمانی وارد الگو شود. اما برآورد الگو به این روش نیز به دلیل وجود همخطی شدید بین متغیر روند زمانی و درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی میسر نشد. با توجه به این که متغیر درصد استفاده از ماشین‌آلات می‌تواند اثرهای متغیر زمان را نیز منعکس کند، بنابراین الگوی اثرهای ثابت مکانی به عنوان الگوی مناسب تر پذیرفته شد.

جدول (۳) نتایج مقایسه الگوی تجمیعی با الگوی اثرهای ثابت مکانی و زمانی بر مبنای آزمون F لیمر

Table (3) - Results of comparing the pool model with the period and cross-section fixed effects models based on Flimer's test

تعداد محدودیت‌ها No. of Restrictions	درجه آزادی Degree of freedom	سطح معنی‌داری Significance level	آماره محاسباتی Calculated statistics	آماره بحرانی در سطح ۱٪ Critical value (1%)	آماره بحرانی در سطح ۵٪ Critical value (5%)	مقایسه الگوها Comparison of models
9	156	0.00	4.87	2.43	1.88	الگوی تجمیعی و اثرهای ثابت مکانی Pool and cross-section models
16	149	0.06	1.61	2.06	1.67	الگوی تجمیعی و اثرهای ثابت زمانی pool and period models

Source: research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که پیش گفته شد، برای انتخاب بین الگوی اثرهای تصادفی و الگوی اثرهای ثابت، از آزمون هاسمن استفاده شد. نتایج آزمون هاسمن برای مقایسه الگوی اثرهای تصادفی با الگوی اثرهای ثابت مکانی در جدول (۴) ارائه شده است. همان‌طور که در این جدول ملاحظه می‌شود، فرضیه‌ی صفر رد شده و بنابراین، الگوی اثرهای تصادفی در مقابل الگوی اثرهای ثابت مکانی رد می‌شود و لذا الگوی اثرات ثابت مکانی الگوی کاراتری است.

جدول (۴) نتایج مقایسه الگوی اثرهای ثابت مکانی با الگوی اثرهای تصادفی بر مبنای آزمون هاسمن

Table (4) Results of comparing the cross-section fixed effects model with the random effects model based on the Hausman test

آزمون هاسمن Hausman test	آماره محاسباتی Calculated statistic	درجه آزادی Degrees of freedom	آماره بحرانی در سطح ۱٪ Critical statistic (1%)	آماره بحرانی در سطح ۵٪ Critical statistic (5%)
آماره کای‌دو chi-square statistic	26.56	4	0.3	0.00

* معنی‌دار در سطح ۱٪، ** معنی‌دار در سطح ۵٪، *** معنی‌دار در سطح ۱۰٪ منبع: یافته‌های تحقیق

بنابر آنچه بیان شد تا اینجا مقایسه مدل‌های مختلف نشان داد که بین منطقه‌های مختلف تفاوت در بهره‌وری نیروی کار وجود دارد. اما باید به این پرسش نیز پاسخ داده شود که آیا متغیرهای مختلف در منطقه‌های مختلف تأثیر یکسانی بر بهره‌وری نیروی کار دارند یا خیر؟ به عبارت دیگر، آیا افزون بر عرض از مبدأ، شیب خطوط رگرسیون در منطقه‌های مختلف متفاوت است؟ برای پاسخ به این پرسش، باید حاصل ضرب همه متغیرهای موجود در متغیر مجازی همه منطقه‌ها به عنوان متغیرهای شیب در الگوها وارد شده و الگوها برآورد می‌شدند، ولی برای جلوگیری از مسئله همخطی به دلیل وجود متغیرهای مجازی زیاد در الگو، سعی شد که متغیرهای شیبی که می‌تواند در منطقه‌های مختلف متفاوت باشد، شناسایی شوند. متغیر شمار دور آبیاری از جمله متغیرهای مستقلی است که میزان آن به شدت تحت تأثیر منطقه بوده و در منطقه‌های مختلف به دلیل شرایط جوی و اقلیمی متفاوت، می‌تواند از جمله عامل‌های مهم مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار باشد. برآورد الگوهای رگرسیون در هر منطقه به طور جداگانه نیز بیانگر تأثیر مثبت و معنادار متغیر شمار دور آبیاری در تمام مناطق بر عملکرد گندم آبی بوده که نشان از اهمیت این متغیر بر بهره‌وری نیروی کار دارد. ولی به دلیل ایجاد هم‌خطی، امکان ورود متغیر تعداد دور آبیاری در تمام منطقه‌های در الگو وجود نداشت و در نهایت تنها متغیر شمار دور آبیاری در منطقه‌ی خوزستان و منطقه‌ی ساحلی خزر که بیشترین تأثیر را بر بهره‌وری داشتند، به عنوان متغیرهای شیب در الگو وارد شدند. آنگاه در الگوی برآورد شده، ناهمسانی واریانس بین جمله‌ها خطا و خودهمبستگی آزمون شد. نتایج این آزمون‌ها در جدول (۵) آمده است. بر مبنای هر دو آزمون والد و نسبت راستنمایی^۱، فرضیه‌ی صفر یعنی همسانی واریانس رد می‌شود و رگرسیون دارای ناهمسانی واریانس است.

جدول (۵) تشخیص واریانس ناهمسانی بر مبنای آزمون والد تعدیل شده و آزمون نسبت راستنمایی
Table (5) Diagnosis of heteroscedasticity based on Modified-Wald and the Likelihood Ratio tests

سطح معنی داری The significance level	آماره محاسباتی Calculated statistics	آماره statistics
0.00	50.26	آزمون والد تعدیل شده Modified wald test
0.00	30.13	آزمون نسبت راستنمایی Likelihood ratio test

Source: research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

1 Likelihood Ratio

تحلیل بهره وری نیروی کار... ۹۳

برای آزمون خودهمبستگی نیز از آزمون وولدریج استفاده شد و با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۶) مشاهده می‌شود که با توجه به رد فرضیه‌ی صفر، الگو دارای خودهمبستگی است.

جدول (۶) تشخیص خودهمبستگی بر مبنای آزمون وولدریج

Table (6) Diagnosis of autocorrelation based on the Wooldridge test

سطح معنی داری The significance level	آماره محاسباتی Calculated statistics	آماره statistics
0.00	18.36	آزمون وولدریج Wooldridge test

Source: research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به این که الگوی اثرهای ثابت مکانی با دو متغیر شیب دارای خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس است، برای رفع آن از روش برآورد $FGLS^1$ و GLS^2 استفاده شد. نتایج برآورد این الگو در جدول (۷) آمده است. برای تفسیر مناسب تر نتایج برآورد این الگوی نهایی، اثر متغیرهای الگو بر عملکرد هم به طور جداگانه برآورد شده که نتایج آن در جدول (۸) دیده می‌شود.

1 Feasible Generalized least squares

2 Generalized least squares

جدول (۷) نتایج برآورد الگوی اثرهای ثابت مکانی همراه با وجود متغیرهای شیب
Table (7) Results of estimating the cross-section fixed effects model including slope variables

متغیر Variable	ضریب Coefficient	آماره Z z statistic
عرض از مبدا Intercept	-0.78	-1.48
لگاریتم درصد استفاده از بذرهای اصلاح شده Logarithm of the Percentage usage of modified seed	0.18**	2.20
لگاریتم درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی (بهره‌بردار) Logarithm of the Percentage usage of machinery	0.75*	6.35
لگاریتم نهاده واسطه‌ای (سم و کود) Logarithm of Intermediate inputs (poison and fertilizer)	-0.25*	-2.42
لگاریتم بارندگی سالیانه Logarithm of annual rainfall	0.41*	6.45
لگاریتم شمار دور آبیاری در پهنه خوزستان Logarithm of the number of irrigation rounds in Khuzestan region	0.24**	2.30
لگاریتم شمار دور آبیاری در پهنه ساحلی خزر Logarithm of the number of irrigation rounds in the Caspian coast	0.65*	2.55
مقدار ضریب تعیین (R-squared)	0.73	

* معنی‌دار در سطح ۱٪، ** معنی‌دار در سطح ۵٪، *** معنی‌دار در سطح ۱۰٪

Source: research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۸) نتایج برآورد اثر متغیرهای مستقل بر عملکرد گندم آبی
Table (8)- Results of estimating the effect of independent variables on irrigated wheat yield

متغیر Variable	ضریب Coefficient	آماره T t statistic
درصد استفاده از بذرهای اصلاح شده The percentage of use of modified seed	-0.86	-0.20
درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی (بهره‌بردار) The percentage of machinery usage (utilization)	-0.30	-0.54
نهاده واسطه‌ای (سم و کود) intermediate inputs (poisons and fertilizers)	0.21*	6.68
بارندگی سالیانه Annual rainfall	0.71*	2.57
نیروی کار labour force	0.30*	4.22

* معنی‌دار در سطح ۱٪، ** معنی‌دار در سطح ۵٪، *** معنی‌دار در سطح ۱۰٪

Source: research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

تحلیل بهره‌وری نیروی کار... ۹۵

همان‌طور که در جدول (۷) دیده می‌شود، همه‌ی ضریب‌های متغیرهای الگو شامل درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی (درصد بهره‌بردارانی که مراحل مختلف کشت را مکانیزه انجام داده‌اند)، نهاده واسطه‌ای (سم و کود)، بارندگی سالیانه و شمار دور آبیاری در پهنا ساحلی خزر در سطح یک درصد و ضرایب متغیرهای تعداد دور آبیاری در پهنا خوزستان و درصد استفاده از بذرهای اصلاح شده در سطح پنج درصد معنی‌دار است. بر مبنای سطر آخر این جدول، ضریب تعیین در الگوی اثرهای ثابت مکانی ۷۳ درصد بوده که مقدار قابل قبولی می‌باشد. بیشترین تأثیرگذاری مربوط به متغیر درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی بوده، به طوری که افزایش یک درصد در این متغیر، بهره‌وری نیروی کار را ۰/۷۵ درصد افزایش می‌دهد. اما جدول (۸) نشان می‌دهد که این متغیر بر عملکرد تأثیر معنا داری ندارد. بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که اثر متغیر یاد شده بر بهره‌وری نیروی کار بیشتر به دلیل جانشینی بین کار و ماشین‌ها و ادوات کشاورزی و افزایش سطح مکانیزاسیون است. به این صورت که هر چه میزان استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی بیشتر شود، از نهاده‌ی نیروی کار کمتری استفاده شده و در نتیجه، بهره‌وری نیروی کار افزایش می‌یابد. بر مبنای جدول (۷)، پس از متغیر درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی، متغیر بارندگی سالیانه بیشترین اثر را بر بهره‌وری نیروی کار دارد. به گونه‌ای که، یک درصد افزایش در آن، بهره‌وری نیروی کار را ۰/۴۱ درصد افزایش می‌دهد. در جدول (۸) نیز اثر مثبت بارندگی بر عملکرد تأیید شده و لذا افزایش بارندگی به دلیل افزایش عملکرد از یک سو و کاهش استفاده از نیروی کار به دلیل نیاز کمتر به آبیاری از سوی دیگر، موجب افزایش بهره‌وری در کشت گندم آبی می‌شود. بر مبنای جدول (۷)، یک درصد افزایش در متغیر درصد بذرهای اصلاح شده، بهره‌وری نیروی کار ۰/۱۸ درصد افزایش یافته، اما بر مبنای جدول (۸)، این متغیر اثری بر عملکرد ندارد. بنابراین جانشینی بذرهای اصلاح شده و نیروی کار، افزایش بهره‌وری نیروی کار در تولید گندم آبی را در پی داشته است. همان‌طور که جدول (۷) نشان می‌دهد، افزایش یک درصد در مصرف نهاده واسطه‌ای (سم و کود)، بهره‌وری نیروی کار را ۰/۲۵ درصد کاهش می‌دهد. اما طبق رقم‌های جدول (۸)، این متغیر افزایش عملکرد را در پی دارد. این نتیجه بدان معناست که با مصرف بیشتر سم و کود، هم استفاده از نیروی کار و هم عملکرد افزایش می‌یابد ولی افزایش نیروی کار بیشتر از افزایش عملکرد بوده و در نهایت کاهش بهره‌وری نیروی کار را به همراه داشته است. پارامتر برآورد شده مربوط به متغیرهای شمار دور آبیاری در منطقه‌های خوزستان و ساحلی خزر در جدول (۷) نیز

نشان می‌دهد که یک درصد افزایش شمار دور آبیاری در منطقه‌ی خوزستان و ساحلی خزر، بهره‌وری نیروی کار را به ترتیب ۰/۲۴ و ۰/۶۵ درصد در این مناطق افزایش می‌دهد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این تحقیق با هدف بررسی تاثیر عامل‌های مختلف بر بهره‌وری نیروی کار در منطقه‌های مختلف کشور صورت گرفت و با توجه به ماهیت ترکیبی داده‌های استفاده شده برای دستیابی به این هدف، از روش داده‌های ترکیبی استفاده شد. پس از محاسبه بهره‌وری جزئی نیروی کار با برآورد الگوی‌های چندی و نیز انجام آزمون‌های تشخیصی مختلف، الگوی داده‌های ترکیبی با اثرهای ثابت مکانی و دو متغیر شیب به عنوان کاراثرین الگو تشخیص داده شده و بر پایه این الگو تحلیل‌های لازم صورت گرفت.

بنابر نتایج به دست آمده از برآورد الگو، درصد استفاده از ماشین‌ها و ادوات کشاورزی بر بهره‌وری نیروی کار اثر مثبت و معنادار قابل توجهی داشته، اما اثر این متغیر بر عملکرد معنی‌دار نیست. این امر، با توجه به رابطه‌ی جانشینی بین دو نهاده‌ی کار و ماشین‌ها و ادوات کشاورزی، گویای آن است که افزایش بهره‌وری عامل خاص نیروی کار دلالت بر استفاده از نهاده‌ی جانشین آن داشته، در حالی که منجر به بهبود عملکرد نشده است. بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که برخلاف باورهای عمومی، به صرف مکانیزاسیون و استفاده از فناوری‌های جدید ممکن است امری مثبتی تلقی نشده و به افزایش تولید و عملکرد نینجامد، بلکه با جایگزینی آن به جای نیروی کار حتی ممکن است منجر به کاهش اشتغال شده و مسئله بیکاری را دامن بزند. این جانشینی تنها در صورتی مثبت قلمداد شود که منجر به کاهش هزینه‌های تولید شود. لذا توصیه می‌شود که مکانیزه کردن کشت گندم و استفاده از فناوری‌های نوین با بررسی‌های اقتصادی بیشتر و سازگار با فناوری تولید محصول و شرایط اقتصادی و اجتماعی حاکم بر منطقه انجام گیرد تا در راستای افزایش تولید و توسعه پایدار سودمند واقع شود.

نتایج این تحقیق نشان داد که درصد استفاده از بذرهای اصلاح شده اثر مثبت و معناداری بر بهره‌وری نیروی کار در کشت گندم آبی داشته در حالی که اثر معناداری بر عملکرد این محصول نداشته است. این موضوع نیز مانند آنچه در مورد ماشین‌ها و ادوات کشاورزی بیان شد، نشان دهنده جانشینی بین این نهاده‌ها است به این معنی که بذرهای اصلاح شده جانشین نیروی کار شده است. این امر می‌تواند به این مفهوم باشد که هر چه درصد استفاده از بذرهای اصلاح شده بیشتر باشد، به دلیل سازگاری این بذرها با شرایط منطقه، نیروی کار کمتری در مرحله کاشت

تحلیل بهره‌وری نیروی کار... ۹۷

و داشت استفاده می‌شود. گرچه بنابر یافته‌های این تحقیق، استفاده از بذرهای اصلاح شده بهبود عملکرد را در پی نداشته اما اگر هزینه استفاده از این بذرهای کمتر از هزینه نیروی کار مورد نیاز در شرایط در دسترس نبودن این بذرها باشد، می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های تولید شده و امری مثبت تلقی شود. در این صورت، پیش از آغاز تولید محصول گندم آبی نیاز است تا برای استفاده بیشتر از بذرهای اصلاح شده اقدام شود و با توجه به اینکه شرایط جوی منطقه از جمله عامل‌های مهم در انتخاب بذر اصلاح شده است، تاکید می‌شود در هر منطقه از بذرهایی استفاده شود که با شرایط جوی آن پهنه سازگار و مقاوم باشد. برای مثال، در منطقه سرد از بذر پیشگام و الوند، در منطقه‌های گرم از بذر مهرگان و سیروان، در منطقه‌های معتدل، پیشتاز و سیروان و در منطقه‌ی خزر از بذرهای اصلاح شده مروارید و گنبد می‌توان استفاده کرد.

نتایج پژوهش نشان دهنده اثر مثبت و معنادار بارندگی سالیانه و اثر مثبت و معنادار شمار دور آبیاری در منطقه‌های خوزستان و ساحلی خزر بر بهره‌وری نیروی کار در کشت گندم بوده است. همچنین برآوردها گویای آن است که اثر بارندگی بر عملکرد گندم آبی نیز مثبت بوده است. این نتیجه اهمیت نهاده آب را در کشت گندم آبی نشان می‌دهد. از آنجا که اغلب منطقه‌های ایران در اقلیم گرم و خشک قرار دارد و دارای میانگین بارش کمی است و از سوی دیگر کاهش سطح آب زیرزمینی و بحران کم آبی در ایران بیش از پیش مشهود بوده و این امر افزایش میزان و دور آبیاری را ناممکن می‌سازد، بایستی با تشویق به سرمایه‌گذاری در انواع سامانه‌های نوین آبیاری هماهنگ بر تکنولوژی تولید و شرایط اقلیمی هر منطقه، بهره‌وری نهاده آب در کشت گندم را افزایش داد و از این راه موجبات بهبود عملکرد گندم و بهره‌وری نیروی کار در کشت آن را فراهم ساخت.

نتایج پژوهش همچنین نشان داد که نهاده واسطه‌ای سم و کود اثر منفی معنی‌داری بر بهره‌وری نیروی کار در کشت گندم آبی دارد. از آنجا که اثر این نهاده بر عملکرد گندم آبی مثبت است، چنین استنباط می‌شود که مصرف بیشتر سم و کود گرچه عملکرد محصول را افزایش می‌دهد ولی نیروی کار بیشتری را می‌طلبد. به طوری که افزایش نیروی کار بر افزایش عملکرد پیشی گرفته و این امر کاهش بهره‌وری نیروی کار را در پی دارد. لذا ضرورت دارد که مقدار اقتصادی مصرف سم و کود با دقت بیشتری تعیین شود، به طوری که، هزینه‌های مصرف بیشتر آن از درآمد ناشی از این مصرف فزونی نگیرد و منجر به کاهش سود کشاورزان نشود.

منبع‌ها

- Akbari, N. and Ranjkesh, M. (2003) Investigating the growth of total factor productivity in Iranian agricultural sector during the period 1996-1966. *Agricultural Economics and Development*, 44: 117-142.
- Alvanchi, M. and Sabohi, M. (2016) Productivity growth in Iranian wheat. The 6th Iranian Agricultural Economics Conference, *Economy and Agriculture*, 31: 330-321.
- Ansari, V., Enayati, F. and Rafiee, H. (2020) Study of the effect of implementing land equipping and renovation project on productivity in paddy fields of Mazandaran province. *Journal of Agricultural Economics*, 14(3): 101-130.
- Ansari, V., Tahmasbinejad, A. and Salami, H. (2019) Analysis of factor productivity in Iranian agricultural sector in an input–output framework. *Iranian Journal of Agricultural Economics*, 13(1): 73-103.
- Breitung, J. and Meyer, W. (1994) Testing for unit roots in panel data: Are wages on different bargaining levels cointegrated?. *Applied Economics*, 26(4): 353-361.
- Brent, E. R. (1991) Energy use, technical progress and productivity growth: A survey of economic issues. *The Journal of Productivity Analysis*, 2: 67-83.
- Capalbo, S. M. and Denny, M. G. (1986) Testing long-run productivity models for the Canadian and US agricultural sectors. *American Journal of Agricultural Economics*, 68(3): 615-625.
- Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture of Iran. (2018-2022) Reports of Agricultural Economics. National Center of Strategic Studies of Agriculture and Water. Tehran.
- Choi, I. (2001) Unit root tests for panel data. *Journal of international money and Finance*, 20(2): 249-272.
- Coelli, T. J. & Rao, D. P. (2003) Total factor productivity growth in agriculture: A Malmquist index analysis of 93 countries, 1980–2000. *Agricultural Economics*, 32: 115-134.
- Desai, R., Mankad, V., Gupta, S. K., and Jha, P. K. (2012) Size distribution of silver nanoparticles: UV-visible spectroscopic assessment. *Nanoscience and Nanotechnology Letters*, 4(1): 30-34.
- Faizpour, M. Shah Mohammadi Mehrjardi, A. and Shaker Ardakani, A. (2014) Human development and taxation: studies of selected countries of the world. The fourth international conference on new researches in management, economics and accounting. International Academy of Sciences and Studies of Georgia.
- FAO (2005) Fertilizer use by crop in the Islamic Republic of Iran. Chapter 2: Soils, agro-ecological zones, climate and irrigation, https://www.fao.org/3/a0037_e/a0037e06.htm#bm06.2.

تحليل بهره وری نیروی کار...۹۹

- Giannakis, E. and Bruggeman, A. (2018) Exploring the labour productivity of agricultural systems across European regions: *A multilevel approach. Land use policy, 77: 94-106.*
- Hulten, C. R. (1986) Productivity change, capacity utilization and the sources of efficiency growth. *Journal of econometrics, 33(1-2): 31-50.*
- Im, K.S., Pesaran, M.H. and Shin, Y. (1997) Testing for unit roots in heterogeneous panels. Manuscript, Department of applied economics, University of Cambridge.
- Im, K. S., Pesaran, M. H. and Shin, Y. (2003) Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of econometrics, 115(1): 53-74*
- Levin, A. and Lin, C.F. (1992) Unit root tests in panel data: asymptotic and finite sample properties. University of California, San Diego, Discussion Paper, No. 56.
- Levin, A., Lin, C. F. and Chu, C. S. J. (2002) Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of econometrics, 108(1): 1-24.*
- Mahdavi, G., Guderzi, A. and Mousavizadeh, F. (2016) Estimation of demand function of accident insurance. (Case study: Iran Insurance Company). *Insurance Journal, 1: 1 - 24.*
- Martino, R. (2015) "Convergence and growth. Labour productivity dynamics in the European Union." *Journal of Macroeconomics , 46: 186-200.*
- Mohammadzadeh, P., Memipour, S., and Pushhari, M. (2009) Application of Stata software in econometrics. First Edition. Noor Alam Publications and Faculty of Economic Sciences. Tehran.
- Mousavi, R. and Sadeghi, M. (2012) Factors affecting the productivity of manpower in the production of major crops in the central part of Mamsani city. *Agricultural Economics Research, Volume 4. Number 2: 174-155.*
- Pesaran, M. H. (2004) General diagnostic tests for cross section dependence in panels. Cambridge Working Papers in Economics 0435, Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Pesaran, M. H., Im, K. S. and Shin, Y. (1995) Testing for unit roots in heterogeneous panels. Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Pedroni, P. (2004) Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric theory, 597-625.*
- Pillai N, V. (2017). Panel Data Analysis Lecture Notes. Econometrics Lecture Notes, Retrived from <https://www.researchgate.net/publication/319629513> in May 2022.
- Salami, H. (1997) Concepts and measurement of productivity in agriculture. *Quarterly Journal of Agricultural Economics and Development, 18: 37-31.*
- Salimova, G., Ableeva, A., Galimova, A., Bakirova, R., Lubova, T., Sharafutdinov, A., & Araslanbaev, I. (2022). Recent trends in labor productivity. *Employee Relations: The International Journal, 44(4), 785-802.*

- Statistics of crops for the year 2016-2017. (2018) Ministry of Agricultural Jihad
- Souri, A. (2012) *Econometrics with the use of Stata and Eviews*. fourth edition, Publishing Culture and Publishing Noor Alam. Tehran.
- Susilo, F. (2013) Factors that Affect Productivity of Workers in the Farming and Processing Industry Sectors. *International Journal of Humanities and Social Science*, Vol. 3 No.10.
- Tahamipour, M. Saleh, A. and Nemati, M. (2012) Measuring and analyzing the productivity growth of the total production factors of different varieties of rice in Iran. *Journal of Agriculture*, 103: 96-104.
- Timuri, M. and Mousavi, R. (2016) Investigating factors affecting the productivity of manpower in grape production. *Research Paper*, 3: 1-10.
- Van Der Eng, P. (2009) Total Factor Productivity and Economic Growth in Indonesia, The Australian Nation University (ANU), Working Paper in Trade and Development, 10(6):1-10
- Wooldridge, J. M. (2002) "Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. MIT Press: Cambridge, MA, 108.
- Yaffee, R. (2003) A primer for panel data analysis. *Connect: Information Technology at NYU*, 1-11.

تحلیل بهره‌وری نیروی کار... ۱۰۱

پیوست

جدول (۱) آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد مطالعه طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۸

Table (1) Descriptive statistics of the variables over 2000-2019

انحراف معیار S. D.	حداکثر Max	میانگین Average	حداقل Min	واحد Unit	نام متغیر Variable name
116.8	802.5	166.3	36.7	کیلوگرم. نفر روز کار kg .person per day	بهره‌وری نیروی کار Labor productivity
1248	5415	2410	222	۱۰۰ هکتار 100 Hectare	سطح زیر کشت Area under cultivation
28.6	320.7	237.8	163.1	کیلوگرم در هکتار kg per hectare	بذر Seed
18.5	95.7	48	16.8	درصد Percent	درصد مصرف بذرهای اصلاح شده Percentage usage of modified seed
0.43	2.60	1.28	0.40	شاخص ترنکوئیست Trenquist index	سموم Poisons
0.32	2.14	1.25	0.60	شاخص ترنکوئیست Trenquist index	کودهای شیمیایی Fertilizers
10.4	59.4	36.8	15.1	درصد Percent	درصد استفاده از ماشین Percentage usage of machinery
177972	826609	178488	9724	۱۰۰۰ ساعت 1000 Hour	ساعت کار ماشین‌ها و ادوات کشاورزی Mashin usage hours
2.5	11.7	6.2	0.91	تعداد دور The number of rounds	شمار دفعات آبیاری Number of irrigation rounds
0.24	2.6	1.14	0.73	شاخص ترنکوئیست Trenquist index	نهاده واسطه ای (بذر، سم و کود) Intermediate inputs (seeds, poisons and chemical fertilizers)
0.32	3.1	1.15	0.63	شاخص ترنکوئیست Trenquist index	نهاده واسطه ای (سم و کود) Intermediate inputs (poisons and fertilizers)
4.1	26.7	17.5	11.8	سلسیوس (Celsius)	دما (Temperature)
142.4	736.7	322.2	75.1	میلی‌متر (mm)	بارندگی سالیانه (Annual rainfall)
51.6	198.8	79.4	0.28	میلی‌متر (mm)	بارندگی بهاره (Spring rainfall)

Source: research findings

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۲) نتایج آزمون وابستگی بین مقاطع

Table (2) Results of test for cross section dependence

سطح احتمال (Probability level)	آماره (Statistics)
0.56	3.52
	CD پسران Pesaran CD

جدول (۳) نتایج آزمون مانایی متغیرها بر مبنای آزمون‌های LLC و IPS و Fisher ADF در دوره‌ی ۱۳۷۹-۱۳۹۸

Table (3) Stationary test results of variables based on LLC, IPS, and Fisher ADF tests over 2000-2019

Fisher ADF		IPS		LLC		متغیر Variable
سطح احتمال Probability level	آماره Statistics	سطح احتمال Probability level	آماره Statistics	سطح احتمال Probability level	آماره Statistics	
0.04	-1.65	0.02	-1.95	0.00	-4.26	بهره‌وری نیروی کار Labor productivity
0.02	-2.05	0.01	-2.12	0.00	-2.62	سطح زیر کشت Area under cultivation
0.00	-5.41	0.00	-4.99	0.00	-5.99	بذر Seed
0.00	-3.35	0.00	4.87	0.00	-3.26	درصد مصرف بذر اصلاح شده Percentage usage of modified seed
0.00	-5.58	0.00	-6.22	0.00	-8.47	سموم Poisons
0.00	-2.90	0.00	-2.84	0.00	-2.80	کودهای شیمیایی Fertilizers
0.00	-3.25	0.00	-3.31	0.00	-4.01	درصد استفاده از ماشین Percentage usage of machinery
0.00	-2.40	0.00	-3.07	0.00	-4.15	ساعت کار ماشین‌ها و ادوات کشاورزی Mashin usage hours
0.02	-5.40	0.00	-6.35	0.00	-7.72	شمار دفعات آبیاری Number of irrigation rounds
0.00	-4.44	0.00	-4.61	0.00	-7.18	نهاد واسطه‌ای (بذر، سم و کود) Intermediate inputs (seeds, poisons and chemical fertilizers)
0.00	-4.41	0.00	-4.52	0.00	-6.81	نهاد واسطه‌ای (سم و کود) Intermediate inputs (poisons and fertilizers)
0.00	-3.56	0.00	-3.86	0.00	-3.51	دما Temperature
0.00	-5.53	0.00	-8.22	0.00	-9.71	بارندگی سالیانه Annual rainfall
0.00	-6.70	0.00	-7.57	0.00	-6.61	بارندگی بهاره Spring rainfall

تحلیل بهره‌وری نیروی کار...۱۰۳

جدول (۴) نتایج آزمون مانایی لگاریتم متغیرها بر مبنای آزمون‌های LLC و IPS و Fisher ADF در دوره‌ی ۱۳۷۹-۱۳۹۸

Table (4) Stationary test results of logarithm of variables based on LLC, IPS, and Fisher ADF tests over 2000-2019

Fisher ADF		IPS		LLC		متغیر Variable
سطح احتمال Probability level	آماره Statistics	سطح احتمال Probability level	آماره Statistics	سطح احتمال Probability level	آماره Statistics	
0.00	-4.47	0.00	-4.89	0.00	-8.28	بهره‌وری نیروی کار Labor productivity
0.02	-1.91	0.02	-2.00	0.00	-2.53	سطح زیر کشت Area under cultivation
0.00	-4.21	0.00	-4.82	0.00	-6.38	بذر Seed
0.00	-4.70	0.00	-5.81	0.00	-3.24	درصد مصرف بذر اصلاح شده Percentage usage of modified seed
0.00	-5.95	0.00	-6.11	0.00	-8.32	سموم Poisons
0.06	-1.54	0.00	-3.03	0.00	-3.53	کودهای شیمیایی Fertilizers
0.00	-3.00	0.00	-3.21	0.00	-3.38	درصد استفاده از ماشین Percentage usage of machinery
0.01	-2.21	0.00	-2.45	0.00	-3.87	ساعت کار ماشین‌ها و ادوات کشاورزی Mashin usage hours
0.00	-5.40	0.00	-6.42	0.00	-7.90	شمار دفعات آبیاری نهاده واسطه‌ای (بذر، سم و کود) Number of irrigation rounds Intermediate inputs (seeds, poisons and chemical fertilizers)
0.00	-4.44	0.00	-5.87	0.00	-6.99	نهاده واسطه‌ای (سم و کود) Intermediate inputs (poisons and fertilizers)
0.00	-3.55	0.00	-3.67	0.00	-3.52	دما Temperature
0.00	-5.65	0.00	-6.37	0.00	-8.92	بارندگی سالیانه Annual rainfall
0.00	-7.72	0.00	-10.82	0.00	-11.16	بارندگی بهاره Spring rainfall

Source: research findings

منبع: یافته‌های تحقیق



Analysis of labor productivity of irrigated wheat in Iran: Panel data approach

Bahreh Dinpazhoh, vahide Ansari, Habiballah salami¹

Received: 8 oct.2023

Accepted: 26 Jan.2024

Extended Abstract

Introduction: The emphasis of policymakers on food security is through increasing the production of strategic products such as wheat. Therefore, the government pays a lot of subsidies for this product. Also, the price of this product is determined by the government, which is usually used as an indicator to determine the price of other agricultural products. Since labor has a large share in the production of agricultural products, including wheat, the growth of labor productivity can increase the productivity of the total factors and reduce production costs, followed by the cost price. Therefore, the main goal of this study is to analyze the productivity of labor in the production of irrigated wheat in the provinces of Iran in the period of 2000-2019.

Materials and Methods: To achieve the goal, partial productivity of labor in irrigated wheat production was measured in 30 provinces and 10 climatic regions based on FAO zoning and then a regression analysis method based on panel data was utilized to determine the factors affecting labor productivity. For choosing the best model based on the research data, the Flimer test, Hausman test, and tests related to the goodness of fit of the model (autocorrelation test, heterogeneity variance, normality of the error component) were performed.

Results and discussion: The results showed that the provinces of Kermanshah, Khuzestan, and Ardabil had the highest labor productivity and Yazd, South Khorasan and Sistan and Baluchestan provinces had the lowest labor productivity among all the provinces whereas, Khuzestan and coastal Caspian regions have the highest labor productivity and the dry central region has the lowest labor productivity among the regions of Iran. Econometric tests in regression analysis showed that the best model compatible with panel data is the cross-section fixed effects model with dummy variables of the region and two slope variables. The results of the model estimation showed that the variables of the percentage of improved seeds, percentage of machine use, annual rainfall, and number of annual irrigations in Khuzestan and Caspian coastal regions had a positive and significant effect on labor productivity in irrigated wheat production, whereas, intermediate

¹Respectively: Master graduate, Assistant Professor & Professor, Department of Agricultural Economics, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran.
Email: vansari@ut.ac.ir

input (including pesticides and fertilizers) had a negative and significant effect on it.

Suggestion: Based on the results of the study, it is suggested to increase the level of mechanization and the use of improved seeds, as well as investment in modern irrigation systems, in order to increase the productivity of the labor force in the production of irrigated wheat. Also, the economic amount of poison and fertilizer consumption should be determined more accurately.

JEL Classification: Q1, Q18, D24, C19

Keywords: Partial productivity, labor force, panel data, Irrigated wheat, Iran