فناوری و اشتغال در کشاورزی

مسعود همایونی‌فر

دانشجوی دوره دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرّس

فناوری و اشتغال در کشاورزی

مسعود همایونی‌فر
دانشجوی دوره دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرّس

چکیده

در این مقاله ضمن بیان تفاوت مفاهیم، فناوری متناسب با اقتصاد کشاورزی ایران که ساختار کشاورزی و جامعه روستایی ایران را نیز مورد توجه قرار می‌دهد مشخص شده است. ساختار اقتصاد کشاورزی ایران مبتنی بر منابع کمیاب سرمایه و آب شیرین، و منابع فراوان نیروی کار و مواد اولیه شیمیایی است. لذا کاربرد فناوریهای نامناسب ماشینی به بیکاری بیشتر نیروی کار منتهی شده و بحران بیکاری را تشدید می‌کند. فناوریهای زیستی متناسب با ساختار اقتصاد کشورهای توسعه‌یافته نیمکره شمالی به کاربرد بیشتر منابع آب و کود دلالت دارد. نتایج تجربی رهیافت سری زمانی آزمون فرضیه نوآوری القایی در خصوص کشاورزی ایران دلالت بر سرمایه‌بری، کاربری، زمین‌اندوزی و کود خنثایی دارد. برای رفع معضل بیکاری کاربرد فناوریهای زیستی که بتواند با تولید بذور اصلاح شده از منابع فراوان کود شیمیایی و آبهای شور استفاده کند یک ضرورت توسعه کشاورزی است که اشتغال را افزایش خواهد داد.

کلمات کلیدی : فناوری، تغییر فنی کاربر، نظریه نوآوری القایی، فناوری ماشینی، فناوری زیستی، شیمیایی

مقدمه:

فناوری را بعضی از اقتصاددانان چنین تعریف کرده‌اند: تمام روشهایی که بدلیل وجود دانش علمی، توسعه داده شده‌اند. اگر این تعریف را بپذیریم، تغییر فناوری فقط به

پیشرفت روشهای تولید ناشی از دانش علمی بشر محدود می‌شود. در حالی که سایر اقتصاددانان ترجیح می‌دهند که فناوری را به مفهوم «فنی» که قابل دسترس بوده و امکان انتخاب آن وجود داشته باشد تعریف کنند. این موضوع در حقیقت توسعه مجموعه فنونی است که حاصل از دانش علمی موجود است. اقتصاددانان نئوکلاسیک به دو مفهوم جانشینی عوامل و تغییر فنی (Technical change) توجه دارند. بیان تفاوت بین این دو مفهوم در واژه‌شناسی تغییر فنی نئوکلاسیکی بسیار مهم است. جانشینی عوامل به معنی تغییر در ترکیب نهاده‌های بکار گرفته شده در سطح تولید معین قبلی است. در حالی که تغییر فنی به منزله کاهش در مقدار ملزومات نهاده‌ای برای همان سطح تولید معین قبلی است یا اینکه محصول بیشتر در همان سطح قبلی منابع حاصل می‌شود. تغییر فنی قادر است که سهم عوامل از درآمد را با ثابت نگهداشتن نسبت عوامل تغییر دهد. اگر سهم درآمد نیروی کار نسبت به سهم درآمد عامل سرمایه افزایش یابد، گرایش به نیروی کار وجود داشته و تغییر فنی سرمایه‌اندوز است. در صورتی که سهم درآمدی عوامل ثابت باشد، تغییر فنی خنثی است و اگر سهم نیروی کار کاهش یابد، گرایش به سرمایه وجود داشته و تغییر فنی کاراندوز است. ادبیات نظری این تحلیل مبتنی بر نظریه نوآوری القایی می‌باشد.

تفاوت در مفاهیم نکات قابل توجهی را نشان می‌دهد. «تغییر فنی کاراندوز» دلالت بر سهم کمتر ازدرآمد کل برای نیروی کار در فرایند تولید دارد و سهم بالاتری از درآمد کل را برای منابع غیر از نیروی کار است. در تولید کشاورزی این قضیه بدان مفهوم است که اشتغال کمتر نیروی کار و در نتیجه عایدی ناخالص کمتر برای نیروی کار کشاورزی و پرداختی بیشتر به نهاده‌های ثابت و متغیر سرمایه‌ای که مالکیت آنها در خارج از بخش کشاورزی است. از جمله انواع پیشرفتهای فنی تجربه شده در کشاورزی کشورهای در حال توسعه، بذرهای اصلاح شده‌ای است که تغییر فنی زمین‌اندوز را نشان می‌دهد. این تحول مخصوصاً از زمانی که بعضی از انواع مکانیزاسیون باعث تغییر فنی کاراندوز شد و برای جوامعی که با بحران بیکاری روستایی مواجه بودند بکار گرفته شد بروز کرد. بحث مقیاس برای بذرهای اصلاح شده کاربرد ندارد و لذا بذرهای اصلاح شده مقیاس خنثی هستند و این خصوصیت بدلیل کاربرد بیشتر کودشیمیایی و آب و افزایش عملکرد است که در نهایت باعث زمین افزایی می‌شود. ولی مکانیزاسیون مزرعه مقیاس خنثی نیست و گسترش زمین‌های کشاورزی را می‌طلبد.

در این مقاله ضمن بیان تفاوت مفاهیم و مشخص کردن فناوری مناسب با اقتصاد کشاورزی ایران که ساختار کشاورزی ایران را نیز مورد توجه قرار می‌دهد، به ارایه پیشنهاد برای گسترش فناوریهای مقیاس خنثی که اشتغال را کاهش ندهد می‌پردازد.

مواد و روش

۱ـ تعریف مفاهیم

خانوارهای روستایی فعالیتهای تولیدی خودشان را در دنیای در حال تحول و تغییر اقتصادی امروز سامان می‌دهند. بقای خانوار روستایی، بطور پیوسته تحت تأثیر تغییر در قیمت نهاده‌ها و محصول، روشهای تولید جدید، و فوریت‌های جدید سیستم اقتصادی، در حال تغییر و اصلاح است. از آنجائیکه تقریباً تمام جوامع محدودیت‌های اینچنین را تجربه کرده‌اند، تنها راه گریز از نارسائی‌های آن، سازگار شدن با روند تحولات است.

موضوع تغییر و تحول فنی متناسب با تعدیل فرایند تولید، باعث تغییر در چگونگی، فوریت و فرصتهای ممکن برای خانوارهای روستایی می‌شود. اثرات تغییر فنی روی خانوارهای روستایی متفاوت بوده و حتی ممکن است باعث تحلیل رفتن اساس بقای تولید کننده کشاورزی شود.

بنابراین تغییر فنی هرگز به منزله فراهم آوردن چیزهای جدید، بهره‌وری بالا، و روشهای تولیدی که مبتنی بر شروط اجتماعی بقای خانوارهای روستایی است، نمی‌باشد.

اولین اقدام، شناخت تفاوت تعاریف و مفاهیم مشابه است مانند : فناوری[1] و فن[2]؛ تغییر فناوری[3] و تغییرفنی[4]؛ جانشینی عوامل[5] و تغییر فنی؛ تغییر فنی تجسم یافته[6] و تغییر فنی تجسم نیافته[7]؛ و نوآوری فرایند[8] و نوآوری محصول[9] است.

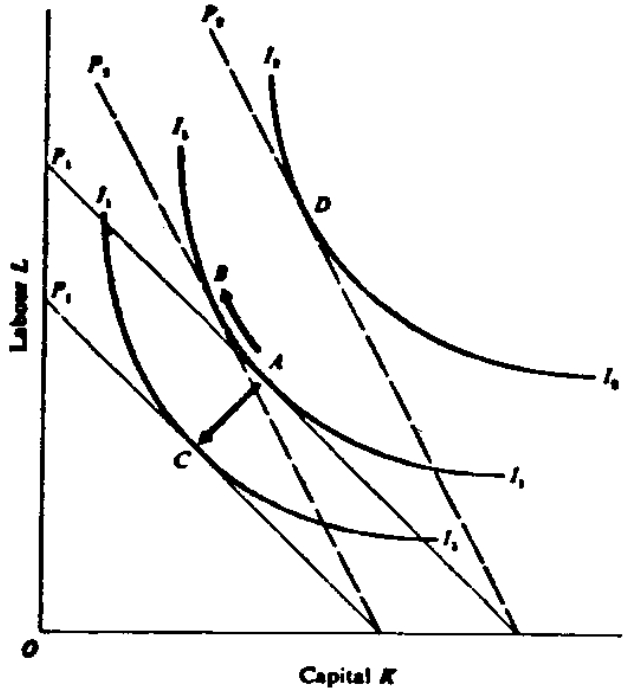
بعضی از اقتصاددانان فناوری را چنین تعریف کرده‌اند : تمام روشهای تولیدی که

1. technology
2. technique
3. Change in technology
4. Technical change
5. Factor subsitution
6. embodied technical change
7. disembodied technical change
8. Process innovation
9. product innovation

بدلیل وجود دانش علمی توسعه داده شده‌اند. اگر این تعریف را بپذیریم، تغییر فناوری[1] فقط به پیشرفت روشهای تولید حاصل از دانش علمی محدود می‌شود. درحالی که سایر اقتصاددانان ترجیح می‌دهند که فناوری را به مفهوم فنی که قابل دسترس بوده و امکان انتخاب آن وجود داشته باشد خلاصه کنند. این موضوع در حقیقت توسعه مجموعه فنونی است که حاصل ازدانش علمی موجود است.

یک فن معمولاً به عنوان یک روش تولید مطرح و عبارت از ترکیب کردن نهاده‌ها برای بدست آوردن یک مقدار محصول معین است. هر نقطه‌ای روی منحنی همسان تولید نشان دهنده یک فن است. مانند نقطه A در نمودار شماره (۱).

دو نوع متفاوت از **تغییر فنی** در نمودار شماره (۱) نشان داده شده است. اولین مورد تغییر در ترکیب نهاده‌ها در طول یک منحنی همقدار تولید است که بوسیله حرکت از نقطه A به نقطه B نشان داده شده است. دومین مورد حرکت از یک منحنی همقدار تولید به منحنی همقدار تولید دیگر است و در نمودار شماره (۱) با حرکت از نقطه A به C نمایش داده شده است.



نمودار شماره (۱) : جانشینی عوامل در مقابل تغییر فنی

1. Technological change

اقتصاددانان نئوکلاسیک به دو مفهوم ***جانشینی عوامل*** و سپس ***تغییر فنی*** توجه دارند. بیان تفاوت بین این دو مفهوم در اصطلاح‌سازی اقتصاد نئوکلاسیکی تغییر فنی، مهم است. ***جانشینی عوامل به معنی تغییر در ترکیب نهاده‌های بکارگرفته شده در تولید همان سطح قبلی تولید است.*** با توجه به فرض حداکثرسازی سود، خصوصیات ***جانشینی عوامل*** چنین است :

(۱) تغییر در قیمتهای نسبی عوامل باعث تغییر در شیب منحنی همسان هزینه می‌شود. تغییر از P_1P_1 به P_2P_2 در نمودار شماره (۱)؛

(۲) در اینجا تغییر حاصل از اثر جانشینی و اثر محصول بمانند اثرات جانشینی و درآمدی در تئوری مصرف است؛

(۳) اثر محصول بمنزله سطح تولید بالاتر در همان سطح هزینه قبلی بدلیل کاهش در قیمت نهاده‌هاست و این موضوع بوسیله نقطه عملیاتی D روی منحنی همسان I_2 در نمودار شماره (۱) نشان داده شده است؛

(۴) اثر جانشینی عبارت از حرکت از نقطه A به نقطه B در نمودار شماره (۱) است. موقعیت عملیاتی با نسبت قیمتهای جدید روی همان منحنی همسان تولید قبلی است؛

(۵) جانشینی عوامل ناشی از اثر جانشینی محض است که تحت تأثیر قیمتهای نسبی عوامل و فناوری ثابت صورت می‌گیرد (جانشینی در محدوده فنون قابل دسترس که بوسیله منحنی همسان I_1 نشان داده شده است صورت می‌گیرد).

در مقابل، ***تغییر فنی به منزله کاهش در مقدار ملزومات نهاده‌ای (منابع تولید) برای تولید معین است.*** یا اینکه محصول بیشتر در همان سطح منابع قبلی است. در نمودار شماره (۱) حرکت از موقعیت تعادلی A به C ناشی از تغییر فنی است، و متناسب با تغییر فناوری حرکت از منحنی همسان I_1 به منحنی درونی‌تر I_1 ممکن می‌شود. خصوصیات تغییر فنی چنین است :

(۱) کارائی یک یا بیشتر از یکی از نهاده‌ها ا فزایش می‌یابد؛

(۲) تغییر فنی دلالت بر کاهش هزینه تولید کل در قیمتهای معین را دارد. در نمودار (۱) این تعریف با انتقال موازی بداخل خط هزینه همسان P_1 سازگار است.

با توجه به خصوصیات ذکر شده، تغییر فنی را می‌توان از دو طریق اندازه‌گیری کرد، اولین مورد سنجش افزایش تولید با توجه به همان سطح قبلی نهاده‌هاست و دومین مورد سنجش هزینه‌های کل برای همان سطح از محصول قبلی در قیمتهای ثابت نهاده است.

البته نکته قابل توجه آن است که ترکیب سنتی نهاده‌ها متناسب با ساختار فناوری جدید نیست. مثلاً واریته‌های جدید بذرهای اصلاح شده مستلزم خاک اصلاح شده، عرضه بیشتر آب و کاربرد بیشتر کود شیمیایی است تا عملکرد بالقوه این بذرها قابل دستیابی باشد. لذا رویکرد دوم نسبت به رویکرد اول ترجیح دارد. لذا تعریف قابل قبولی از تغییر فنی عبارت از دستیابی به نوآوریها است که کاهش نسبی در هزینه‌های تولید را در فنون جدید و قدیم و با ترکیب بهینه نهاده با قیمتهای ثابت، می‌باشد.

اکنون تفاوت میان جانشینی عوامل و تغییر فنی برای تحلیل روشهای بدیل تولید را روشن می‌کنیم. لذا استلزام زیر را داریم :

(۱) همان سطح قبلی از محصول با ترکیب متفاوت از نهاده‌ها و قیمت عوامل قابل حصول است (جانشینی عوامل)؛

(۲) محصول بیشتر با همان سطح قبلی از هزینه‌ها در قیمت‌های ثابت نهاده قابل حصول است (تغییر فنی).

رویکرد استاندارد نئوکلاسیکی رفتار تغییر فنی به عنوان عاملی درونزا در سیستم اقتصاد توسط هر نیروی مرئی اقتصادی برای تصمیم‌گیری تولید امکان‌پذیر نیست، چنانکه حرکت از نقطه A به C در نمودار شماره (۱) با حرکت از نقطه A به B متفاوت است و این تفاوت ظاهراً قابل مشاهده نیست.

موقعی که دلایل قاطعی برای افزایش بهره‌وری وجود ندارد اصطلاحاً تغییر فنی را تجسم نیافته[1] قلمداد می‌کنند. و این تعریف برای تحلیل تغییر فنی در کشاورزی سودمند نیست، چراکه شناسایی موارد افزایش بازدهی کارائی هدف اصلی است. تغییر فنی در عمل در منابع تجسم یافته[2] است و نتایج آن در کارائی‌های بالاتر مشهود است. مثلاً اگر عملکردهای بالاتر در واحد سطح نتیجه کاربرد بذرهای اصلاح شده باشد، پس تغییر فنی در بذر اصلاح شده تجسم یافته است.

تغییر فنی درونزا به شناسایی منابعی که بهره‌وری بالاتر را در خودشان تجسم یافته دارند کمک می‌کند. تغییر درونزا مستلزم تغییر فنی ناشی از واکنش یا عکس‌العمل نیروهای اقتصادی نسبت به تغییر قیمتهای نسبی است.

نوآوری مجازاً معادل تغییر فنی گرفته می‌شود و یا به عبارت دیگر کاربرد عملی یک

---

1. dis embodied

2.embodied

فن جدید که به بهره‌وری بالاتر منتهی می‌شود. ***فرایند نوآوری*** عبارت است از تغییراتی که در مقدار، ترکیب، کیفیت یا نوع نهاده‌هایی که برای تولید همان محصول قبلی مورد نیاز می‌باشد. بیشتر نوآوریها در کشاورزی، از نوع فرآیند نوآوری و محصولات تولید شده است (مانند گندم، برنج، ذرت و ...) در این مورد نوع محصول تغییر نیافته است. نوآوری محصول موردی است که طبیعت محصول تغییر می‌یابد و این نوع از نوآوری بیشتر در صنعت دیده می‌شود تا در کشاورزی.

بخش صنعت غالباً نوآوری محصول را در تولید نهاده‌های کشاورزی دارد (ماشین‌آلات جدید و کودشیمیایی و ...) و پس از آن فرایند نوآوری در تولید کشاورزی حادث می‌شود. این تفاوت کارکردی بین دو بخش باعث مبهم شدن نوآوری در بذرهای اصلاح شده می‌شود، چرا که ممکن است فرایند نوآوری، محصولی را تولید کند که اختلاف سودمندی در بوجود آمدن و طعم آن نوع محصول داشته باشد که این مورد نیز می‌تواند در نوآوری محصول طبقه‌بندی شود.

۲ـ تمایل تغییر فنی[1] و تغییر فنی خنثی[2]

در نمودار شماره (۱) تغییر فنی نمایش داده شده از نوع تغییر فنی خنثی است، که بدلیل حرکت موازی منحنی همسان بطرف داخل است، و دلالت بر آن دارد که در سطح قیمتهای ثابت عوامل، نسبت نهاده‌ها $(\frac{L}{K})$ در همان سطح قبلی است. اقتصاددانان نئوکلاسیک غالباً ترجیح می‌دهند که تغییر فنی خنثی را بکار ببرند. چرا که معتقدند تغییر در ترکیب یا نسبت نهاده‌های سرمایه و کار به علت تغییر فنی نیست ***بلکه این تغییر قیمتهای نسبی است که باعث تغییر فنی و در نهایت تغییر در ترکیب نهاده‌ها می‌شود.***

کاربرد بیشتر از یک منبع نسبت به منابع دیگر بمنزله تمایل تغییر فنی است و لذا دلالتهای اقتصادی تغییر فنی بخوبی اختلافات اجتماعی را نمایان می‌سازد. نمودار شماره (۲) تمایل تغییر فنی در گرایش به سرمایه تا کار را نشان می‌دهد. بر خلاف حرکت موازی منحنی همسان نمودار شماره (۱) در اینجا انتقال به داخل منحنی همسان با شیب تندتر صورت گرفته است. این تغییر شیب بمنزله خروج بیشتر نیروی کار (dL) در مقایسه با کاربرد کمتر سرمایه (dK) می‌باشد و لذا نرخ نهایی جانشینی سرمایه بجای نیروی کار $(MRS_{k,l})$ بین دو فناوری افزایش می‌یابد.

1. Biased Technical Change
2. Neutral Technical Change

نمودار شماره (۲) : تمایل تغییر فنی

در نمودار شماره (۲) نقطه A تعادل اولیه را که کارائی منابع در نسبت قیمتهای $(\frac{r}{w})$ روی خط هزینه P_1 است نمایش می‌دهد. در نقطه A نیروی کار به اندازه L_1 و سرمایه به اندازه K_1 استفاده شده است. نتایج تمایل تغییر فنی نشان می‌دهد که نقطه تعادلی جدید Bکه در آن نسبت قیمتهای $(\frac{r}{w})$ تغییر نیافته است باعث کاهش بیشتر در کاربرد نیروی کار (L_1 به L_2) و افزایش کاربرد سرمایه (K_1 به K_2) شده است و بیانگر تغییر فنی کاراندوز است. در اینجا نسبت عوامل $(\frac{L}{K})$ کاهش یافته و در سطح قیمتهای داده شده نهاده، سهم نیروی کار (ωL) از ارزش کل تولید نیز کاهش می‌یابد.

تعبیر دیگری از تغییر فنی، تغییر قیمتهای نسبی عوامل با فرض ثابت نگه داشتن نسبت عوامل $\frac{L}{K}$ می‌باشد که شبیه تغییر فنی خنثی است. در اینجا نسبت عوامل روی شعاع OM که از نقطه A می‌گذرد ثابت است. بمنظور ثابت نگه داشتن نسبت عوامل با فناوری جدید در نقطه C لزوماً قیمت نیروی کار (ω) باید نسبت به قیمت سرمایه (r) کاهش یابد که در نتیجه خط هزینه جدید P_2 بوجود می‌آید. این کاهش قیمت نیروی کار، سهم نیروی کار از ارزش کل تولید را نیز کاهش می‌دهد.

پس تغییر فنی قادر است که سهم عوامل از درآمد را با ثابت نگه داشتن نسبت عوامل تغییر دهد. اگر سهم درآمد نیروی کار (ωL) نسبت به سهم درآمد عامل سرمایه (rK) افزایش یابد، گرایش به نیروی کار وجود داشته و تغییر فنی سرمایه‌اندوز است. در صورتی که سهم درآمدی عوامل ثابت باشد، تغییر فنی خنثی است و اگر سهم نیروی کار (ωL) کاهش یابد گرایش به سرمایه وجود داشته و تغییر فنی کاراندوز است. با توجه به نسبت ثابت عوامل و خنثای هیکسی[1]، موارد گفته شده در مورد تمایل تغییر فنی از نوع خنثایی هیکسی است و یا با آن سازگار است.

تفاوت در مفاهیم نکات قابل توجهی را نشان می‌دهد. تغییر فنی کاراندوز دلالت بر سهم کمتر از درآمد کل برای نیروی کار در فرایند تولید دارد و سهم بالاتر از درآمد کل را برای منابع غیر از نیروی کار است. در تولید مزرعه این قضیه به این مفهوم است که اشتغال کمتر نیروی کار و در نتیجه عایدی ناخالص کمتر برای نیروی کار مزرعه و پرداختی بیشتر به نهاده‌های ثابت و متغیر سرمایه‌ای که مالکیت آنها در خارج از بخش مزرعه‌ای است، می‌باشند. اگر نهاده‌ها و کالاهای سرمایه‌ای ثابت، وارداتی باشد بدین معنی است که پرداختی بیشتر به عوامل خارجی و پرداختی کمتر به عوامل داخلی است.

از جمله انواع پیشرفتهای فنی تجربه شده در کشاورزی کشورهای در حال توسعه، بذرهای اصلاح شده‌ای است که تغییر فنی زمین‌اندوز (یا زمین‌افزا[2]) را نشان می‌دهد. این تحول مخصوصاً از زمانی که بعضی از انواع مکانیزاسیون باعث تغییر فنی کاراندوز شد و یا جوامعی که با بحران بیکاری روستایی مواجه بودند بکار گرفته شد. بحث مقیاس[3] برای بذرهای اصلاح شده کاربرد ندارد و لذا بذرهای اصلاح شده مقیاس خنثی[4] هستند و آن بدلیل کاربرد بیشتر کودشیمیایی و آب و افزایش عملکرد است که در نهایت باعث زمین‌افزایی می‌شود. ولی برای مکانیزاسیون مقیاس مفهوم پیدا می‌کند.

۳ـ نوآوری القایی[5]

تفاوت میان جانشینی عوامل و تغییر فنی در دیدگاه اقتصاد نئوکلاسیکی مشکلاتی را

---

1. Hicks - neutrality
2. Land - augamenting
3. scale
4. scale neutral
5. Induced Innovation.

برای تحلیل موردی[1] تغییر و تمایل[2] آنها در نسبت عوامل بوجود می‌آورد. ***نوآوری مستلزم فشارهای رقابتی است که بطور پیوسته راههای ارزانتر تولید محصول و یا بوجود آوردن محصولات جدید برای بازارهای بالقوه را ایجاد می‌کند.***

رویکردی وجود دارد که فرض می‌کند ***تغییر قیمتهای نسبی عوامل*** به بنگاهها القاء می‌کند که بدنبال تحقیقاتی که روشهای تولید را که از منابع گران کمتر استفاده می‌کند، باشند. این رویکرد نسبت به تغییر فنی را اصطلاحاً تئوری نوآوری القائی[3] گویند. این تئوری مسیر توسعه فناوریهایی را در کشاورزی توصیف می‌کند که تغییر کمیابی نسبی عوامل را در طول زمان نشان می‌دهد (Hayami and Ruttan, 1985). این تئوری ***استحقاق آزمون را دارد***، نه فقط بخاطر رعایت تفاوت بین تغییر فنی و جانشینی عوامل، بلکه بخاطر برداشتی است که به عنوان یک تئوری مواردگرایشها و کارگزاریهای نوآوری کشاورزی را فراهم می‌کند دارد. عناصر سازنده این تئوری در مجموعه زیر آمده است :

(۱) در طول زمان توسعه کشاورزی باعث می‌شود که برخی از منابع کمیاب شوند و لذا هزینه این منابع نسبت به سایر منابع افزایش می‌یابد.

(۲) کمیابی وابسته به دسترسی به زمین، رشد و تراکم جمعیت و طبیعت رشد اقتصادی است. در آمریکای شمالی و استرالیا نیروی کار به عنوان عامل کمیاب مطرح است در حالی که در ژاپن و بعضی از کشورهای در حال توسعه زمین به عنوان عامل کمیاب و نیروی کار به عنوان عامل فراوان مطرح است.

(۳) دو الگوی مطرح شده در بند قبلی بیانگر غلبه بر کمیابی منابع است و لذا دو مسیر عمده توسعه فناوری در کشاورزی را می‌توان از این دوالگو بدست آورد.

(۴) موقعی که نیروی کار کمیاب و زمین فراوان است، نوآوریهای بکار بسته شده توسط کشاورزان از نوع تغییر فنی کاراندوز می‌باشد و لذا تقاضا برای چنین نوآوریهای به صنعت القاء می‌شود که جهت اختراع به سمت تغییر فنی کاراندوز باشد.

(۵) موقعی که نیروی کار فراوان و زمین کمیاب است، نوآوریهای بکار بسته توسط کشاورزان در جهت افزایش بهره‌وری زمین خواهد بود، این موضوع به دو بخش عمومی و خصوصی، تحقیقات افزایش دهنده عملکرد[4] را القاء می‌کند.

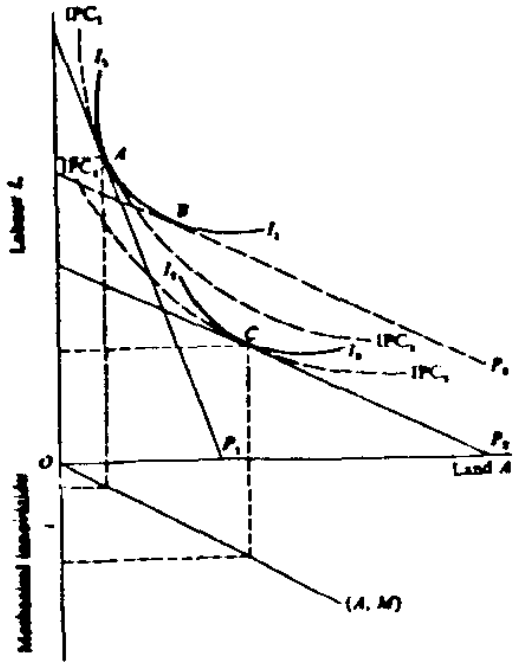
---

1. causes
2. direction
3. induced innovation theorey
4. yield - increasing

(۶) عمدتاً کمیابی بسیاری از منابع بصورت منشوری در سطوح مختلف قیمتهای نسبی عوامل است که کارگزاریهای خصوصی و عمومی نسبت به آنها آگاه هستند. بنابراین قیمتهای نسبی به بخش خصوصی و عمومی القاء می‌کند که به نوآوریهایی که منابع کمیاب را ذخیره می‌کند بپردازند.

(۷) فرایند ذکر شده در بند (۶) بوسیله یک سری ترتیبات نهادی حمایت می‌شود و کشاورزان را برای تقاضای تحقیقات پایه‌ای ترغیب می‌کند. بنابراین با تمرکززدائی از تحقیقات بخش عمومی بوسیله تشکلهای کشاورزی، تکثرگرایی و مشارکت مردمی به گزینش و اجرای نوآوریهایی که متأثر از کمیابی عوامل است کمک می‌کند.

مدل نوآوری القائی ماشینی تغییر فنی را می‌توان با نمودار شماره (۳) نمایش داد. بخش مزرعه‌ای ابتدا روی منحنی همسان کوتاه مدت I_1 عمل می‌کند، با امکانهای محدود جانشینی که بین نیروی کار و زمین وجود دارد نقطه تعادلی در A است. تابع کوتاه مدت در پوش منحنی امکان نوآوری[1] (IPC_1) وجود دارد. IPC بیانگر فنون تولیدی است که با دانش علمی موجود توسعه داده شده است.



نمودار شماره (۳) : تغییر فنی ماشینی القایی

1. innovation possibility curve (IPC)

فرض می‌شود که نیروی کار کمیاب شده است، و فشار دستمزدها باعث تغییر در نسبت قیمت عوامل از P_1 به P_2 می‌شود. و در کوتاه مدت حرکت از نقطه A به B روی منحنی I_1 (اثرجانشینی عوامل) وجود دارد. اما این امر فقط شروع یک فرایند پویا از تبدیل تغییر در قیمتهای نسبی است. اولاً، روش تولید در نقطه B مطابق با فنون قبلی کارا نیست، چرا که باید در دامنه دانش علمی منحنی IPC_1 توسعه داده شده باشد. ثانیاً، تغییر در قیمتهای عوامل، تحقیقی را که فناوری کاراندوز را القاء می‌کند بوجود می‌آورد. نتیجه این تحقیق و توسعه (R&D)، در انتقال به داخل منحنی IPC خلاصه می‌شود. تغییر فنی خنثی روی منحنی IPC اعمال شده است (حرکت موازی IPC_2 از IPC_1) نقطه تعادلی جدید در تابع تولید جدید منحنی همسان I_2 را در نقطه C به ما می‌دهد. مسیر تغییر فناوری بوسیله شعاع (A,M)، ترکیبی از ماشین و زمین و در نتیجه فناوری کاراندوز را نشان می‌دهد. این مدل بعضی از خصوصیات جالب زیر را داراست.

(۱) این مدل تعریف دیگری از فناوری است.

(۲) مقایسه قیمت عوامل بطور مستقیم بین دو نهاده سرمایه و نیروی کار صورت نگرفته است، بنابراین از مشکلات مربوط به اندازه‌گیری سرمایه و ارزش آن اجتناب شده است. مدل بطور غیر مستقیم نشان می‌دهد که زمین بیشتر را با نیروی کار کمتر می‌توان جهت توسعه تولید بکار برد.

(۳) نقطه B روی تابع تولید کوتاه مدت غیر واقعی است. تغییر بطور مستقیم از نقطه A به نقطه C است که این حرکت مستقیم ناشی از القاء تلاشهای کشاورزان جهت رسیدن به نقطه B است.

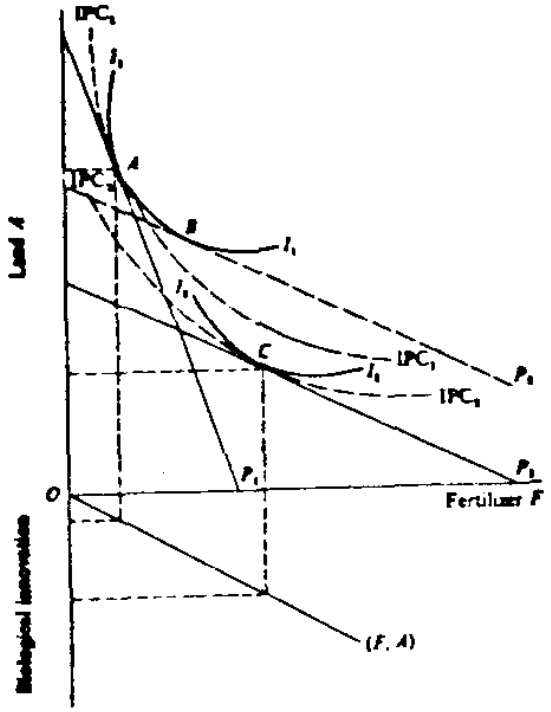
(۴) مدل نوآوری القایی قضیه جانشینی عوامل را که تغییر در روش تولید ناشی از تغییر فنی است پنهان می‌کند.

(۵) حرکت از نقطه A به C یک تغییر فنی گرایش به سرمایه است که بوسیله تغییر در قیمتهای نسبی عوامل القاء شده است و در نتیجه تمایل ذاتی در تحقیقات گرایش به خنثائی منحنی امکان نوآوری (IPC) است.

مدل بدیل دیگر مدل نوآوری القایی زیستی[1] است که تغییر فنی زمین‌اندوز را می‌توان با نمودار شماره (۴) نمایش داد. با امکانات محدود جانشینی که بین کود

1. Biological innovation.

شیمیایی و زمین وجود دارد، نقطه تعادل A روی منحنی همسان کوتاه‌مدت I_1 است. تابع کوتاه‌مدت مانند مدل قبل درپوش منحنی امکان نوآوری (IPC_1) وجود دارد.



نمودار شماره (۴) : تغییر فنی زیستی القایی

فرض می‌شود که زمین کمیاب شده است، و فشار اجاره زمین باعث تغییر در نسبت قیمت عوامل از P_1 به P_2 می‌شود. در کوتاه‌مدت حرکت از نقطه A به B روی منحنی I_1 صورت می‌گیرد. روش تولید در نقطه B بدلیل اینکه روی منحنی امکان نوآوری قرار ندارد. کارا نیست، و لذا تغییر در قیمتهای عوامل، تحقیقی را که فناوری زمین‌اندوز را القاء می‌کند بوجود می‌آورد. نتیجه تحقیق و توسعه انتقال IPC به داخل است. و به علت اینکه فرض شده است تغییر فنی IPC خنثی است لذا بطور موازی بداخل منتقل می‌شود. نقطه تعادلی جدید روی منحنی I_2 در نقطه C می‌باشد. در نمودار شماره (۴) شعاع (F,A) بیانگر مسیری از تغییر فناوری است که در آن کودشیمیایی، مدیریت آب، و شخم مناسب با بذر اصلاح شده ترکیب شده و لذا عملکرد بالا را موجب شده است. نیروی کار در این مدل بطور مستقیم داده نمی‌شود. اما نظریه پردازان نوآوری زیستی فراوانی نیروی کار را ***جزء مفروضات پیشرفت فنی زمین‌افزا فرض کرده‌اند.***

نوآوری القائی نیازمند بعضی ملاحظات مخصوص به خود است مثلاً قیمتهای بازاری به عنوان داور مطلق صحنه مبارزه تغییرات فنی و نهادی است. یا محور تئوری بر اساس اعتماد به فروض بازار رقابتی و مشارکت کشاورزان در تصمیمات نهادی است.

برخی از انتقادات بر تئوری نوآوری القائی عبارت است از :

(۱) یکی از علل دوگانگی موجود میان کشاورزان کوچک و بزرگ تأکید بر کمیابی‌های عوامل و قیمتهای نسبی عوامل است (Grabowski, 1979). این بخاطر فشاری است که معمولاً کشاورزان بزرگ برای دریافت فناوریهای جدید مانند مکانیزاسیون وارد می‌کنند و لذا کارائی اجتماعی کاربرد منابع را دچار اختلال می‌کند.

(۲) دستاوردهای طرح‌های تحقیقاتی بخش عمومی کشورهای در حال توسعه متناسب با نیاز کشاورزان کشورهای توسعه یافته بوده و میزان دسترسی کشاورزان بزرگ در این کشورها را به نتایج آن تحقیقات افزایش می‌دهد و از طرف دیگر کشاورزان کوچک و یا اکثر روستائیان از این دستاوردها بی‌بهره‌اند.

(۳) این تئوری اثرات انتقال فناوری از کشورهای صنعتی (توسعه یافته) به کشورهای در حال توسعه را نادیده گرفته است.

مطالعات فراوانی بروی فرضیه نوآوری القایی صورت پذیرفته است. فرضیه نوآوری القایی برای اقتصادهای پیشرفته‌ای همچون امریکا و ژاپن آزمون شده است وتلاشهایی نیز در دهه ۱۹۹۰ در کشورهای آسیای جنوب شرقی بخصوص کره (۱۹۹۱) Yuhn انجام شد و او نشان داد که فرضیه نوآوری القایی در اقتصاد کره نیز صادق است. برای اقتصاد افریقای جنوبی نیز آزمون فرضیه نوآوری القایی انجام پذیرفته است، ولی روش مورد مطالعه استفاده از مدل تصحیح خطا بوده که آزمون فرضیه را برای اقتصاد کشاورزی افریقای جنوبی تأیید نمی‌کند (Thirtle et al, 1995). در اینجا برای اقتصاد کشاورزی ایران با استفاده از رهیافت سری زمانی که مبتنی بر تحلیل همگرایی است آزمون نوآوری القایی و تمایل تغییر فنی در کشاورزی ایران بیان می‌شود.

رهیافت سری زمانی

در مدلهای متعارف، معمولاً متغیر مستقیمی که نشان‌دهنده تغییر فنی باشد، موجود نیست؛ ولی تلاشهای بسیاری از متخصصین اقتصادی و اقتصادسنجی منجر به کاربردهای پیشرفته جدیدی از ادبیات سری‌زمانی شده است که قادر است، تمایل تغییر

فنی را برآورد کند. این امر مربوط به خصوصیات سری زمانی است که می‌تواند تخمین‌های صحیحی از پارامترهای مدلهای همزاد[1] و تمایل تغییر فنی را به همراه داشته باشد، که اگر این خصوصیات به حساب آورده نشود، عملیات سنتی کاربرد متغیر روند معین زمانی[2] به عنوان یک جانشین برای متغیر تغییر فنی، منجر به برآوردهای ناسازگار می‌شود.

برای استفاده روش سری‌زمانی از سیستم ترانس‌لگ و معادلات سهم هزینه‌ای استفاده می‌شود. ***در صورتی که سهم عوامل، قیمت نسبی عوامل، و محصول همگرا باشند، می‌توان نتیجه گرفت که تغییر فنی خنثی است.*** این امکان وجود دارد که با کاربرد دیدگاه سنتی این نتیجه گرفته نشود. مقایسه دو روش رهیافت سنتی (کاربرد متغیر روند زمانی) و رهیافت سری‌زمانی نشان داده است که روش سری‌زمانی برآوردهای بمراتب سازگارتر با تئوری اقتصادی ارائه می‌کند. (1992 و Youngblood و Clark)

تابع هزینه ترانس‌لگ با خصوصیات معمول آنرا در ذیل داریم:

$$\ln c_t = \alpha^0 + \sum_i \alpha_i \ln p_i + \alpha_q \ln Q_t + \frac{1}{2} \sum \sum \alpha_{ij} \ln p_{it} \ln p_{jt} \qquad (1)$$

$$+ \sum_i a_{it} \ln p_{it} + a_{qt} \ln Q_t + \sum_i \alpha_{iq} \ln p_{it} \ln Q_t + \frac{1}{2} \alpha_{qq} (\ln Q_t)^2$$

در این تابع α ها بیانگر پارامترها هستند؛ P_{it} قیمت نهاده‌هاست، Q_t محصول است؛ α_{it} عامل ویژه فرایند تصادفی تغییر فنی[3] است؛ a_{qt} عامل ویژه فرایند غیرتصادفی تغییرفنی[4] است، و C_t هزینه است.

با استفاده از لم شفارد داریم:

$$S_{it} = \alpha_i + \alpha_{it} + \sum a_{ij} \ln p_{jt} + \alpha_{iq} \ln Q_t \qquad (2)$$

در اینجا S_{it} سهمی از هزینه کل است که برای عامل i فراهم شده است.

---

1 . duality models
2 . deterministic trend
3 . factor-speicific technical change stochastic processes
4. non-factor-specific technical change stochastic processes

روابط معادله (۲) می‌تواند بطور قابل قبولی بیانگر یک تعادل بلندمدت باشد. حقیقت آن است که رابطه تعادلی بنظر می‌رسد که بوسیله فروض تابع هزینه (۱) تأمین شده باشد. اصل موضوعی که در اینجا وجود دارد آن است که حداقل سازی هزینه بنگاه با حداکثر سازی سود یا ثروت بنگاه در بازارهایی که قیمت‌ها بطور لحظه‌ای تعدیل می‌شود برای تعادل بخشیدن به عرضه و تقاضا، سازگار است. کاربرد تئوری همگرایی انگل و گرنجر نشان می‌دهد که مفهوم آماری همگرایی بطور مستحکمی با مفهوم اقتصادی تعادل بلندمدت ارتباط دارد.

جهت ساده‌سازی معادله (۲) از نمادهای ماتریسی استفاده و $Z_t = (\ln p_{it},..., \ln p_{nt}, \ln_{yt})$ و $\beta=(\alpha_{il}, ..., \alpha_{in}, \alpha_{iq})'$ در نتیجه معادله (۲) چنین نوشته می‌شود:

$$S_{it}= \alpha_i + a_{it} + \beta' Z_t \qquad (۳)$$

دو امکان برای ساکن بودن معادله (۳) وجود دارد.

الف)اگر تمام عناصر Z_t ساکن باشند آنگاه S_{it} حول یک روند زمانی معین خطی ساکن است. در این مورد $a_{it}= b_i t + \varepsilon_{it}$ که در آن t روند زمانی و b_i پارامتر است، ε_{it} یک جزء Whit noise می‌باشد. با جایگزین کردن α_{it} در معادله (۳) داریم:

$$S_{it}= \alpha_i + b_i t + \beta' Z_t + \varepsilon_{it} \qquad (۴)$$

مشخصه معادله (۴) در، سنجش تغییر فنی منطبق با دیدگاه سنتی است. تمایل تغییر فنی چنین تعریف می‌شود:

عامل i بر	⇒	$b_i > 0$
عامل i خنثی	⇒	$b_i = 0$
عامل i اندوز	⇒	$b_i < 0$

این نتایج مبتنی بر رهیافت بنس‌ونگر است.

ب) اگر S_{it} و تمام عناصر Z_t دارای ریشه واحد باشد، بنابراین تفاضل درجه اول آنها ایستا است. لذا دو امکان وجود دارد.

i) S_{it} و Z_t همگرا هستند $[I(1,1)]$. اگر جزء اخلال a_{it} ایستا باشد، داریم $a_{it} = \rho_i a_{it-1} + \varepsilon_{it}$ در اینجا $\rho_i (|\rho_i| < 1)$ یک پارامتر است، و معادله (۳) چنین نوشته می‌شود:

$$S_{it} = \alpha_i + \beta' Z_t + \alpha_{it} \qquad (۵)$$

و درنتیجه تغییر فنی خنثی است.

ii) S_{it} و Z_t همگرا نیستند، در این مورد اگر a_{it}، $I(1)$ باشد، و گام تصادفی[1] با عرض از مبدا داریم. در نتیجه $a_{it} = d_i + a_{it-1} + \varepsilon_{it}$ می‌باشد، در این رابطه d_i پارامتر است. با جای‌گذاری در معادله (۳) داریم:

$$\Delta s_{it} = d_i + \beta' \Delta Z_t + \varepsilon_{it} \qquad (۶)$$

تمایل تغییر فنی تعریف شده بصورت آنچه که در معادله (۳) است با $d_i = \Delta a_{it}$ برابر می‌باشد. برای Δa_{it} متناسب با تعریف بنس ونگر داریم:

عامل i بر	⇒	$\Delta a_{it} > 0$
عامل i خنثی	⇒	$\Delta a_{it} = 0$
عامل i اندوز	⇒	$\Delta a_{it} < 0$

آمار و رویه تخمین

آمار مورد استفاده در این مقاله سری زمانی ۱۳۷۸-۱۳۳۸ می‌باشد، و منبع تهیه آمار بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران است. نیاز آماری شامل قیمت‌های نسبی عوامل و هزینه تولید محصولات کشاورزی است و علاوه بر آن موجودی سرمایه، اشتغال، سطح زیرکشت و میزان تولید محصولات کشاورزی (زراعی و باغی) می‌باشد. در کشاورزی با توجه به چهار عامل اصلی زمین، سرمایه، نیروی کار و مواد، تحلیل تولید انجام می‌شود. برای محاسبه ارزش بازدهی هر واحد زمین کشاورزی (هکتار) یا به عبارت دیگر نرخ

1 . random walk.

اجاره زمین کشاورزی از شاخص ریکاردو برای سری زمانی فوق استفاده شده است. در این روش ارزش تولید محصولات کشاورزی (زراعی و باغی) در واحد سطح هکتار برای هر سال بطور متوسط با توجه به شاخص تورم حساب شده است. برای قیمت سرمایه (نرخ بازدهی سرمایه‌گذاری) از شاخص قیمت تراکتور به عنوان یک جانشین و برای نرخ دستمزد نیز از شاخص دستمزد نیروی کار ساده در بخش ساختمان استفاده شده است. مواد طیف گسترده‌ای از نهاده‌های واسطه‌ای کشاورزی را شامل می‌شود. ولی برای متناسب بودن با رفتار تئوریک از شاخص قیمت کود شیمیایی استفاده شده است.

از آنجائیکه ارزش زمین با آب سنجیده می‌شود، نبود آمار مربوط به اجاره بهای آب در سری زمانی موردنظر، سهم آب در زمین کشاورزی لحاظ شده است. هزینه تولید محصولات کشاورزی آنچه که در آمار حسابهای ملی آمده است، مربوط به هزینه واسطه‌ای کشاورزی (زراعت و باغبانی) می‌باشد. این هزینه شامل: کود و کودپاشی، سم و سم‌پاشی، تعمیرات، کود حیوانی، حمل و نقل است. لذا برای سنجش سهم عوامل اصلی یعنی زمین، نیروی کار، سرمایه می‌باید از ارزش افزوده کشاورزی استفاده می‌شد. به عبارت دیگر هزینه مربوط به این سه عامل معادل ارزش افزوده کشاورزی است یا دریافتی عوامل اصلی تولید کشاورزی از ارزش افزوده مشخص می‌شود. با تعدیلاتی که صورت گرفته، آمار ارزش افزوده و شاخص قیمت‌ها به ثابت سال ۱۳۶۱ می‌باشد.

همانطوری که در بحث روش‌شناسی گفته شد مدل عبارت از تابع هزینه ترانس لگ که می‌توان از آن توابع سهم هزینه‌ای را استخراج کرد و بکار بردن همزمان تابع هزینه ترانس لگ و توابع سهم هزینه‌ای در کارائی سیستم مؤثر است. نتایج تخمین توابع در جدول شماره (۲) آمده است. روش تخمین ISUR[1] است که با فرم‌افزا TSP7 انجام شده است. این روش تخمین پارامترهای سازگاری را ارائه می‌کند و کارائی آن مانند روش تخمین حداکثر درست‌نمایی[2] است. مطابق با تئوری سعی شده است که قیمت نسبی عوامل بر حسب ضرایب فزاینده تابع تولید کشاورزی بدست آید، لذا هر یک از عوامل تولید نسبت به ضریب فزاینده مربوطه نرمال شده است و برای اختصار از آوردن نتایج تخمین تابع تولید آن در مقاله خودداری شده است.

1 . Iterative Seemingly Unrelated regression.

2 . maximum likelihood estimetes.

آزمون ریشه واحد متغیرها نشان می‌دهد که متغیرهای سهم عوامل I(۰) و متغیرهایی جهت عوامل برای سرمایه و نیروی کار I(1) و برای زمین در سطح ده درصد I(۰) و برای کود شیمیایی نیز در سطح ۵ درصد I(۰) می‌باشد.

جدول شماره (۱): آزمون ریشه واحد دیکی ـ فولر متغیرهای تابع هزینه ترانس لگ (۷۴ـ۱۳۳۸)

متغیر	قیمت عوامل	سهم عوامل
سرمایه	-۱/۷۵	-۴/۹۶***
نیروی کار	-۲/۶۷	-۵/۱۰***
زمین	-۳/۲۸*	-۵/۷۸***
کود شیمیایی	-۳/۹۴**	-۵/۷۸***

* سطح معنی‌داری ۱۰ درصد ** سطح معنی‌داری ۵ درصد

*** سطح معنی‌داری ۱ درصد

جدول شماره (۲): تخمین تابع هزینه ترانس لگ با روش ISUR

پارامتر	مقدار	آزمون t	پارامتر	مقدار	آزمون t
α_0	۹۵/۴۷	-۲/۵۷	γAQ	۰/۰۸	۵/۷۲
α_k	۰/۴۴	۴/۰۳			
α_K	۲/۴۶	۵/۹۹	γQQ	-۲/۳۳	-۲/۳۲
α_A	-۰/۴۴	-۴/۶۲	θ_t	-۱/۷۱۵	-۲/۷۵
β_{KL}	۰/۰۰۲	۲/۱۷	θ_{kt}	۰/۰۰۲	۳/۳۷
β_{KA}	-۰/۰۰۰۵	-۱/۹۹	θ_{lt}	-۰/۰۰۴	-۷/۰۳
β_{LA}	-۰/۰۰۰۶	-۳/۲۹	θ_{At}	۰/۰۱۸	۶/۴۴
γ_Q	۳۰/۳۷	۲/۴۷	θ_{Qt}	۰/۰۲۵	۲/۵۵
γ_{KQ}	-۰/۰۵۱	-۲/۹۷	R^2	۰/۹۹	
γ_{LQ}	-۰/۳۲۵	-۵/۰۱	D.W,	۱/۸۱	

جدول شماره (۳): آزمون فرضیه نوآوری القایی و تمایل تغییر فنی

با استفاده از تخمین متغیرهای تفاضلی سهم و قیمت عوامل

نام متغیر	سهم سرمایه	سهم نیروی‌کار	سهم زمین	سهم کود
عرض‌ازمبدأ(d_i)	۱/۱۴۳ (۱/۶۴۱)	۱/۰۱۳ (۱/۹۰۹)	-۰/۲۶۹ (-۱/۷۱۸)	-۰/۹۲۳ (-۰/۹۰۸)
سرمایه		۶/۷۶۶ (۲/۲۰۳)	-۱/۰۵۶ (-۱/۴۱۸)	-۳/۶۲۰ (-۰/۹۳۸)
نیروی‌کار	۰/۷۷۲ (۱/۰۹۲		۱/۵۸۲ (۱/۶۶۴)	۲/۸۱۶ (۰/۳۴۸)
زمین	-۱/۳۶۳ (-۲/۷۰۷)	-۸/۶۶۶ (-۳/۱۰۳)		۳/۹۵۵ ۰/۶۶۰
کودشیمیایی	۰/۰۴۵ (۰/۲۴۶)	-۲/۰۰۵ (-۱/۱۹۳)	۰/۵۲۵ (۱/۲۳۸)	
R^2	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۰۵
D.W.	۱/۹۳	۲/۲	۲/۲	۲/۸۷

با استفاده از روش سری‌زمانی همگرایی بین سهم عوامل و قیمت‌های نسبی مطابق با رابطه (۶) برای چهار عامل در جداول شماره (۱) و (۳)، آزمون ریشه واحد و همگرایی آمده است. عرض از مبدأ (d_i) در این مدل پارامتر تعیین کننده است. و فرضیه تمایل تغییر فنی و در نتیجه فرضیه نوآوری القایی با توجه به اینکه $\Delta a_i = d_i \neq 0$ است در سطح ده درصد معنی‌دار آزمون t در مورد اقتصاد کشاورزی ایران تأیید می‌شود.

از تحلیل سری‌زمانی می‌توان نتیجه گرفت که تغییر فنی در کشاورزی ایران با توجه به سهمهای حقیقی در سطح ده درصد معنی‌داری آزمون t سرمایه‌بر، کاربر، زمین‌اندوز و کودخنثی است. فرضیه نوآوری القایی با استفاده از تحلیل سری‌زمانی سهمهای حقیقی کاربری و کود خنثایی را مطابق با فرایند سرمایه‌بری و زمین‌اندوزی نمی‌داند و یک تناقض اساسی را در اقتصاد کشاورزی ایران نشان می‌دهد که قاعدتاً عکس نتایج

کشورهای توسعه یافته است. چراکه فناوری ماشینی سرمایه‌بر و کاراندوز بوده و فناوری زیستی ـ شیمیایی کودبر و زمین اندوز است. اگر چه فرضیه نوآوری القایی تائید می‌شود ولی نتایج نشان از سیری متفاوت فنی در کشاورزی ایران از آنچه در کشورهای توسعه‌یافته اتفاق افتاده است، دارد.

فرضیه نوآوری القایی دلالت بر آن دارد که اگر قیمت نسبی عوامل افزایش یابد، تغییر فنی‌ای القاء می‌شود که باعث خنثی شدن محدودیت عامل کمیاب می‌شود. به عبارت دیگر با افزایش قیمت نسبی یک عامل تغییر فنی باعث ذخیره آن عامل می‌شود. در ضمن باید بین مفهوم جانشینی و القائی تفاوت قائل شد. در مفهوم جانشینی با افزایش قیمت یک نهاده، سیستم در کل به سمتی پیش می‌رود که بتواند با جایگزینی عامل فراوان، افزایش هزینه عامل‌گران را خنثی کند. در این صورت شکل مستقیم اثرگذاری تغییرفنی[1] را مشاهده می‌کنیم، سهم عامل گران افزایش می‌یابد و سیستم در کل می‌باید این سهم افزایش یافته را با جایگزینی بین عوامل خنثی کند یا کاهش دهد. در روش القائی با القاء قیمت‌های نسبی عوامل، خود به خود در بخش تولید کالاهای خصوصی[2] تغییر فنی صورت می‌گیرد ولی برای کالاهای عمومی[3] و یا کالاهایی که ماهیتاً خصوصی است (بذر اصلاح شده، کود شیمیایی و ...) نباید به کارکرد بازار فکر کرد. بلکه باید از طریق کارکردهای سیاستی (بخش عمومی) اقدام به تغییر فنی کرد. در ضمن فرایند القایی یک فرایند آگاهانه و مبتنی بر دانش افزایی است ولی روش جانشینی مبتنی بر منابع محوری است.

بحث و نتیجه‌گیری

فناوری به عنوان میانجی، جایگزینی عوامل نسبتاً فراوان (مثل کود و سوخت‌های معدنی) را به جای عوامل نسبتاً کمیاب تسهیل کرده است. لذا با استفاده از نام‌گذاری هیکس: فناوری ماشینی را فنونی که برای جایگزینی دیگر عوامل به جای نیروی کار به کار گرفته می‌شود، «کاراندوز» و فناوری زیستی ـ شیمیایی که برای جایگزینی دیگر عوامل به جای زمین به کار گرفته می‌شود «زمین‌اندوز» گفته می‌شود.

---

1 . direct technical change.

2 .Private goods

3 . Public goods.

تمایل تغییر فنی ابزاری است که علاوه بر پشتوانه قوی تئوری نوآوری القایی امکان سنجش مسیر فناوری را در یک اقتصاد نشان می‌دهد. این امر دلالت بر آن دارد که اگر قیمت‌های نسبی عوامل افزایش یابد، تغییر فنی القاءمی‌شود که باعث خنثی شدن محدودیت عامل کمیاب می‌شود. به عبارت دیگر با افزایش قیمت نسبی یک عامل تغییر فنی باعث ذخیره آن عامل می‌شود.

ساختار اقتصاد کشاورزی ایران مبتنی بر نیروی کار فراوان در روستا سرمایه کمیاب در کشاورزی کمیابی نسبی زمین کشاورزی (شور شدن اراضی آبی، گسترش کویرها، خشک‌سالی‌های متوالی، محدودیت‌های نهادی منابع طبیعی) علی‌رغم پتانسیل ۳۲ میلیون هکتاری و مواد اولیه فراوان برای تولید کود شیمیایی (نفت) است. با توجه به نتایج تحقیق؛ نوع فناوری سرمایه بر، کاربر، زمین اندوز و کود خنثی است. ساختار سرمایه در کشاورزی به گونه‌ای است که باعث بی‌کارشدن نیروی کار نمی‌شود و لذا توسعه فناوری ماشینی که اشتغال راکاهش ندهد ضروری است (دلیل آن کمبود سرمایه و نیز سهم بالای نیروی کار است) از طرف دیگر کود خنثایی با زمین‌اندوزی همخوانی ندارد. لذا توسعه فناوریهای شیمیایی که به افزایش بهره‌وری زمین و نیز عملکرد در هکتار می‌انجامد و لذا ضمن غلبه بر محدودیت عامل زمین امکان جایگزینی کود شیمیایی به جای زمین را فراهم می‌کند و همین امر به افزایش تولید در واحد سطح و افزایش درآمد کشاورزان و کارگران کشاورزی می‌شود.

لازم به توضیح است که فناوری شیمیایی همراه با فناوری زیستی توسعه می‌یابد، چراکه عکس‌العمل بذر باید نسبت به مواد شیمیایی تغییر کند. تا میزان عملکرد افزایش یابد لذا فناوری زیستی نیز باید متناسب با اقلیم ایران (آبهای شور فراوان) و مواد شیمیایی فراوان آن رشد کند. گسترش فناوری زیستی ـ شیمیایی علی‌رغم فناوری ماشینی به افزایش بیکاری منتهی نمی‌شود بلکه اگر محدودیت‌های نهادی رفع شود باعث افزایش اشتغال نیز می‌شود.

منابع و مأخذ

۱- آشیر، ک و ج استاز؛ *اقتصاد کشاورزی و فرایند توسعه*؛ (مترجمین ع آزاد و الف یزدان‌پناه)؛ انتشارات شرکت چاپ و نشر بازرگانی، چاپ اول، تهران: ۱۳۷۷.

۲- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران؛ *حسابهای ملی ایران*؛ اداره حسابهای اقتصادی، سالهای مختلف.

۳- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران؛ *گزارش مشروع تجدیدنظر شاخص بهای عمده فروشی کالاها در ایران ۷۴-۱۳۱۵*؛ اداره تحقیقات و مطالعات آماری، دایره بررسیهای آماری، سال ۱۳۷۴.

۴- سازمان برنامه و بودجه؛ *مجموعه اطلاعاتی (سری زمانی آمار حسابهای ملی، پولی و مالی)*؛ دفتر اقتصاد کلان، معاونت امور اقتصادی، سال ۱۳۷۵.

۵- قره‌باغیان،م؛ *اقتصاد رشد و توسعه*؛ نشر نی، تهران: ۱۳۷۰، جلد اول.

۶- قره‌باغیان،م. و م.همایونی‌فر؛ *تحول فنی و رشد کشاورزی: آزمون فرضیه نوآوری القایی در کشاورزی ایران*؛ مقاله در دست چاپ

۷- گلاس، ج. س. و و. جانسون؛ *علم اقتصاد، پیشرفت، رکود، انحطاط*؛ (ترجمه م. رنانی) انتشارات فلاحت ایران، اصفهان. ۱۳۷۳

۸- همایونی‌فر،م.؛ *منابع رشد در کشاورزی ایران*؛ پایان‌نامه دکترای در حال تدوین

9. Ajit, S. and H., Tabatabai; *Economic Crisis and Third World Agriculture*; Cambridge un. press: Cambridge, 1993.

10. Binswanger, H .P. ; "A Microeconomic Approach to Induced Innovation"; *The Economic Jornal*, vol. 84 (336) PP. 940-58, 1974.

11. Binswanger, H. P. ; "The Meaurement of Technical Change Biases With Many Factors of Production," *The Amierican Economic Review*, vol. 645 (Dec.), pp. 964-76, 1974.

12. Clark, J. S. and C. E. Youngblood; "Estimating Duality Models With Biased Technical Change: A Time Series Approach," *American Journal of Agricaltural Economimcs*; Vol.74 (May) pp. 353-60, 1992.

13. Clark, J. S; W. J. Furtan; and J. S. Taylor; "Biased Technical Change as a Stoechastic Process," Contributed Paper at The AAEA Summer meetings, 1990.

14. Colman, D. and F. Nixoni; *Economics of Change in less Developed Countries*; Cambridge Un. Press; PP. 68-107, 1994.

15. Greene, W. H; *Econometric analysis*; 2ed, macmillan: New York, 1993.

16. Hayami, y.; "Induced Innovation, Green Revolution, And Income Distribution: Comment," *Economic Development and Cultural Change*; vol. 30(1), PP. 169-76; 1981.

17. Hayami, Y. and V.W. Ruttan; *Agricaltural Development: An International Perspective*; The Johns Hop Kins Un. Press.: Baltimore, Mass. P.505, 1985.

18. Hayami, Y. and V.W. Ruttan; "Factor Prices And Technical Change In Agricultaral Development: The United States And Japan, 1880-1960,"*Journal of Political Economy*; Vol 78(Dec.), PP 1115-41, 1970.

19. Hicks, J. R.; *The Theory of Wages*; Macmillan; london, 1932.

20. Kennedy, C.; "Induced Bias in Innovation And The Theory of Distribution," *The Ecnonmic Journal*; vol. 74 (295), PP. 541-47, 1964.

21. Ruttan, V. W. and Y. Hayami; "Toward A Theory of Induced Institutional Innovation", *Journal of Development Studids*, Vol. 20(4) PP. 203-23, 1984.

22. Thirtle, C., R. Townsend, J.V. Zyl and J. Van-zyl; "Testing The Induced Innovation Hypothesis In South African Agricalture: An Error Correction Approach" Policy Research Working Paper, World Bank, No: 1547, 1995.

23. Yuhn, K. H. "Growth and Distributution: A Test of A Induced Innovation Hypothesis for the Korean Ecnonomy", *Applied Ecnonomics*, vol. 23(3) pp. 543-52, 1991.

24. Ellis, F.; *Peasant Economics : Farm Households and Agrarian development.* Cambridge: Cambridge un. Press. 1988.