

نظام نوآوری کشاورزی و چالش‌های آن در ایران^۱

اسکندر زند^۲، جهانفر دانشیان، کامبیز بازرگان، غلامعلی منتظر و سید محمدعلی ابراهیم‌زاده موسوی^۳

چکیده

نظام نوآوری کشاورزی^۴ مجموعه‌ای منسجم از عناصرها، فرایندها و رابطه‌ها است که با هدف تولید، انتقال و بهره‌برداری کارا از دانش و فناوری، نقش مهمی در افزایش بهره‌وری و پایداری بخش کشاورزی دارد. این نظام شامل اجزایی همچون آموزش و مهارت‌افزایی در علم و فناوری، پژوهش و توسعه، نوآوری و فعالیت‌های صنعتی مرتبط، خدمات‌های علمی و فنی، فعالیت‌های اداری و پشتیبانی در بخش علم و فناوری است. مهمترین کارکرد نظام نوآوری کشاورزی، حل دشواری‌های بخش کشاورزی و تبدیل آن‌ها به اثرهای روشن شامل افزایش بهره‌وری، بهبود سلامت محصول‌ها، بهبود درآمد تولیدکنندگان و پاسخگویی به چالش‌های محیط‌زیستی و اقلیمی است. نظام نوآوری کشاورزی ایران، با وجود فعالیت حدود یک صد ساله و نقطه‌های قوتی مانند شبکه گسترده دانشگاهی و پژوهشی، نیروی انسانی توانمند، شمار چشمگیر دانشجوی آموزش‌های تکمیلی، با چالش‌های گوناگونی مانند نبود نهاد سیاست‌گذار واحد و کل‌نگر، ضعف در پشتیبانی، نظام پایش و ارزیابی، تعامل‌های بین‌المللی، توان دانشی و مالی کشاورزان و شبکه انتقال فناوری روبه‌رو است که موجب کاهش رضایت‌مندی از آن شده است. در این مقاله بُدهای و تاریخچه نظام نوآوری کشاورزی ایران و پرداختن به نقطه‌های قوت و ضعف هر یک از پایه‌های آن مورد واکاوی قرارگرفت و در پایان پیشنهادهایی برای بهبود این نظام از جمله: تقویت نگرش کل‌نگرانه، ایجاد نهاد سیاست‌گذار واحد، تقویت همکاری‌های بین بخشی، توسعه تعامل‌های بین‌المللی، ایجاد سازوکارهای کارا برای انتقال فناوری، تخصیص منابع مالی و حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان نوپا، گسترش حضور بخش خصوصی و اصلاح سیاست‌های دولتی با توجه به نیازهای واقعی بخش کشاورزی، ارائه شد.

واژه‌های کلیدی: انتقال فناوری، بهره‌وری، توسعه پایدار، سیاست‌های کشاورزی، نوآوری ملی.

مقدمه

واژه‌هایی چون دانش، علم، پژوهش (تحقیقات)، آموزش، فناوری، نوآوری، ترویج، تجاری‌سازی، نظام‌های نوآوری و نظام‌های ملی نوآوری از پرکاربردترین مفهوما در نوشته‌های علم و فناوری هستند، اما مرزهای مفهومی و ارتباط نظام‌مند

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۹/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۴/۲۳

۲- پست الکترونیک نویسنده مسئول: eszand@areeo.ac.ir

۳- به ترتیب: استاد پژوهش مؤسسه تحقیقات گیله‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استاد پژوهش مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استاد دانشگاه تربیت مدرس و استاد دانشگاه تهران، تهران.

4. Agricultural innovation system

میان آن‌ها به روشنی تعیین نشده است، حال این که درک دقیق این مفهوم‌ها برای طراحی کارآمد نظام نوآوری، جهت‌دهی به پژوهش‌ها و پیوند میان تولید دانش و کاربرد آن ضرورتی بنیادین است.

دستورکار ۲۰۳۰، نوآوری را به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی برای برآوردن هدف‌های توسعه پایدار معرفی کرده و بر نقش آن در تسریع دستیابی به این هدف‌ها، تقویت همکاری‌های بین‌المللی، اشتراک‌گذاری دانش، توسعه و انتقال فناوری‌های سازگار با محیط زیست و ظرفیت‌سازی در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، تأکید دارد (FAO, 2018). نوآوری در کشاورزی نیز به معنای یادگیری انجام کارها به شیوه‌ای متفاوت، انجام کارهای متفاوت و انجام کارهای بیشتر و بهتر با منابع کمتر است و فرصتی برای سیستم‌های غذایی جهت پاسخ به تقاضاهای جدید و چالش‌برانگیز فراهم می‌کند (OECD, 2025).

نخستین رویکردهای نظری در نیمه قرن بیستم، نوآوری را فرایندی خطی و پیوسته از پژوهش بنیادی تا بازار تلقی می‌کردند که در قالب الگوی فشار فناوری و کشش بازار دسته‌بندی می‌شود. در دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰، ناتوانی الگوهای خطی در تعیین پیچیدگی‌های فرایند نوآوری، موجب پیدایش مدل‌های تعاملی شد که بر تعامل چندسویه و بازخوردی میان صنعت، دانشگاه، دولت و بازار تأکید دارند (Dodgson et al., 2014؛ میرعمادی، ۱۳۹۸). دگرگونی بعدی با شکل‌گیری مفهوم نظام نوآوری در دهه ۱۹۹۰ همراه بود که نوآوری را فرایندی نهادی، اجتماعی و شبکه‌ای در بستر ساختارهای حقوقی، اقتصادی، فرهنگی و سازمانی تعریف کرد. براین اساس، عملکرد موفق نوآوری به هم‌افزایی و هماهنگی میان نهادها، سازمان‌ها، چارچوب‌ها و رابطه‌های دو سویه در تولید، گسترش و به‌کارگیری دانش و فناوری وابسته است. گونه‌های مختلف این مفهوم، شامل نظام نوآوری ملی، بخشی، منطقه‌ای و فناورانه می‌شود (میرعمادی، ۱۳۹۸؛ حیدری، ۱۳۸۶).

نظام نوآوری، ساختار و کارکرد

در بررسی نظام نوآوری، افزون بر شاخص‌های نظام نوآوری و رابطه‌های بین آن‌ها، توجه به درون و کارکردهای نظام، اهمیت دارد. در بالاترین سطح، مهمترین کارکرد نظام نوآوری، تولید، انتشار و استفاده از نوآوری‌ها است (نوروزی و طباطبایی، ۱۳۹۵). پژوهشگران دسته‌بندی‌های متفاوتی از کارکردهای نظام نوآوری ارائه داده‌اند، اما در همه آن‌ها، حضور سه بازیگر دولت، دانشگاه و صنعت مورد توجه قرار گرفته‌اند (جدول ۱).

نظام نوآوری کشاورزی

نظام نوآوری کشاورزی شبکه‌ای از بازیگران (شامل افراد، سازمان‌ها و شرکت‌ها) به‌همراه نهادها و سیاست‌های پشتیبان در بخش‌های کشاورزی و مرتبط است که محصول‌ها، فرایندها و اشکال سازمانی جدید را برای استفاده اجتماعی و اقتصادی به عرصه می‌آورند. سیاست‌ها و نهادها، شیوه تعامل، یادگیری و تولید، اشتراک‌گذاری و استفاده از دانش را شکل می‌دهند (IFPRI, 2019). این نظام با افزایش اثربخشی، رقابت‌پذیری و پایداری، به امنیت غذایی، توسعه اقتصادی و مدیریت پایدار منابع طبیعی کمک می‌کند.

نظام ملی نوآوری کشاورزی شامل سازمان‌های کشاورزی، مؤسسه‌های تأمین نهاد، فراوری و بازاریابی، نهادهای پژوهشی و آموزشی، مؤسسه‌های مالی، شرکت‌های مشاوره‌ای و خصوصی، واحدهای ترویجی و مراکزهای اطلاع‌رسانی است که در ایجاد، نشر و استفاده از فناوری جدید کشاورزی سهیم هستند. تعامل دوسویه میان این بازیگران، محیطی توانمند برای ظرفیت‌سازی نوآوری فراهم می‌کند (OECD, 2013). موفقیت این نظام، به کیفیت تعامل میان حلقه‌های زنجیره دانش، شامل دانشگاه، پژوهش، ترویج، بهره‌برداران، بازار و سیاست، وابسته است و بسیاری از کشورها نظام‌های

خود را برای افزایش ارتباط با تقاضای بهره‌برداران اصلاح کرده‌اند که از نظر تاریخی بسته به مقدار بلوغ و توسعه‌یافتگی، در پنج دوره تکوینی بررسی می‌شود (جدول ۲).

جدول ۱- مقایسه الگوهای مطرح کارکردهای درونی نظام ملی نوآوری[†].

منبع	فعالیت‌ها و کارکردها
(OECD, 1999)	۱- سیاست‌گذاری ۲- تأمین منابع مالی حمایت از پژوهش و نوآوری ۳- پژوهش و نوآوری ۴- آموزش نیروی انسانی ۵- حمایت از کار آفرینی ۶- انتشار فناوری ۷- تولید کالا و خدمات [†] .
(Rickne, 2000)	۱- خلق نیروی انسانی ۲- جستجوی فناوری ۳- شریک و بازار ۴- خلق و انتشار فرصت‌های فناورانه ۵- خلق بازار و انتشار دانش بازار ۶- قانونی کردن شرکت‌ها و فناوری‌ها ۷- آسان‌سازی تأمین مالی [†] .
(Edquist, 2004)	۱- پژوهش و توسعه ۲- ایجاد توانمندی‌های انسانی ۳- ایجاد بازار برای محصول‌های جدید ۴- ایجاد و تغییر سازمان‌های مورد نیاز ۵- شبکه‌سازی در زمینه دانش ۶- ایجاد و تغییر نهادهای حمایتی یا مانع نوآوری ۷- فعالیت‌های پرورشی و مرکز رشدی ^۱ ۸- تأمین منابع مالی نوآوری ۹- ارائه خدمت مشاوره‌ای [†] .
(Rajalahti et al., 2005)	۱- تولید دانش، انتشار دانش، هدایت و جهت‌دهی پژوهش و نوآوری، تأمین و آسان‌سازی منابع انسانی، فعالیت‌های کارآفرینی، شکل‌گیری بازار و مشروعیت‌بخشی [†] .
(Bergek et al., 2008)	۱- تولید دانش ۲- تولید دانش جدید ۳- تعیین مسیر فرایند پژوهش ۴- آسان‌سازی شکل‌گیری بازار ۵- آسان‌سازی ایجاد ارزش اقتصاد بیرونی مثبت [†] .
(Hekkert et al., 2007)	۱- خلق دانش فناورانه ۲- بیان تقاضا، اولویت‌بندی منابع عمومی و خصوصی ۳- تنظیم و شکل‌دهی به بازارها ۴- تبادل اطلاعات از راه شبکه‌ها ۵- توسعه اتحادیه‌های حمایتی برای فرایندهای تغییر ۶- تأمین منابع نوآوری [†] .
(Bergek et al., 2008)	۱- توسعه و انتشار دانش ۲- تأمین و تخصیص منابع ۳- تأثیرگذاری بر جهت‌گیری پژوهش‌ها ۴- فعالیت‌های کارآفرینانه ۵- شکل‌دهی بازارها ۶- قانون‌گذاری ۷- توسعه صرفه‌های بیرونی مثبت [†] .
(سلطانی و همکاران، ۱۳۹۶)	۱- سیاست‌گذاری و راهبری ۲- آسان‌سازی، هدایت و تأمین مالی فعالیت‌های پژوهش و توسعه ۳- انجام فعالیت‌های پژوهش و توسعه ۴- توسعه و بهبود منابع انسانی ۵- انتقال و انتشار فناوری ۶- ارتقای کارآفرینی بر پایه فناوری ۷- تولید کالا و ارائه خدمت‌های نوآورانه.
(مقلبل و همکاران، ۱۳۹۶)	۱- پژوهشی - توسعه‌ای ۲- نهادی - ساختاری ۳- قانونی و سیاست‌گذاری ۴- کسب و کار و بازار ۵- نوآورانه - فناورانه ۶- مالی - اعتباری ۷- ترویجی - آموزشی.
(شیرزادگان و همکاران، ۱۴۰۴)	۱- سیاست‌گذاری، جهت‌دهی، پایش و ارزیابی نظام ۲- مشروعیت‌بخشی به نوآوری ۳- آگاه‌سازی عمومی نسبت به دشواری‌ها ۴- آموزش، توسعه و توانمندسازی سرمایه انسانی ۵- تأمین مالی پژوهش، توسعه فناوری و نوآوری ۶- خلق دانش و انجام پژوهش و توسعه ۷- انتشار دانش، همکاری و شبکه‌سازی ۸- فعالیت‌های محرک تقاضا و بازار ۹- فعالیت‌های کارآفرینانه ۱۰- بهبود هوشمندی سیاستی راهبردی ۱۱- انجام تغییرهای ساختاری و نهادی ۱۲- شتاب‌دهی و تسریع رشد کسب و کارها.

[†] برگرفته از کمیسیون تدوین و هماهنگی سیاست‌های علم و فناوری (۱۳۹۶).

ارتباط این مفهوم‌ها که از دانش آغاز و به نوآوری می‌انجامد در قالب یک زنجیره در شکل ۱ نشان داده شده است. در این الگو، دانش مفهومی فراگیرتر از علم دارد و محصول فلسفه، علم و هنر و شامل آگاهی‌های نظری، تجربی و شهودی است. فناوری بر پایه علم پدید می‌آید و کاربرد سازمان‌یافته دانش برای حل دشواری‌های واقعی به دو شکل فناوری سخت (ابزارها، ماشین‌آلات و فرایندهای فیزیکی) و فناوری نرم (نظام‌های مدیریتی، آموزشی، ارتباطی و اجتماعی) ارائه

می‌شود. هر دو نوع فناوری مسیر تکاملی خود را از راه ترویج و تجاری‌سازی به بهره‌برداری می‌رساند. اگرچه فناوری سخت بیشتر نیازمند تجاری‌سازی و فناوری نرم نیازمند ترویج است، اما گاهی این مرزها تغییر می‌کند.

جدول ۲- روند شکل‌گیری نظام نوآوری کشاورزی در دنیا.

مرحله	ویژگی	دوره زمانی	نظام نوآوری	پژوهش و توسعه	ارتباط پژوهش، آموزش و ترویج	هدف پژوهش
آغازین (رغناپی و مرتضوی، ۱۳۸۹)	شکل‌گیری و رشد پژوهش‌ها	از دهه ۱۹۶۰	فرایند خطی نوآوری مبتنی بر فشار فناوری	ایجاد مؤسسه‌های پژوهشی دولتی و سازمان تحقیقات برای انسجام آن‌ها	ارتباط پژوهش، آموزش و ترویج	عرضه محور، افزایش بهره‌وری و افزایش تولید
رشد (رغناپی و مرتضوی، ۱۳۸۹)	توسعه نظام‌های تحقیقات کشاورزی	دهه ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰	پیدایش نظریه نو یعنی نوآوری بر پایه کشش بازار	از آموزش محوری (دانشگاه نسل اول) به آموزش و پژوهش (دانشگاه نسل دوم)، ورود بخش خصوصی	نبود هماهنگی کافی بین نهادهای فعال در پژوهش	عرضه محور، افزایش بهره‌وری و تولید برای پاسخگویی به نیازهای غذایی
توسعه (رغناپی و مرتضوی، ۱۳۸۹)	نظام دانش و اطلاعات کشاورزی ^۱	دهه ۱۹۹۰	سازمان ملی تحقیقات کشاورزی	ایجاد سازمان یا مؤسسه ملی پژوهش ^۲ با شبکه‌ای از مراکزهای پژوهشی	همگرایی کشاورزان، کارشناسان، پژوهشگران، استادان دانشگاه و مروجان	ایجاد، انتشار و استفاده از هر فناوری جدید در بخش کشاورزی ارائه خدمات‌های
گسترش	نظام نوآوری کشاورزی	دهه ۲۰۰۰	ایجاد نهاد سیاست‌گذاری با شورای ملی تحقیقات کشاورزی ^۳	نظام ملی تحقیقات کشاورزی ^۴	ارتباط بین سازمان ملی تحقیقات، دانشگاه‌ها، بخش دولتی و خصوصی	پژوهشی و عرضه فناوری‌های مورد نیاز تولیدکنندگان و بهره‌برداران
بلوغ	نظام ملی نوآوری کشاورزی	۲۰۱۰ تا کنون	نهاد سیاستگذار واحد	بوم‌نظام‌های فناوری نوآوری	همه بهره‌برداران، بازتعریف جایگاه دانشگاه‌ها و گسترش نقش بخش خصوصی	تقاضا محوری، ایجاد، نشر و استفاده از فناوری جدید کشاورزی

ترویج، فرایند انتقال دانش و فناوری کاربردی به کاربران نهایی و کمک به اجرای آن است در حالی که تجاری‌سازی فرایندی است که فناوری را وارد بازار و امکان استفاده عمومی را فراهم می‌کند. نتیجه پایانی این زنجیره، نوآوری است که نخستین کاربرد تجاری یا اجتماعی یک اختراع یا اکتشاف در بازار تعریف می‌شود. نوآوری پلی میان علم و توسعه است و فرایند تبدیل دیدگاه به ارزش اقتصادی، اجتماعی یا فرهنگی را بازنمایی می‌کند.

آموزش به‌عنوان عامل کلیدی، فرایندی هدفمند و پیوسته برای انتقال دانش و کسب مهارت و نگرش است که در همه مرحله‌ها از شکل‌گیری دانش تا نوآوری نقش دارد. آموزش در مرحله نخست، تفکر فلسفی و پرسشگری را می‌پرورد، در مرحله علمی، روش‌شناسی پژوهش را آموزش می‌دهد. در مرحله فناوری، مهارت‌های تخصصی را منتقل می‌کند. و در مرحله نوآوری، روحیه کارآفرینی را تقویت می‌کند.

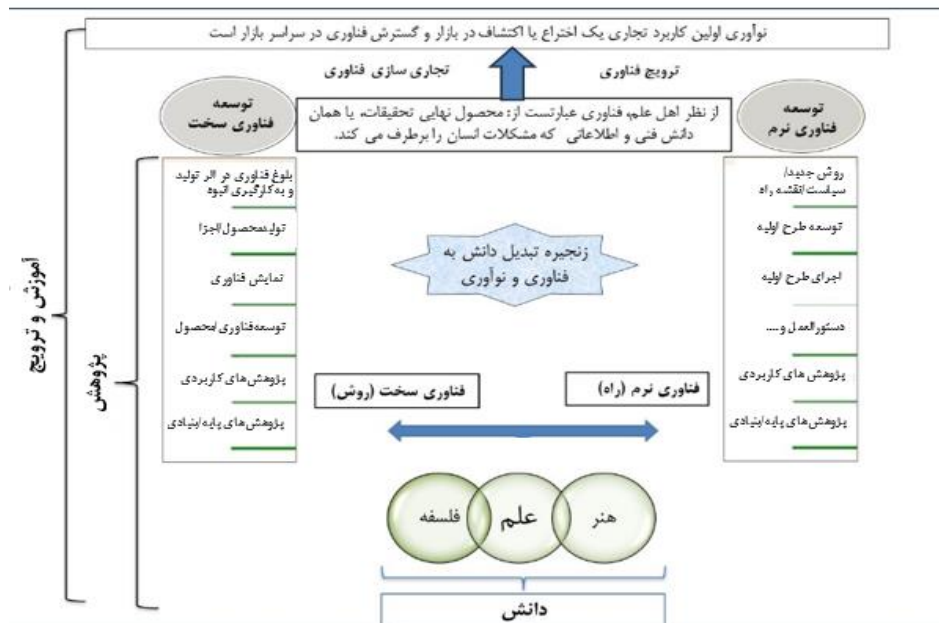
1. Agriculture Knowledge Information System (AKIS)

2. National Agricultural Research Organisation (NARO)

3. National Agriculture Research Council (NARC)

4. National Agriculture Research System (NARS)

این زنجیره درون نظام نوآوری شامل شبکه‌ای از افراد و سازمان‌ها (دانشگاه‌ها، صنایع، سرمایه‌گذاران، دولت و بازار) است. در سطح کلان‌تر، نظام ملی نوآوری چارچوبی جامع برای کل اقتصاد و جامعه شامل سیاست‌ها، زیرساخت‌ها، فرهنگ نوآوری و همکاری‌های بین‌المللی فراهم می‌کند. این الگو بر ارتباط نظام‌مند مفهوم‌ها تأکید دارد، اما فرایند نوآوری در دنیای واقعی غیرخطی، دارای حلقه‌های بازخورد گوناگون، تأثیرپذیری از محرک‌های بازار و نقش‌آفرینی بازیگران گوناگون است.



شکل ۱- ارتباط مفهومی و کارکردی بین دانش، علم، پژوهش، آموزش، فناوری، نوآوری، ترویج، تجاری‌سازی در زنجیره تبدیل دانش به فناوری و نوآوری.

نظام‌های نوآوری کشاورزی با چالش‌هایی مانند محدودیت‌های بودجه‌ای، اطلاعات ناهمخوان درباره اولویت‌های پژوهشی و فاصله زمانی طولانی بین پژوهش و پذیرش نتایج، روبه‌رو هستند. با این حال، فرصت‌هایی چون بازارهای قوی کالاهای کشاورزی و توجه بین‌المللی به امنیت غذایی پایدار وجود دارد. برخی از کشورها با بهبودهایی در جهت افزایش کارایی هزینه‌ای و پاسخگویی به نیازهای اجتماعی، بهبودهایی در ادغام نظام‌ها، حکمرانی، تعیین اولویت‌ها، تخصیص منابع، عملکرد بازارهای مالکیت فکری و همکاری‌های بین‌کشوری ایجاد کرده‌اند (OECD, 2013). دشواری‌های نظام نوآوری کشاورزی بیشتر به سه جزء ساختاری، زیرساخت‌ها، کنشگران و نهادها مربوط می‌شود که برای رفع آن‌ها به ابزارهای سیستمی برای تحریک سرمایه‌گذاری، توسعه توانمندی‌های کنشگران و انتقال نهادی به سمت کشاورزی منطقه‌محور و فرایندهای نوآوری تقاضامحور نیاز است (Minh, 2019). موفقیت در این زمینه نیازمند شناسایی و فعال‌سازی محرک‌های نوآوری و رفع سدهای فناورانه، اجتماعی، نهادی، سازمانی و سیاستی است. طراحی سیاست‌های کارا نیازمند واکاوی تجربه‌های موفق جهانی برای ایجاد نظام‌های نوآوری فراگیر است. گسترش نوآوری نیازمند مشارکت‌ها و الگوهای کسب و کار جدید و همکاری میان دولت، بخش خصوصی، جامعه مدنی و سازمان‌های کشاورزان است. دولت‌ها باید با همکاری بازیگران، توانمندی کشاورزان را تقویت و مشوق‌ها، پژوهش و خدمات‌های ترویجی لازم را فراهم کنند (FAO, 2018).

نهادهای مرتبط با نظام ملی نوآوری بخش کشاورزی

نظام نوآوری کشاورزی شامل شبکه‌ای از بخش‌های مختلف است که در همکاری دوسویه با یکدیگر قرار دارند. آموزش و پژوهش، کسب و کار، تقاضا، واسطه و میانجی و ساختارهای پشتیبانی و ارتباط دو سویه بین آن‌ها یک محیط توانمند برای ظرفیت نوآوری را فراهم می‌کند (World Bank, 2008). در چارچوب نظام نوآوری، تقویت و توانمندسازی بازیگران کلیدی، اولویت اصلی سیاست‌گذاری علم و فناوری کشور است (سیاست‌های کلی برنامه پنجم توسعه، ۱۳۸۹) که با هدف افزایش نقش و سهم‌آفرینی هر چه بیشتر بخش غیردولتی و گسترش مشارکت نهادهای خصوصی و مردمی در فعالیتهای علمی و فناوری جهت‌گیری کرده‌اند. حمایت از تأسیس و توسعه شهرک‌ها و پارک‌های علم و فناوری به‌عنوان بسترهای استقرار و همکاری بازیگران نوآور، نقشی محوری در گردهم‌آوری و هم‌افزایی ظرفیتهای علمی و صنعتی دارد (سیاست‌های کلی علم و فناوری، ۱۳۹۳). توسعه علوم پایه و پژوهش‌های بنیادی همراه با نظریه‌پردازی و نوآوری، زمینه‌ساز تربیت نیروی انسانی متخصص و خلق دانش بنیادینی است که دیگر کنشگران نظام نوآوری برای حرکت به سوی فناوری‌های پیشرفته به آن نیازمندند (سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۶). تفکر نظام نوآوری کشاورزی، به درک حکمرانی، همکاری بازیگران در نوآوری، سیاست‌های نوآوری و ساختارهای پشتیبانی از نوآوری مانند پژوهش و توسعه متمرکز است (Pigford, 2018). ارتباط دو سویه بین این اجزا (جدول ۳)، محیطی توانمند را فراهم می‌کند که به دلیل در نظر گرفتن همه کنشگران، نقطه قوت نظام نوآوری کشاورزی است (World Bank, 2008).

جدول ۳- نهادهای مرتبط با نظام نوآوری بخش کشاورزی.

کارکردها	نهادهای مرتبط
سیاست‌گذاری	مرکزهای بررسی‌های مشاوره و سیاست‌گذاری
تأمین منابع مالی، حمایت و آسان‌سازی نوآوری	صندوق‌های توسعه فناوری
انجام پژوهش و نوآوری	مؤسسه‌ها و مرکزهای پژوهشی دولتی، خصوصی و بین‌المللی
توسعه منابع انسانی (آموزش)	مرکزهای آموزش عالی، مهارتی و بهره‌برداران
پشتیبان کارآفرینی (حمایت)	پارک‌های علم و فناوری و مرکزهای رشد
انتشار فناوری	ترویج و مرکزهای انتقال فناوری
تولید کالا و خدمات	تولیدکنندگان بخش کشاورزی و خدمات‌های کشاورزی

بر گرفته از: نوروزی و همکاران (۱۳۹۰)؛ ملونی و همکاران (۱۳۹۹).

نهاد سیاست‌گذاری

نهاد سیاست‌گذاری در نظام نوآوری کشاورزی نقشی محوری در جهت‌دهی کلان، تنظیم مقررات، تخصیص منابع و ایجاد هماهنگی میان بازیگرانی مانند مرکزهای پژوهشی، نهادهای آموزشی، دستگاه‌های ترویج، شرکت‌های فناوری و بهره‌برداران دارد. سیاست‌ها در دو سطح کلان و بخشی عمل می‌کنند. سیاست‌های کلان با ایجاد زیرساخت‌های بلندمدت (آموزش، سلامت و مقررات شفاف) و بازارهای کارآمد، زمینه‌ساز سرمایه‌گذاری بخش خصوصی می‌شوند. سیاست‌های کشاورزی نیز با کاهش ناآرامی بازار، آسان‌سازی حقوق مالکیت، بهبود زیرساخت‌های روستایی و تقویت آموزش و ترویج، پذیرش نوآوری را در سطح کشتزار افزایش می‌دهند (OECD, 2013). دولت با ایجاد زیرساخت‌های دانشی، حمایت مالی از پژوهش‌های پایه، تقویت مالکیت فکری، مشارکت‌های دولتی - خصوصی و مشوق‌های مالی، نوآوری را هدایت می‌کند. بهبود حکمرانی در این نظام نیازمند هماهنگی بهتر بازیگران، تعریف روشن نقش دولت و بخش خصوصی، تقویت

برنامه‌ریزی و ارزیابی و یکپارچگی سیاستی است (OECD, 2013). اتحادیه اروپا با گنجاندن پژوهش و نوآوری در یک راهبرد بلندمدت، یکپارچگی و تأثیرگذاری این فعالیت‌ها را افزایش داده است (European Commission, 2016).

سیاست‌گذاری ملی علم و فناوری در ایران از چند راه اصلی انجام می‌شود که بخش کشاورزی نیز زیر تأثیر آن است. مهمترین این دستگاه‌ها عبارتند از: ۱- مجلس شورای اسلامی در قالب قانون‌های خاص و قانون‌های برنامه‌های پنج ساله توسعه و پیشرفت کشور. ۲- شورای عالی انقلاب فرهنگی در قالب نقشه جامع علمی کشور. ۳- وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) از راه مصوبه‌ها و آیین‌نامه‌های بالادستی حاکم بر دانشگاه‌ها، مؤسسه‌ها و مراکزهای آموزشی. ۴- معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری. ۵- هیئت وزیران از راه مصوبه‌های بالادستی مرتبط. ۶- وزارت جهاد کشاورزی به عنوان متولی اصلی سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی و مدیریت بخش کشاورزی. ۷- شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری از راه کمیسیون تخصصی کشاورزی، امنیت غذایی، آب و منابع طبیعی و تدوین اولویت‌های علم و فناوری کشور.

در ایران، سندهای بالادستی بر ارتقای زیرساخت‌های دانش و فناوری تأکید دارند. از جمله در بخش‌های راهبردی مانند امنیت فضای تبادل اطلاعات (سیاست‌های کلی افتا، ۱۳۸۲) و توسعه علوم پایه (سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۶). با این حال، رویکرد حاکم بر سیاست‌گذاری نوآوری در کشور بیشتر خطی و عرضه‌محور است و بخش مهمی از سیاست‌های بر پایه یادگیری و ارتباط با صنعت جامانده است (ایران‌نژاد رانکوهی و همکاران، ۱۴۰۰). هرچه کشوری توسعه‌یافته‌تر باشد، حضور بخش غیردولتی در کارکردهایی چون تأمین مالی پژوهش، نوآوری، کارآفرینی و انتشار فناوری پررنگ‌تر می‌شود (باقری، ۱۳۸۲؛ نوروزی و طباطبایی، ۱۳۹۵).

استقرار و ارتقای زیرساخت‌های دانشی، فیزیکی و فناوری، بستر مادی و معنوی لازم برای ایجاد، گسترش و کاربست نوآوری را فراهم می‌کند. در این زمینه، سیاست‌های تدوین‌شده برای بهبود سطح دانش و ظرفیت‌های علمی، پژوهشی، آموزشی و صنعتی کشور متمرکز هستند تا توان بومی برای پاسخگویی به نیازهای فناورانه حیاتی افزایش یابد (سیاست‌های کلی امنیت فضای تولید و تبادل اطلاعات، ۱۳۸۲). همچنین، توسعه علوم پایه و پژوهش‌های بنیادی به‌عنوان مهمترین زیرساخت دانشی، پایه‌های تولید علم و فناوری‌های نوین را مستحکم و امکان نظریه‌پردازی و نوآوری‌های اصیل را فراهم می‌کند (سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۶).

در این نوشتار فرصتی برای نقد و بررسی تفصیلی سیاست‌های این نهادهای سیاست‌گذار نیست، اما آنچه آشکار است، نخست این است که سیاست‌های مصوب این نهادها همه نظام نوآوری را شامل نمی‌شوند و در بیشتر موارد، بخش‌هایی از نظام را در بر می‌گیرند و دوم این که بین سیاست‌های اتخاذ شده نه تنها هماهنگی و ارتباط هم‌افزا وجود ندارد، بلکه گاهی یکدیگر را رد می‌کنند. در کشورهای توسعه‌یافته، ساختارهای سیاست‌گذار نوآوری در کشاورزی توسط یک نهاد با جایگاه تثبیت‌شده با وظیفه‌های مشخص و روشن انجام می‌شود (OECD, 2012). برای نمونه، در ایالات متحده، موسسه ملی کشاورزی و غذا^۱ در زیر مجموعه وزارت کشاورزی، وظیفه سیاست‌گذاری و سرمایه‌گذاری در پژوهش، آموزش و نوآوری کشاورزی را عهده‌دار است. از این رو، نخستین آسیب نظام نوآوری بخش کشاورزی ایران، نبود نهاد سیاست‌گذار ملی کارا و یکپارچه است. سیاست‌های مصوب اغلب بخشی‌نگر و ناهماهنگ هستند. به‌همین منظور، ایجاد شورای ملی نظام نوآوری کشاورزی با مسئولیت وزارت جهاد کشاورزی و مشارکت وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، معاون علمی ریاست جمهوری و بخش خصوصی، می‌تواند زمینه‌ساز سیاست‌های یکپارچه، هم‌افزایی نهادی و افزایش اثربخشی سرمایه‌گذاری‌های فناورانه شود.

نهاد تأمین مالی و آسان‌سازی نوآوری

نوآوری فناوری، نیروی محرکه رشد اقتصادی است، اما منابع مالی آن در کشاورزی محدود است و تنها بخشی از نیازها را برآورده می‌کنند. از این رو، تخصیص منطقی این منابع برای بیشینه‌سازی سودمندی‌های اقتصادی و اجتماعی ضروری است. حتی در کشورهای توسعه‌یافته مانند آمریکا و بریتانیا نیز تخصیص منابع فناورانه با نابرابری‌های منطقه‌ای همراه است (Wu et al., 2024). در نظام‌های پیشرو در نوآوری کشاورزی، نهاد تأمین مالی با تخصیص هدفمند منابع، انباشت اعتبارها، کاهش دغدغه‌های سرمایه‌گذاری و پشتیبانی از تجاری‌سازی فناوری، به‌عنوان آسان‌ساز پیوند میان بخش پژوهش، بخش خصوصی، دولت و نهادهای مالی عمل می‌کنند (World Bank, 2012). دولت‌ها، افزون بر تأمین مستقیم، سازوکارهای گوناگونی مانند تخفیف مالیاتی پژوهش و توسعه، ضمانت‌های اعتباری و سرمایه‌گذاری‌های مشترک را نیز به‌کار گرفته‌اند (OECD, 2013). در اتحادیه اروپا نیز انتقال دانش و بهبود بهره‌وری منابع، دو بخش اولویت‌دار برای تأمین مالی برنامه‌های پژوهش و نوآوری کشاورزی است (European Commission, 2016). در ایران، نهادهایی مانند صندوق نوآوری و شکوفایی و صندوق حمایت از تحقیقات کشاورزی فعال هستند، اما بخش دولتی همچنان منبع اصلی تأمین مالی پژوهش‌های کشاورزی است (عسگری بزایه و محمدزاده، ۱۳۹۸). مهمترین کاستی‌ها در این زمینه شامل مشخص نبودن وضع مطلوب تأمین مالی، نبود نظام تأمین مالی و ضعف همکاری با نهادهای مالی بین‌المللی است (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۶). نبود نهادی تخصصی و یکپارچه برای تأمین مالی و آسان‌سازی نوآوری در بخش کشاورزی، موجب پراکندگی و ناهماهنگی حمایت‌ها شده است. از این رو تأسیس صندوق تخصصی نوآوری کشاورزی با مأموریت تأمین مالی رقابتی، کاهش دغدغه‌ها و حمایت از تجاری‌سازی فناوری‌ها موضوعی راهبردی و اجتناب‌ناپذیر است.

هزینه پژوهش و توسعه کشاورزی در کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه در سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۷ اندکی بیشتر از اقتصادهای در حال توسعه بوده است. در بیشتر کشورها، دولت و مؤسسه‌های آموزش عالی به طور میانگین ۶۰٪ کل هزینه‌های پژوهش و توسعه کشاورزی را در سال ۲۰۱۵ بر عهده داشته‌اند (سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، ۱۳۹۷). این درحالی است که سهم پژوهش و توسعه از تولید ناخالص داخلی ایران در سال ۱۳۹۱ تنها ۰/۴۱٪ و در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۱ بین ۰/۴۲ تا ۰/۷۵٪ نوسان داشته است (کاظم و همکاران، ۱۴۰۰).

نهاد پژوهشی

نوآوری در علم و فناوری کشاورزی، کلید نوسازی این بخش است. چشم‌انداز ۱۴۰۴ ایران، دستیابی به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در منطقه آسیای جنوب‌غربی را هدف گرفت و تبدیل به قطب علمی جهان اسلام و بهبود جایگاه جهانی را به عنوان هدف‌های میانی دانسته است (چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ (۱۳۸۲). سیاست‌های کلی علم و فناوری ۱۳۹۳؛ سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه ۱۳۹۶). همزمان، نرخ مشارکت پیشرفت علمی کشاورزی چین از ۵۴/۵۰٪ در سال ۲۰۱۲ به بیش از ۶۳٪ در سال ۲۰۲۳ رسیده است (Li & Zhang, 2024).

دولت‌ها افزون بر تأمین مالی پژوهش‌های عمومی، در حمایت از سرمایه‌گذاری خصوصی در پژوهش و توسعه کشاورزی نقش دارند. با این حال، سرمایه‌گذاری خصوصی در این بخش به دلیل ماهیت خرد مالکیت کشتزارها و صنایع غذایی، کمتر از دیگر بخش‌هاست و بیشتر به شرکت‌های بزرگ واردات، فراوری، تجهیزات کشاورزی و بذر گرایش دارد (OECD, 2015). رفع چالش‌های نظام پژوهش‌های کشاورزی در سه سطح: توسعه کشاورزی (شامل ساختار، سیاست، منابع و خدمات‌های حمایتی)، نظام نوآوری کشور (شامل ظرفیت‌ها، سرمایه‌گذاری، مدیریت، بهره‌وری و شبکه‌سازی در پژوهش

و فناوری) و نظام نوآوری کشاورزی (شامل سیاست‌های پژوهش، اثربخشی، مدیریت یکپارچه، توسعه نهادی و همگرایی آموزش عالی و پژوهش) قابل پیگیری است (شریف‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳). در این میان، کارکرد ایجاد و توسعه دانش نسبت به دیگر کارکردها از وضعیت بهتری برخوردار است (ظریفیان و همکاران، ۱۴۰۲).

مهمترین دشواری سیستمی، ناکارآمدی سیاست‌های مالیاتی و قانون‌های حمایت از مالکیت معنوی در جهت‌دهی به تجاری‌سازی، بهبود زیرساخت و ترویج فرهنگ نوآوری و کارآفرینی است. همچنین، پیشران‌های نوآوری تأثیر ضعیفی بر عنصرهای ساختاری دارند (باقری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵). نهادهای مرتبط با پژوهش در نظام نوآوری بخش کشاورزی ایران، در چهار بخش اصلی و مجزا فعالیت می‌کنند که عبارتند از: ۱- بخش دولتی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی). ۲- بخش دولتی مستقل از وزارت جهاد کشاورزی (دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی و پژوهشی زیر مجموعه وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و معاون علمی و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری). ۳- بخش غیردولتی (دانشگاه آزاد اسلامی، دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی غیردولتی، شرکت‌های دانش‌بنیان و دیگر شرکت‌ها و بخش خصوصی). ۴- بخش بین‌المللی (مانند فائو، مؤسسه‌های پژوهشی وابسته به گروه مشاوره تحقیقات بین‌المللی کشاورزی^۱ و دیگر شرکت‌های مرتبط در بخش خصوصی. در ادامه این مقاله، این بخش‌ها معرفی خواهند شد.

الف- نهاد پژوهش‌های دولتی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی) - در ایران، مرحله اول نهادی نظام پژوهش همزمان با دیگر کشورها آغاز شد و مؤسسه‌های پژوهشی دولتی بخش کشاورزی تا دهه ۱۳۵۰ شکل گرفتند. به منظور تمرکز، هماهنگی و توسعه فعالیت‌های پژوهشی در بخش کشاورزی و منابع طبیعی و بر اساس قانون مصوب مجلس، تشکیل سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی در سال ۱۳۵۳ و زیرمجموعه‌های آن، در اردیبهشت ۱۳۵۷ به تصویب رسید که اقدام مهمی برای ورود به مرحله دوم نهادی تشکیل نظام پژوهش بود، اما نظام پژوهشی کشاورزی کشور دوره گذار از مرحله اول نهادی به مرحله‌های دوم و نظام دانش و اطلاعات و نظام ملی نوآوری کشاورزی را به خوبی درک نکرد و به همین دلیل دانشگاه‌ها و بخش خصوصی فضای لازم را برای نقش‌آفرینی کارا در عرصه پژوهش‌های کاربردی پیدا نکردند. نهاد هماهنگ‌کننده بین دستگاهی و نظام دانش و اطلاعات شکل نگرفت و به دلیل‌های مختلف، نظام تقاضامحوری و مشتری‌مداری پژوهش به خوبی رشد نکرد.

در حال حاضر سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (تات) به دلیل سابقه و تجربه‌های تاریخی، گستردگی بخش‌های کاری، پراکندگی گسترده جغرافیایی، نیروی انسانی متخصص و نزدیکی با بدنه اجرایی بخش کشاورزی کشور، به‌عنوان مهمترین بازیگر بخش پژوهش کشاورزی و منابع طبیعی کشور شناخته می‌شود. آیین‌نامه اجرایی ماده ۱۱ قانون (هیئت دولت) (۱۳۸۶) برای سازمان تات تکلیف شده که مهمترین آن‌ها در جدول ۴ آمده‌اند.

این سازمان برای انجام رسالت خود دارای زنجیره‌ای شش حلقه‌ای است. حلقه‌های این زنجیره شامل: ۱- پژوهش، ۲- آموزش، ۳- ترویج، ۴- نظارت، ارزیابی، پایش و ثبت محصول‌های فناورانه، ۵- تولید نهاده‌ها و محصول‌های فناورانه و ۶- حفاظت و مدیریت پایدار منابع ژنتیک و منابع طبیعی است. وظیفه‌های این حلقه‌ها نیز در قانون‌ها و سندهای بالادستی قانون تشکیل وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۷۹)، قانون ثبت ارقام گیاهی و کنترل و گواهی بذر و نهال (۱۳۸۹)،

قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی (۱۳۸۹) آمده است. این وظیفه‌ها موجب می‌شود که سازمان تحقیقات به‌عنوان تأثیرگذارترین مجموعه پژوهشی در بخش کشاورزی کشور باشد (جدول ۵).

ب- نهادهای پژوهشی دولتی خارج از وزارت جهاد کشاورزی- این نهادها شامل دانشگاه‌ها، مؤسسه‌های آموزش عالی و پژوهشی زیرمجموعه وزارت عتف و مجموعه ساختارهای زیرمجموعه معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری می‌شوند. مهمترین بخش دولتی خارج از وزارت جهاد کشاورزی، دانشکده‌های کشاورزی زیرمجموعه وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است. این مجموعه با قدمتی نزدیک به یک قرن، به‌ویژه در دو دهه اخیر، گسترش زیادی پیدا کرده است و از سودمندی‌ها و کاستی‌هایی برخوردار است (جدول ۶).

جدول ۴- قانون‌های مرتبط با شرح وظیفه‌های وزارت جهاد کشاورزی.

آیین نامه شرح وظایف اساسی جهاد کشاورزی، مصوب هیئت دولت، ۱۳۸۱

- انجام پژوهش‌های کاربردی و توسعه‌ای در زمینه‌های مختلف کشاورزی و منابع طبیعی
- اجرای آموزش‌های علمی-کاربردی و فنی حرفه‌ای برای شاغلان بخش کشاورزی و صنایع روستایی
- آموزش روش‌ها و فنون نوین کشاورزی به تولیدکنندگان
- ترویج نتایج پژوهش‌ها به کارکنان و بهره‌برداران بخش کشاورزی
- حفاظت، جمع‌آوری، ارزیابی، احیا و توسعه ذخیره‌های توارث ژنتیکی، گوناگونی زیستی گیاهی و ژرم پلاسما گیاهی، دامی، آبزیان، ریزندامواره‌ها^۱ و حشره‌های مفید و زیانبار کشاورزی

قانون ثبت ارقام گیاهی و کنترل و گواهی بذر و نهال، مصوب مجلس شورای اسلامی ۱۳۸۲

- ساماندهی امر کنترل و گواهی بذر و نهال و حفظ حقوق مالکیت معنوی به‌نژادگران، شناسایی و ثبت ارقام جدید گیاهی و کنترل و نظارت بر امور بذر و نهال کشور

جدول ۵- نهاد پژوهشی دولتی وابسته به وزارت جهاد کشاورزی (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی).

ویژگی و اثربخشی	کمبودها و کاستی‌ها
داشتن همه حلقه‌های زنجیره لازم برای پژوهش (از بانک ژن تا عرصه تولید)	ورود به همه عرصه‌های پژوهشی برای پاسخگویی به نیازهای
داشتن شبکه گسترده ملی در سراسر کشور برای انجام آزمایش‌های لازم در اقلیم‌های مختلف	بخش اجرا
داشتن تجهیزات و ابزارهای پیشرفته آزمایشگاهی و میدانی لازم	همکاری ناکافی با دانشگاه‌ها و مراکزهای بین‌المللی
داشتن ارتباط مستقیم با بخش‌های اجرایی و تولیدی	گسترده‌گی ساختار و بزرگ شدن بدنه اجرایی که به چالاکي و
تمرکز بر پژوهش به عنوان کار اصلی	اثربخشی مجموعه آسیب زده است. ضعف حلقه ترویج که
توجه به تقاضا محوری	انتقال فناوری را با کندی روبه‌رو کرده است

دانشکده‌های کشاورزی و منابع طبیعی در تربیت پژوهشگر و کارشناس برای بخش اجرایی و پژوهش کشاورزی کشور موفق بوده‌اند، اما شوربختانه در انجام پژوهش‌های تأثیرگذار برای حل مشکل‌های کشور توفیق کمتری داشته‌اند. بخشی از این وضعیت به ضعف نظام نوآوری بخش کشاورزی مرتبط است که نتوانسته است دانشکده‌های کشاورزی و منابع طبیعی را در زنجیره نوآوری قرار دهد و بخشی هم مربوط به خود دانشگاه است که نتوانسته خود را با پیشرفت‌ها و

تغییرهای نظام نوآوری جهان همراستا کند. در شرایطی که دانشگاه‌های جهان تاکنون پنج نسل را تجربه کرده‌اند (زند و همکاران ۱۴۰۳)، دانشگاه‌های کشور هنوز از نسل دوم و سوم عبور نکرده‌اند.

معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری به‌عنوان نهادی به نسبت نوپا، که بیش از دو دهه از عمر آن می‌گذرد، اقدام‌هایی برای کمک به نظام نوآوری بخش کشاورزی انجام داده است (جدول ۷). معاون علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان نیز در این سال‌ها در بخش کشاورزی نسبت به دیگر بخش‌ها نقش‌آفرینی جدی نداشته است و اندک فعالیت‌های انجام شده نیز به دلیل پراکنده‌کاری و تغییر راهبردها ناشی از تغییر مسئولان، اثربخشی معنی‌داری در بخش کشاورزی نداشت. به‌نظر می‌رسد یکی از راهبردهای اثربخش معاون علمی و فناوری در بخش کشاورزی، کمک به توسعه پژوهش‌های خصوصی در بخش کشاورزی است.

جدول ۶- سودمندی‌ها و کاستی‌ها و جایگاه دانشگاه‌ها و مراکزهای علمی زیر مجموعه وزارت عتف در نظام نوآوری بخش کشاورزی.

ویژگی و اثربخشی	کمبودها و کاستی‌ها
دارا بودن ظرفیت زیاد نیروی انسانی - آمار نشان می‌دهد شمار اعضای هیئت علمی مرتبط با رشته‌های کشاورزی در دانشگاه‌های کشاورزی و منابع طبیعی کشور بیش از ۶۰۰۰ نفر است که ظرفیت بسیار خوبی است.	در اولویت نبودن پژوهش - تا چند دهه گذشته در دانشگاه‌های کشاورزی بیشتر آموزش اولویت داشت و حتی بر اساس برخی از مواد آیین نامه ارتقا، اگر فردی رکود علمی داشت، جریمه آن تبدیل از هیئت علمی آموزشی به پژوهشی بود. پژوهش در دانشگاه‌ها زمانی بیشتر رونق گرفت که دانشجویان آموزش‌های تکمیلی پذیرفته شدند. البته این ظرفیت هم به دلیل ماهیت آموزشی، بیشتر به سمت انتشار مقاله سوق داده شد.
برخوردار بودن از ظرفیت دانشجویان آموزش‌های تکمیلی - در پایان دهه ۱۳۹۰ شمار دانشجویان کارشناسی ارشد، دکتری حرفه‌ای و دکتری تخصصی رشته کشاورزی در کشور به ترتیب حدود ۲۴۰۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۱۴۰۰۰ نفر بود که در مجموع به حدود ۴۵۰۰۰ نفر می‌رسد. هر چند در سال‌های اخیر، از این شمار کاسته شده است، اما هنوز این مجموعه ظرفیت بسیار خوبی برای توسعه پژوهش‌های کشاورزی است.	جدایی از زنجیره تأثیرگذاری پژوهش - دانشگاه‌های کشاورزی به حلقه‌های پیشین و پسین پژوهش مانند منابع ژنتیکی، ترویج و حضور در عرصه‌های میدانی دسترسی کافی ندارند و اغلب فعالیت پژوهشی آن‌ها از تقاضای بهره‌وران دور است. بنابراین، یافته‌های پژوهشی دانشگاهی کمتر به عرصه راه پیدا کرد و بنابراین از زنجیره اثر گذاری پژوهش کشاورزی جدا افتاده است.
برخوردار بودن از امکان‌های آزمایشگاهی و میدانی - دانشگاه‌های کشاورزی و به ویژه دانشگاه‌های قدیمی تر و اصلی کشور از امکانات پژوهشی خوبی مانند کشتزار و گلخانه پژوهشی، آزمایشگاه و ابزار و ادوات لازم و حتی به روز، برخوردارند.	نقش کم‌رنگ در حل دشواری‌های کشور - به‌دلیل‌های مختلف، دانشگاه‌های کشاورزی و منابع طبیعی نتوانسته‌اند نقش پر رنگی در حل دشواری‌های کشور داشته باشند. در ابتدای تأسیس دانشگاه‌های کشاورزی (دهه‌های ۱۳۲۰ تا ۱۳۴۰) ارتباط دانشگاه‌های کشاورزی با بخش‌های اجرایی کشور بیشتر بود، برخی از دانشگاه‌ها فعالیت‌های خوبی برای حل دشواری‌های کشاورزی کشور انجام دادند، اما به مرور زمان، ارتباط‌های با بخش‌های اجرایی وزارت جهاد کشاورزی و کشاورزان کم شد و از اثربخشی آن‌ها در میدان عمل کاسته شده است.
تربیت پژوهشگران و کارشناسان کیفی - یکی از نقطه‌های مثبت دانشگاه‌های کشاورزی در سال‌های گذشته تربیت پژوهشگران و کارشناسان برای بخش‌های پژوهشی و اجرایی کشور بوده است. بیشتر پژوهشگران و کارشناسان شاغل در مجموعه‌های تحقیقاتی وزارت جهاد کشاورزی دانش‌آموختگان دانشگاه‌های درون کشور هستند که خوشبختانه از دانش کافی نیز برخوردار هستند.	توسعه کمی و اُفت کیفی - رشد فزاینده شمار دانشگاه‌ها و دانشکده‌های کشاورزی دولتی و کمبود منابع و امکانات مورد نیاز از یک سو و محدودیت بازار کار برای دانش‌آموختگان رشته‌های کشاورزی و منابع طبیعی از سوی دیگر، موجب کاهش کیفیت تدریس و پژوهش در برخی از جنبه‌ها شده است.
	هدفمند نبودن پایان نامه‌ها و رساله‌ها - بیشتر ظرفیت دانشجویان آموزش‌های تکمیلی به سمت حل دشواری‌های کشور سوق داده نشده است، البته در موردهایی که پایان نامه‌ها و رساله‌ها با مشارکت پژوهشگران بخش دولتی اجرا شد و یا در موردهایی که استادان دانشگاه به دلیل ارتباط‌های شخصی با بخش‌های اجرایی مرتبط بودند، دانشجویان را به انجام پژوهش‌های کاربردی و مورد نیاز تشویق کردند، اما شمار این دسته از پژوهش‌ها چشمگیر نیست.

پ- نهاد پژوهش‌های غیردولتی- در کشورهای پیشرفته، پژوهش‌های کشاورزی بخش خصوصی نقشی کلیدی دارند که بیشتر ناشی از حمایت دولت‌ها و وجود نظام نوآوری هدمند است. دولت‌ها با تخصیص بودجه عمومی به برنامه‌های رقابتی، شرکت‌ها را به همکاری تشویق می‌کنند. نمونه‌هایی مانند صندوق پژوهش و توسعه کشاورزی دو ملیتی یا مراکزهای رقابتی در آمریکا و سرزمین‌های اشغالی فلسطین، گویای این رویکرد است (OECD, 2018). در مقابل، در ایران بخش خصوصی حضور چندانی در پژوهش‌های کشاورزی ندارد که از دلایل آن می‌توان به جنبه‌های زیر اشاره کرد:

- ۱- ضعف بخش کشاورزی کشور و نداشتن توجیه اقتصادی،
- ۲- نداشتن قدرت رقابت با شرکت‌های بزرگ بین‌المللی و نهادهای پژوهشی دولتی داخلی،
- ۳- نبود حمایت دولت از بخش خصوصی،
- ۴- بی‌ثباتی مدیریتی و زیاد بودن دغدغه‌های پژوهش‌های کشاورزی،
- ۵- پرهزینه و زمان‌بر بودن پژوهش‌های کشاورزی و نبود زمینه مناسب برای ورود به زنجیره و جدا افتادن از زنجیره ارزش‌گذاری پژوهش‌ها،
- ۶- کوچک بودن واحدهای کشاورزی و ناتوانی کشاورزان برای حمایت از این بخش.

جدول ۷- جایگاه معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری در نظام نوآوری بخش کشاورزی.

ویژگی و اثربخشی	کمبودها و کاستی‌ها
تشکیل کانون‌های هماهنگی دانش و صنعت- این کانون‌ها در ابتدای دهه ۱۳۸۰ شکل گرفت و تا حدودی به صورت گسترده برای بسیاری از موضوع‌های مهم کشاورزی تشکیل شد. کانون‌ها در سال‌های اول بسیار قوی شروع شدند و تا مرحله تدوین سندها، خوب پیش رفتند.	کارایی نامناسب کانون‌های هماهنگی دانش و صنعت- در بخش کشاورزی به دلیل نبود قدرت اجرایی و منابع مالی لازم به تدریج از جایگاه آن‌ها کاسته شد، به گونه‌ای که در حال حاضر از برخی از آن‌ها تنها پوسته‌ای باقیمانده است.
راه‌اندازی ستادهای تخصصی- چندین ستاد تخصصی مرتبط با بخش کشاورزی و منابع طبیعی از جمله نانوفناوری، زیست‌فناوری و گیاهان دارویی و همچنین امنیت غذایی و کشاورزی سعی در انتقال و تجاری‌سازی فناوری را در بخش کشاورزی دنبال می‌کنند. ستادهای اقتصاد دانش بنیان در پایان دهه ۱۳۹۰ ایجاد شدند.	نداشتن خروجی مشخص در ستادهای اقتصاد دانش بنیان بخش کشاورزی- فعالیت‌های ستادها در مقابل نیازهای بخش کشاورزی به قدری ناچیز است که اثرگذاری آن در کشاورزی کشور بسیار محدود است.
حمایت از طرح‌های کلان- این طرح‌ها در پایان دهه ۱۳۸۰ شروع و در دهه ۱۳۹۰ نیز ادامه پیدا کرد. توجه به دشواری‌های کلان بخش کشاورزی و امنیت غذایی از هدف‌های تصویب آن‌ها بود.	کارایی نامناسب طرح‌های کلان- مبنای حمایت از این گونه طرح‌ها، نبود وابستگی مجریان آن‌ها به بخش‌های دولتی بود و بخش پژوهش‌های غیردولتی نیز در بخش کشاورزی متناسب با نیاز، توسعه نیافته بود (که در ادامه درباره آن بحث خواهد شد). در عمل، ظرفیت‌های لازم برای جذب این گونه منابع وجود نداشت. از این رو، جریان طرح‌های کلان نیز به جز در موردی بسیار اندک، نتوانست به حل دشواری‌های بخش کشاورزی کمک زیادی کند.
تشکیل شرکت‌های دانش بنیان- در دهه ۱۳۹۰ ایجاد شرکت‌های دانش بنیان یکی از کارهای مهم و مورد حمایت معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری بود. در این دوران شمار شرکت‌های دانش بنیان کشور رشد خوبی یافت و مراکزهای رشد و پارک‌های علمی و فناوری توسعه یافتند. در بخش کشاورزی نیز این توسعه به طور همسانی رخ داد که در برخی از بخش‌ها مانند تولید بذر، واکسن و داروهای دامی دستاوردهایی را کسب کرده‌اند.	دشواری‌های برخی از شرکت‌های دانش بنیان- ادامه فعالیت برخی از شرکت‌های دانش بنیان به دلیل کمبود قدرت رقابت با شرکت‌های خارجی و محصول‌های وارداتی.

پژوهش‌های کشاورزی به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند: ۱- پژوهش‌هایی که در نظام نوآوری کارآمد برای بخش خصوصی سودمندی اقتصادی چشمگیر دارند. مانند پژوهش‌های بخش دام و طیور، صنایع غذایی، گیاهان دارویی، تولید محصول‌های زراعی و باغبانی، رقم‌های دورگه (به ویژه سبزی و صیفی)، واکسن و دارو، کود و آفت‌کش، مکانیزاسیون و ماشین‌آلات، سلامت محصول و پایداری محیط زیست. ۲- پژوهش‌هایی که به طور ذاتی برای بخش خصوصی جذابیت

اقتصادی ندارند و باید توسط دولت حمایت شوند. مانند گیاه پزشکی، شناسایی و حفاظت از منابع پایه (جنگل‌ها، مرتع‌ها، خاک و آب)، منابع ژنتیکی و آبخیزداری.

در ایران، دسته دوم (پژوهش‌های دولتی) نسبت به دسته اول پیشرفت داشته است، اما دسته اول که باید توسط بخش خصوصی انجام شود، به دلیل ورود نکردن دولت به بخش‌های سوددار یا حمایت نادرست از واردات، توسعه نیافته است. دو کم‌کاری عمده در این زمینه مشاهده می‌شود. نخست، نبود حمایت از پژوهش‌های سوددار در بخش خصوصی. دوم، ادامه فعالیت دولت در بخش‌هایی که برای بخش خصوصی جالب هستند که یا مانع ورود بخش خصوصی شده یا به دلیل حمایت دولتی، قدرت رقابت را از آن گرفته است. از این‌رو، توسعه نهاد پژوهش‌های خصوصی در قالب نظام نوآوری ضروری است. این موضوع بر اساس بند نهم از بخش الف ماده دوم قانون وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، از وظایف‌های این وزارتخانه است. همچنین، وزارت جهاد کشاورزی به‌عنوان دستگاه اصلی سیاست‌گذار، باید با مشارکت نهادهایی مانند معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، برنامه‌ای ویژه برای توسعه پژوهش‌های بخش خصوصی تدوین و از اجرای آن حمایت کند. هرچند فعالیت‌هایی در قالب توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و مراکزهای رشد آغاز شده، اما به دلیل گستردگی نیازهای بخش، این اقدام‌ها بسیار محدود و کم‌اثر بوده است و بخش خصوصی همچنان نیازمند حمایت و توسعه جدی است.

ت- نهاد پژوهش‌های بین‌المللی- همکاری‌های بین‌المللی نقش کلیدی در شتاب جریان دانش و فناوری و افزایش اثربخشی نظام‌های نوآوری دارند. براین اساس، سندهای بالادستی کشور بر گسترش همکاری با مراکزهای معتبر جهانی و بهره‌گیری از تجربه‌های موفق بین‌المللی تأکید کرده‌اند (سیاست‌های کلی علم و فناوری، ۱۳۹۳). سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۶). توسعه تجارت محصول‌های دانش‌بنیان نیز به‌عنوان راهبردی برای پیوند نظام نوآوری با بازارهای منطقه‌ای و جهانی دنبال می‌شود.

دولت‌ها نقش مهمی در آسان‌سازی همکاری‌های پژوهشی منطقه‌ای و بین‌المللی دارند. همکاری در پژوهش و توسعه به کشورها امکان بهینه‌سازی منابع داخلی و بهره‌گیری از تخصص و سرریزهای پژوهش‌های جهانی را می‌دهد (OECD, 2013). برای ایران با گوناگونی اقلیمی و محصولی زیاد، پژوهش در همه زمینه‌ها غیرممکن و غیرضروری است. بسیاری از کشورها قطب‌های تخصصی برای محصول‌های ویژه ایجاد کرده‌اند که می‌توان از دستاوردهای آن‌ها بهره برد. استفاده از پژوهش‌های بین‌المللی ضمن کاهش هزینه‌ها، به بهبود کیفیت پژوهش‌های داخلی و جلوگیری از موازی‌کاری کمک می‌کند. در برخی از بخش‌ها مانند دام و طیور، باغبانی، بذره‌های دورگه و صنایع غذایی، ورود فناوری موفق بوده، اما در دیگر زمینه‌ها، عملکرد ضعیفی داشته است. البته، به تازگی طرح پژوهشی برای شناسایی فناوری‌های جریان‌ساز و دگرگون‌ساز و معرفی آن‌ها برای استفاده در بخش‌های مختلف کشور انجام شده که اگر از یافته‌های آن‌ها بهره‌گیری شود، کمک زیادی به توسعه فناوری در بخش کشاورزی کشور خواهد کرد (جوادی و همکاران، ۱۴۰۲). مهمترین نهاد بین‌المللی در این بخش، گروه مشورتی پژوهش‌های بین‌المللی کشاورزی است که با ۱۵ مرکز پژوهشی، بر کاهش فقر روستایی، امنیت غذایی و مدیریت پایدار منابع متمرکز است. ایران از نخستین و فعالترین اعضای این گروه است و پیش از تحریم‌ها، سه مرکز (سیمیت، ایکاردا و ایری) در ایران نمایندگی داشتند. شوربختانه، از سال ۱۴۰۰، تحریم‌ها ارسال ژرم‌پلاس به ایران را با مشکل روبه‌رو کرده است که به امنیت غذایی کشور آسیب می‌زند.

ارتباط دانشگاه‌های ایران با مراکزهای خارجی بیشتر محدود به انتشار مقاله است و اثربخشی چندانی در بخش کشاورزی نداشته است. تقویت همکاری پژوهشگران و مؤسسه‌های کشاورزی از راه قراردادهای پژوهشی مشترک، انتقال

فناوری و فرصت‌های مطالعاتی برای شبکه‌سازی علمی ضروری است (شریف‌زاده، ۱۳۹۳). توسعه بخش خصوصی در زمینه پژوهش و تولید محصول‌های فناورانه در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، بستری برای ارتباط با نهادهای غیردولتی ایران فراهم کرده، اما تاکنون از این ظرفیت استفاده مطلوب نشده است. هرچند بخش خصوصی در واردات فناوری بدون نهادینه‌سازی آن نقش دارد، اما این رویکرد موجب بومی‌سازی دانش نشده است.

نهاد توسعه منابع انسانی (آموزش)

نخستین مدرسه کشاورزی در ایران در سال ۱۲۷۹ خورشیدی به نام مدرسه فلاح‌مظفری، در قریه چهاردانگه تهران تأسیس شد. پس از تغییرهای متعدد در سال ۱۳۰۲ به مدرسه عالی فلاح و صنایع روستایی تغییر نام داد و در سال ۱۳۱۹ به دانشکده کشاورزی تغییر نام داد و در سال ۱۳۲۸ از وزارت کشاورزی جدا شد. از دهه ۱۳۳۰ دانشکده‌های کشاورزی در دیگر شهرهای بزرگ و از دهه ۱۳۶۰ به بعد، دانشکده‌های کشاورزی در واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی ایجاد شد. همچنین، از دهه ۱۳۶۰ مراکزهای آموزش عالی کشاورزی شکل گرفتند (حسینی روح‌الامین، ۱۴۰۰). در حال حاضر، فعالیت‌های آموزشی بخش کشاورزی در سه بخش آموزش عالی، مهارتی و بهره‌برداران دنبال می‌شود.

الف- بخش آموزش عالی- مهمترین نقطه قوت نظام آموزش عالی بخش کشاورزی ایران را می‌توان تربیت کارشناسان متخصص در رشته‌های مختلف علوم کشاورزی و منابع طبیعی و دوره‌های آموزش‌های تکمیلی دانست. تا آغاز دهه ۱۳۹۰ شمار دانشجویان در همه دوره‌های تحصیلی رشدی فزاینده داشته و از حدود ۱۷ هزار نفر در دهه ۱۳۷۰ به حدود ۲۵۰ هزار دانشجو در دهه ۱۳۹۰ رسید، هرچند در میانه دهه ۱۳۹۰ به بعد به حدود ۱۰۰ هزار دانشجو کاهش یافت (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). مهمترین نقطه ضعف این نظام، کم‌توجهی به تربیت نیروی ماهر با هدف ورود مستقیم به بخش‌های تولیدی است. این ناتوانی ریشه در انعطاف‌ناپذیری نظام آموزشی در برابر تغییرهای بیرونی و نیازهای جامعه دارد. افزایش یا کاهش شمار دانشجو در کشور همواره به شمار متقاضیان و ظرفیت‌سازی دانشگاه‌ها وابسته بود و ارتباط منطقی با بازار کار نداشته است. به عبارت دیگر، نظام آموزش عالی کشاورزی کشور به ندرت از نسل دوم فراتر رفت و نتوانسته با تربیت نیروی ماهر وارد دانشگاه نسل سوم شود. اگر این نظام نتواند دستکم خود را به نسل چهارم آموزش برساند و پرورش نیروی ماهر را در کنار آموزش و پژوهش در دستور کار قرار دهد، ادامه این مسیر موجب آسیب کشاورزان آینده و نیز آینده بخش کشاورزی خواهد شد و دانشگاه نیز جاذبه و مرجعیت خود را از دست خواهد داد.

ب- بخش آموزش مهارتی- آموزش‌های مهارتی بخش کشاورزی در سه بخش هنرستان‌های کشاورزی، سازمان فنی و حرفه‌ای و دوره‌های علمی-کاربردی انجام می‌شود. در سال تحصیلی ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱، حدود ۳۴ هزار دانش‌آموز از جمعیت ۲/۸۷ میلیون نفری دانش‌آموزان، در این بخش فعال بودند که تنها ۱/۲٪ از کل دانش‌آموزان کشور را شامل می‌شود. وزارت جهاد کشاورزی در همین دوره برای ۶۵۰۰ دانش‌آموز کاردانش و فنی‌حرفه‌ای و ۱۶ هزار مهارت‌آموز در ۱۴ رشته دیپلم کشاورزی برنامه‌ریزی کرده است (حیدرنژاد و همکاران، ۱۴۰۱).

روند تغییرهای دهه اخیر نشان می‌دهد سهم دانش‌آموزان رشته‌های کشاورزی بسیار کم است و بدون تدبیر مناسب، تربیت کشاورزان آینده با مشکل جدی روبه‌رو خواهد شد. آموزش حرفه‌ای کشاورزی در یک قرن گذشته جز در دوره‌هایی از دهه‌های ۱۳۵۰ و ۱۳۶۰ که هنرستان‌های کشاورزی مورد توجه بودند و دانش‌آموختگانی وارد عرصه کار شدند، عملکرد پذیرفتنی نداشته است. این وضعیت نشانگر ضرورت بازنگری اساسی در نظام آموزش مهارتی کشاورزی و افزایش جذابیت این رشته‌ها برای دانش‌آموزان است.

پ- بخش آموزش بهره‌برداران- با توجه به پیشرفت‌های جهانی در کشاورزی، انتظار از فعالان این بخش تغییر کرده و موضوع‌هایی مانند بهداشت محصول، حفظ منابع پایه، بهره‌وری و اخلاق حرفه‌ای اهمیت یافته و وارد متن‌های علمی جهانی شده است. بیش از پنج میلیون بهره‌بردار کشاورزی شامل ۶۸٪ در زراعت و باغبانی، ۲۸٪ در دام و طیور و ۴٪ در شیلات فعال هستند و بخش کشاورزی ۱۶٪ از کارآفرینی کشور را تشکیل می‌دهد (بی‌نام، ۱۴۰۲).

مهمترین ضعف این بخش، نبود نظام آموزشی مشخص است که موجب اندک شدن ضریب نفوذ فناوری و کاهش بهره‌وری شده است. برقراری چنین نظامی نیازمند به رسمیت شناختن پیشه کشاورزی، طبقه‌بندی پیشه‌ها، صلاحیت‌سنجی و مهارت‌افزایی همیشگی بهره‌برداران است. در این صورت، همه بهره‌برداران باید دوره‌های مهارت‌افزایی را بگذرانند و صلاحیت آن‌ها تایید شود تا بتوانند از حمایت‌های دولتی برخوردار شوند.

شاید آموزش بهره‌برداران ضعیف‌ترین بخش آموزش کشاورزی ایران است. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۳، ۳۴٪ بهره‌برداران بی‌سواد، ۳۵٪ دارای آموزش‌های ابتدایی، ۲۵٪ با آموزش‌های راهنمایی تا پیش‌دانشگاهی و تنها ۵٪ دارای آموزش‌های کاردانی و بالاترند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۸). بدین ترتیب، حدود ۶۵٪ بهره‌برداران کم‌سوادند و از آموزش‌های لازم بی‌بهره‌اند. از سوی دیگر، سازمان فنی و حرفه‌ای در آموزش‌های مهارتی فعال نیست و از انتهای دهه ۱۳۹۰، دوره‌های علمی-کاربردی کشاورزی حذف شده‌اند. نظام آموزش حرفه‌ای کشاورزی نیازمند دگرگونی اساسی است، در غیر این صورت در آینده نزدیک با کمبود نیروی ماهر روبه‌رو خواهد شد و کشاورزان کم‌مهارت آینده، موجب کاهش بهره‌وری خواهند شد.

نهاد پشتیبان کارآفرینی

نوآوری‌های کشاورزی فراتر از محصول‌های جدید، شامل الگوها و سیستم‌هایی با تأثیر اجتماعی مثبت هستند. ایجاد و توسعه بازار برای محصول‌های دانش‌بنیان، حلقه‌نهایی و حیاتی نظام نوآوری است که نوآوری را به ارزش اقتصادی تبدیل می‌کند. سیاست‌های کلان کشور از راه تجاری‌سازی دستاوردهای پژوهشی و حضور کارا در بازارهای داخلی و خارجی، بر افزایش سهم علم و فناوری در اقتصاد تأکید دارند (سیاست‌های کلی علم و فناوری، ۱۳۹۳). به همین دلیل، توسعه تجارت و صادرات محصول‌های دانش‌بنیان در سندهای بالادستی به عنوان راهبردی کلیدی برای ایجاد تقاضای پایدار مورد تأکید قرار گرفته است (سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه، ۱۳۹۶).

نهادهای پشتیبان کارآفرینی^۱ از شاخصه‌های اصلی زیست‌بوم نوآوری هستند که با نقش آسان‌سازی و توانمندسازی، فرایند ایجاد، توسعه و تجاری‌سازی ایده‌ها را آسان می‌سازند. این نهادها با ارائه خدمات‌هایی مانند آموزش تخصصی، مشاوره کسب و کار، تأمین سرمایه اولیه، آسان‌سازی دسترسی به بازار و شبکه‌سازی حرفه‌ای، نوآوری را به ارزش اقتصادی تبدیل می‌کنند (Cloitre et al., 2024). مهمترین شکل‌های این نهادها شامل پارک‌های علم و فناوری، مراکزهای رشد، شتاب‌دهنده‌ها، صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر، نهادهای واسط انتقال فناوری و مراکزهای ترویج نوآوری است. همکاری اثربخش این نهادها با دانشگاه، دولت و بخش خصوصی، زمینه‌ساز زیست‌بوم‌های کارآفرینی پایدار می‌شود.

ارزیابی تأثیر نوآوری‌های کشاورزی بیشتر بر اساس کارایی اقتصادی انجام می‌شود، اما هدف‌هایی مانند امنیت غذایی، حفاظت از محیط‌زیست و کاهش فقر، اهمیت فزاینده‌ای یافته‌اند و رویکردهای معیشتی و چندبعدی فراتر از رویکرد تنها اقتصادی هستند (Barrientos-Fuentes & Berg, 2013). بخش‌های نوآوری در کشورهای در حال توسعه بیشتر بر تولید

و توزیع متمرکزند، در حالی که کشورهای توسعه‌یافته بر ارائه نهاده‌های تولید متمرکز دارند. سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در نوآوری‌های کشاورزی سریع‌تر از بخش دولتی رشد می‌کند.

چالش‌های بخش کشاورزی ایران از جمله کاهش بهره‌وری منابع، دغدغه‌های اقلیمی و نیاز به نوسازی ساختارهای تولید، ضرورت توسعه نهاده‌های پشتیبان کارآفرینی را بیش از پیش آشکار کرده است. با این حال، زیست‌بوم کارآفرینی کشاورزی ایران در مرحله‌های آغازین قرارداد و برای بلوغ نیازمند سیاست‌گذاری هدفمند، حمایت مالی پایدار و نهادسازی مشارکتی است. ظرفیت‌سازی انسانی، اصلاح ساختارهای نهادی، بهبود دسترسی به منابع مالی و ارتقای زیرساخت‌های نوآوری از عامل‌های کلیدی در شکل‌گیری این زیست‌بوم هستند (Norouzi et al., 2023). استفاده از الگوهای منطقه‌ای و محلی برای تقویت نهاده‌های حمایتی نیز نقش کارایی در تاب‌آوری اقتصادی جامعه‌های روستایی و کارآفرینی برای جوانان دارد.

نهاد انتشار فناوری

نهاد انتشار فناوری به مجموعه‌ای از ساختارها و سازوکارهای سازمان‌یافته گفته می‌شود که وظیفه انتقال دانش و فناوری‌های نوین از منابع تولید به کاربران نهایی (کشاورزان، بنگاه‌های تولیدی، تعاونی‌ها و شرکت‌های خدمات‌های فنی) را بر عهده دارند. هشت عامل کلیدی در نظام تولید، انتقال و کاربرد فناوری کشاورزی عبارتند از برنامه‌ریزی، سیاست کشاورزی، ترویج و مشارکت، منابع، سرمایه‌گذاری، فراوانی و پراکندگی، کاربران و زمان تولید و انتقال (اسدی و همکاران، ۱۳۸۳). در نظام نوآوری، تولید دانش و فناوری به دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های پژوهشی منحصر نیست، بلکه بهره‌برداران و شرکت‌های تولیدکننده و توزیع‌کننده نهاده‌ها و محصولات نیز می‌توانند منبع تولید فناوری باشند. نهاد انتشار فناوری به‌عنوان رابط میان نظام پژوهشی و جامعه بهره‌بردار، با روش‌هایی مانند آموزش‌های میدانی، ترویج مشارکتی، نمایشگاه‌های فناورانه، طرح‌های اولیه، شبکه‌های کشتزاری و سامانه‌های مشاوره‌ای دیجیتال به استقرار فناوری‌های جدید کمک می‌کنند. این نهادها افزون بر انتقال فناوری، فرایند بومی‌سازی، همخوانی با شرایط اقلیمی و فرهنگی و ارزیابی اثربخشی فناوری‌ها را نیز دنبال می‌کنند.

بهبود بهره‌وری در علوم و فناوری کشاورزی از چهار راه، ظرفیت عرضه فناوری را افزایش می‌دهد. ۱- افزایش کمی عرضه فناوری با ارائه محصول‌های بیشتر، ۲- بهبود کیفی با به‌روزرسانی محصول‌های موجود، ۳- بهبود کیفیت نهاده‌های احیای روستاها با افزایش دانش فنی و ۴- ایجاد اثر نمایشی برای الگوبرداری منطقه‌های کمتر توسعه‌یافته (Wu et al., 2024). کشورهایی مانند هند، برزیل و چین با توجه به گوناگونی ساختاری کشاورزی، الگوهای تلفیقی از ترویج عمومی و خصوصی را به‌کار گرفته‌اند. برای نمونه، در هند نظام ترویج دولتی بر کشاورزان خرده‌پا متمرکز است، در حالی که شرکت‌های بزرگ فناور، خدمات‌های ترویجی را به کشاورزی قراردادی و صنعتی ارائه می‌دهند (Glendenning et al., 2010). تجربه هلند نیز نشان می‌دهد که کارگزاران نوآوری به عنوان تسهیل‌گران مستقل، با ایجاد همکاری‌های چندجانبه، فرایند نوآوری را تسریع می‌کنند (World Bank, 2012).

از دید سیاست‌گذاری، یک نهاد انتشار فناوری کارا، فاصله میان تولید و کاربرد فناوری را کاهش می‌دهد و بهره‌وری، پایداری و تاب‌آوری نظام کشاورزی را بهبود می‌بخشد. همچنین، این نهادها می‌توانند با واکاوی نیازهای فناورانه، نقش کارایی در واکنش‌پذیری نظام نوآوری به چالش‌های اقلیمی و بازار داشته باشند. در این مسیر، ترویج ساختارمند فناوری یکی از اجزای کلیدی نظام نوآوری کشاورزی شناخته می‌شود. در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، این نهاد ارتباط میان مرکزهای پژوهشی، سیاست‌گذاران، بخش خصوصی و بهره‌برداران را برقرار و از راه کانال‌های رسمی و

غیررسمی به بهبود سطح نوآوری کمک می‌کند. بنابراین، به نظر می‌رسد، طراحی نظام جامع حمایتی در بخش کشاورزی برای ارائه خدمات‌های فنی و ترویجی با تکیه بر ظرفیت‌های بخش خصوصی، تعاونی‌ها و تشکلهای صنفی ضروری باشد (شریف‌زاده و همکاران ۱۳۹۳).

کشاورزی ایران ساختاری دوگانه دارد. بخش کوچکی از بهره‌برداران در قالب شرکت‌های بزرگ و کشت و صنعت‌ها فعالیت می‌کنند، در حالی که بخش بزرگی توسط خانواده‌های روستایی خرده‌پا و معیشتی هدایت می‌شود که اغلب، دسترسی پایداری به خدمات‌های دانش‌بنیان ندارند و چه بسا قابلیت بهره‌گیری از آن را ندارند. در این شرایط، طراحی و استقرار نهاد ترویج فناوری باید متناسب با این ساختار ناهمگن شکل بگیرد. تجربه نظام نوین ترویج کشاورزی از سال ۱۳۹۴، با وجود ایجاد زمینه‌های اولیه برای نهادسازی محلی، به دلیل نبود تفکیک روشن در سیاست‌گذاری میان نیازهای بخش صنعتی و خرده‌پا، کارآمدی محدودی داشت (بی‌نام، ۱۳۹۷). بنابراین، پیشنهاد می‌شود طراحی نهاد ترویج فناوری با تفکیک دوگانه انجام شود. برای بخش صنعتی و فناوری‌محور، ترویج فناوری بیشتر توسط بخش خصوصی و شرکت‌های دانش‌بنیان انجام شود. برای بخش خرده‌پا و خانوادگی، دولت با تقویت مراکزهای خدمات‌های کشاورزی، توانمندسازی مروجان و توسعه سامانه‌های ترویجی دیجیتال، نقش محوری داشته باشد. در هر دو الگو، گذار از ساختار خطی ترویج سنتی به نگرش نظام‌مند در قالب نظام نوآوری ضروری است.

نهاد تولید کالا و خدمات

در چارچوب نظام نوآوری کشاورزی، نهاد تولید و خدمات‌ها به مجموعه‌ای از کنشگران و ساختارها گفته می‌شود که وظیفه تولید عملیاتی کالاها و خدمات‌های کشاورزی و همچنین ارائه خدمات‌های پشتیبان برای تولید محصول نهایی را در میدان عمل برعهده دارند. این نهادها همان جامعه هدف نهایی و کاربران نوآوری (یعنی کشاورزان و بنگاه‌های بهره‌بردار) هستند و نقش مهمی در کاربردی‌سازی دانش، بهبود بهره‌وری و انتشار نوآوری‌ها دارند. این نهادها عبارتند از: ۱- واحدهای تولیدی بزرگ و کشت و صنعت‌ها که توانایی به کارگیری و آزمون فناوری‌های نوین را دارند، ۲- شرکت‌های خدماتی و مشاوره‌ای کشاورزی که خدمات‌های فنی، تخصصی و فناورانه به کشاورزان ارائه می‌کنند، ۳- شرکت‌های تأمین نهاده و ماشین‌آلات که تأمین‌کننده فناوری‌های فیزیکی مورد نیاز کشتزار هستند، ۴- شرکت‌های دانش‌بنیان و نوپا که خدمات‌های نوآورانه در بخش‌هایی چون کشاورزی دیجیتال، پهباد، هوش مصنوعی و مانند این‌ها را ارائه می‌دهند و ۵- واحدهای بخش خصوصی و تعاونی‌ها که تولید و خدمات را همزمان انجام می‌دهند و در زنجیره‌های ارزش کشاورزی حضور فعال دارند. در کشورهایی با کشاورزی پیشرفته، این نهادها افزون بر ارائه خدمات‌های سنتی، نقش مهمی در توسعه و آزمایش فناوری‌های نوین، توسعه بازار و بازخورد به نهادهای علمی و سیاست‌گذار دارند. به عبارت دیگر، آن‌ها نه تنها گیرنده نوآوری هستند، بلکه در بسیاری از موارد خود نیز تولیدکننده و شریک در تولید نوآوری محسوب می‌شوند (World Bank, 2008).

در ایران نیز نهاد تولید و خدمات‌ها دارای جایگاهی راهبردی است، اما با چالش‌هایی مانند ناترازی میان تقاضای فناوری و عرضه آن، ضعف ارتباط با نهادهای دانش و سیاست و تمرکز زیاد بر ارائه خدمات‌های تکراری و غیرنوآورانه رو به رو است. از جمله محرک‌های بهبود نقش‌آفرینی نهاد تولید کالا و خدمات‌های در توسعه نظام نوآوری بخش کشاورزی می‌توان به سرمایه‌گذاری در تولید، یکپارچه‌سازی زمین‌ها، توسعه زنجیره‌های ارزش محصول‌ها، حمایت از صنایع تبدیلی و تکمیلی بخش کشاورزی، آموزش و توانمندسازی بهره‌برداران و توسعه شبکه ارتباط‌های بین‌المللی اشاره کرد. با این حال، در سال‌های اخیر، با توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان کشاورزی، ایجاد مراکزهای خدمات‌های کشاورزی غیردولتی و گسترش کشت و صنعت‌ها و

کشتزارهای بزرگ فناوری محور، این نهاد به تدریج در حال انجام نقش فعالتری در نظام نوآوری است. برای تقویت نقش این نهاد در نظام نوآوری کشاورزی، لازم است سیاست‌های حمایتی، مشوق‌های مالیاتی و اعتبارسنجی فناوریانه تدوین شود.

راهکار تقویت نظام نوآوری کشاورزی ایران

با وجود سابقه‌ای صدساله در ایجاد مؤسسه‌های پژوهشی، آموزشی و ترویجی دولتی، نظام نوآوری کشاورزی ایران هنوز به بلوغ لازم نرسیده و در ایجاد هم‌افزایی میان ظرفیت‌ها و بازیگران گوناگون ناکام مانده است. از مهمترین دشواری‌های سیستمی این نظام می‌توان به این موارد اشاره کرد: ضعف در حکمرانی و حاکمیت رویکرد خطی به جای نگاه سیستمی، نبود نهاد هماهنگ‌کننده قوی، کمبود نهادهای میانجی مانند صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر و سازمان‌های آسان‌ساز انتقال فناوری در بخش غیردولتی، ضعف همکاری‌ها و شبکه‌های میان بازیگران، نبود رقابت میان بنگاه‌ها، کم‌بودن ظرفیت جذب نوآوری در میان تولیدکنندگان و وابستگی شدید به منابع مالی دولتی با سهم اندک بخش خصوصی در تولید و انتشار دانش (صابری و همکاران، ۱۳۹۲). از دید نهادی، سدهای نتیجه‌بخشی سیاست‌گذاری نوآوری شامل بی‌توجهی دولت به سرمایه‌گذاری شرکت‌های تجاری در پژوهش و توسعه، استانداردهای قانونی ضعیف، نظام‌های مالی توسعه‌نیافته، نبود زیرساخت مناسب کسب و کار، شرایط اقتصادی نامساعد، نبود سازمان‌های مستقل برای حمایت از شرکت‌ها و همچنین، قانون‌های نادرست و دست و پاگیر است (مؤمنی و علیزاده، ۱۳۹۲؛ باقری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵). شیرزادگان و همکاران (۱۴۰۴) نیز شکست‌های سیستمی نظام ملی نوآوری ایران را شامل نبود انسجام میان سیاست‌ها و ضعف در نظارت و ارزیابی، تولی‌گری چندگانه در علم و فناوری، ضعف در هماهنگی و تقسیم کار شفاف میان کنشگران، ضعف در سازوکارهای مشارکت و هم‌افزایی برای ارائه مشاوره و انتشار فناوری و ضعف در اولویت‌بندی دشواری‌ها و ارائه راهکارهای سیاستی متناسب با نیازهای منطقه‌ای و ملی معرفی کرده‌اند. شناسایی این مشکل‌های سیستمی، زمینه را برای سیاست‌گذاری‌های درست و بهبود کارایی نظام نوآوری کشاورزی فراهم می‌کند.

کشورهای جهان بر اساس تاریخچه، ظرفیت علمی و رویکردهای حکمرانی، الگوهای متفاوتی از نظام نوآوری کشاورزی را دنبال کرده‌اند. ایالات متحده آمریکا الگوی علم‌محور و شرکت‌محور را با محوریت دانشگاه‌های دارای اعطای زمین و سرمایه‌گذاری کلان بخش خصوصی در زیست‌فناوری و ماشین‌آلات پیش گرفته است (Pardey & Alston, 2012; Schechtman, 2012). کانادا و انگلستان نمونه‌های موفق بازارمحوری راهبردی هستند که در آن‌ها نیاز مصرف‌کننده و رقابت‌پذیری صادراتی، همراه با سازوکارهای هدفمندی مانند سرمایه‌گذاری جمعی کشاورزان در کانادا و برنامه‌ریزی بلندمدت کلان در انگلستان، جهت‌دهنده نوآوری است (Gray, 2012; Muir, 2012). در مقابل، فرانسه و ترکیه الگوی دولت‌محور را دنبال می‌کنند که در آن، دولت با برنامه‌ریزی، تأمین بودجه عمومی و سیاست‌های حمایتی، هدایت نظام را بر عهده دارد (Bergeret, 2012). هلند و اتحادیه اروپا الگوی شبکه‌محور را با همکاری نزدیک دولت، پژوهش و بخش خصوصی در قالب مثلث طلایی و خوشه‌های نوآوری به کار گرفته‌اند که نقش کارگزاران نوآوری در آسانی همکاری‌ها در این الگو برجسته است (Gerlitz, 2012; Klerkx, 2012; Poppe, 2012). استرالیا و هند نظام کشتزارمحور را با محوریت نیازهای کشاورز، شبکه‌های گسترده ترویجی و توسعه فناوری‌های کاربردی متناسب با شرایط محلی پیاده کرده‌اند. در استرالیا از راه مشارکت دولتی-خصوصی در قالب شرکت‌های پژوهش و توسعه و در هند با بهره‌گیری گسترده از فناوری اطلاعات و ارتباطات برای مدیریت دانش روستایی، ترویج و توسعه فناوری دنبال شده است (Grant, 2012).

(Venkatasubramanian & Mahalakshmi, 2012). در پایان، چین نیز الگوی دولت‌محور راهبردی را با مشارکت فعال شرکت‌های بزرگ فناوری و سرمایه‌گذاری کلان در اولویت‌هایی مانند امنیت غذایی و زیست‌فناوری دنبال می‌کند (Hu, 2012). با بهره‌گیری از تجربه‌های موفق جهانی و با توجه به ظرفیت‌ها و محدودیت‌های بومی ایران، پیشنهاد می‌شود که نظام نوآوری کشاورزی کشور به صورت کنسرسیوم ملی شبکه‌محور با راهبری دولت و مشارکت کشاورز طراحی شود. در این ساختار، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (سازمان تات) به همراه دانشکده‌ها و مراکزهای پژوهشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و همچنین وزارت جهاد کشاورزی، در قالب یک هیأت امنای مشترک، هسته اصلی کنسرسیوم را تشکیل می‌دهند. راهبری این هسته با هیأت امنای و تأمین بودجه پایه توسط دولت انجام می‌شود، اما همکاری‌ها به صورت شبکه‌ای و با مشارکت فعال بخش خصوصی، شرکت‌های دانش‌بنیان و تشکلهای کشاورزی سازماندهی شود. این کنسرسیوم با ایجاد پیوند نظام‌مند میان حلقه‌های تولید دانش، انتقال فناوری، بهره‌برداران، بازار و سیاست، ضمن تولید فناوری‌های کاربردی، امکان تجاری‌سازی و انتقال سریع نوآوری به کشتزار را فراهم و مسیر توسعه پایدار کشاورزی در ایران را هموار می‌کند. برآوردن این هدف نیازمند به‌سازی الگوی حکمرانی، تقویت نهادهای میانجی غیردولتی، گوناگونی منابع مالی، بازنگری اساسی در نظام آموزش و ترویج و افزایش ظرفیت جذب فناوری در سطح تولیدکنندگان است.

منابع

- اسدی، علی؛ ملک‌محمدی، ایرج؛ حسینی، سید محمود؛ جعفرنژاد، احمد. (۱۳۸۳). تحلیل عاملی سازه‌های اثربخشی نظام تولید، انتقال و کاربرد فناوری کشاورزی. *فصلنامه علوم کشاورزی ایران*، ۳۵(۴)، ۹۳۳-۹۴۱.
- ایران‌نژاد رانکوهی، فریسا؛ میردامادی، سیدمهدی؛ فرج‌اله حسینی، سیدجمال؛ لشگرآرا، فرهاد؛ رضایانه، محمدرضا. (۱۴۰۰). بیانیه رسالت و چشم‌انداز نظام نوآوری کشاورزی ایران. *تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی*، (پیاپی ۵۶)، ۱-۱۵.
- باقری، سید کامران. (۱۳۸۲). *بررسی حلقه‌های مفقوده ارتباط دولت، دانشگاه و صنعت در ایران بر اساس رویکرد نظام نوآوری*. هفتمین کنگره سراسری همکاری‌های دولت، دانشگاه و صنعت برای توسعه ملی، اصفهان.
- باقری‌نژاد، جعفر؛ کسرائی، احمدرضا؛ فرشاد، هومن. (۱۳۹۵). شناسایی و تحلیل مشکلات سیستمی در نظام نوآوری ملی ایران. *فصلنامه نوآوری و ارزش‌آفرینی*، ۵(۱۰)، ۱-۲۴.
- بی‌نام. (۱۳۹۷). *عملکرد نظام نوین ترویج کشاورزی و منابع طبیعی*. مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی.
- بی‌نام. (۱۴۰۲). *سیمای کشاورزی ایران: ظرفیت‌ها، تولیدات و اطلاعات کشاورزی کشور و استان‌ها در یک نگاه (ویراست سوم)*. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- جوادی، ارژنگ؛ عرب‌خدری، محمود؛ زند، اسکندر؛ نجفیان، گودرز؛ قربانی نصرآباد، قربان؛ همکاران. (۱۴۰۲). *احصا و اولویت‌بندی فناوری‌های نوین در حوزه‌های مختلف کشاورزی و منابع طبیعی به منظور دستیابی به امنیت غذایی کشور (گزارش نهایی طرح تحقیقاتی)*. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی. ۱۳۸۲. *مجمع تشخیص مصلحت نظام*. برگرفته از: <https://maslahat.ir/fa/news/5167/>
- حسینی روح‌الامین، جمیله‌السادات. (۱۴۰۰). سیر تحول آموزش کشاورزی در مدارس ایران. *مجله دارالفنون*، ۱۵(۴)، ۶۱-۷۶.
- حیدرنژاد، ارکیده؛ مقدس فریمانی، شهرام؛ نیک فرجام، حسین؛ موسوی، سیدکریم؛ سیفی، رقیه، طهماسبی، مریم؛ قاسمی، جواد؛ مهرورزان، رزیتا. (۱۴۰۱). *طرح کشاورزان آینده (ویراست سوم)*. مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی.

حیدری، حسن. (۱۳۸۶). نظام ملی نوآوری به عنوان چارچوبی برای تحلیل نوآوری: رویکردی نظری. *تحقیقات اقتصادی ایران*، ۹(۳۳)، ۱۶۳-۱۲۹.

رعنائی کردشولی، حبیب‌الله؛ مرتضوی، مهدی. (۱۳۸۹). *مدیریت تحقیقات کشاورزی در ایران: چالش‌ها*. نشر آموزش کشاورزی. زند، سلیمان؛ صالحی عمرات، ابراهیم؛ کرمان، زینب. (۱۴۰۳). بررسی تطبیقی دانشگاه نسل پنجم در آموزش عالی ایران (مورد مطالعه: ایران و کشورهای منتخب). *مجله مرکز مطالعات و توسعه آموزش علوم پزشکی یزد*، ۱۹(۱)، ۷۶۳-۷۷۵.

سازمان همکاری اقتصادی و توسعه. (۱۳۹۷). *پایش و ارزشیابی سیاست‌های کشاورزی در کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) و هشت اقتصاد نوظهور (ف. عسکری و ر. محمدزاده، مترجمان)*. وزارت جهاد کشاورزی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی.

سلطانی، بهزاد؛ حاجی‌حسینی، حجت‌الله؛ آراستی، محمدرضا؛ قاضی‌نوری، سیدسپهر؛ رضوی، محمدرضا؛ شفیعا، محمدعلی؛ منطقی، منوچهر؛ طباطبائی، سید حبیب‌الله؛ شاوردی، مرضیه. (۱۳۹۶). مروری بر چالش‌های نظام ملی نوآوری ایران و ارائه سیاست‌ها و راهکارهایی برای بهبود. *مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی*، ۷(۲۳)، ۱۸۵-۱۹۸.

سیاست‌های کلی امنیت فضای تولید و تبادل اطلاعات و ارتباطات (افتا). (۱۳۸۲). مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی برگرفته از: <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/1800084>

سیاست‌های کلی برنامه پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی. (۱۳۸۹). مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. برگرفته از: <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/79019>

سیاست‌های کلی علم و فناوری (نظام آموزش عالی، تحقیقات و فناوری). (۱۳۹۳). مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. برگرفته از: <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/1800084>

سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران. (۱۳۹۶). مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. برگرفته از: <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/790196>

شریف‌زاده، ابوالقاسم؛ حسینی، سیدمحمود؛ کلانتری، خلیل؛ اسدی، علی. (۱۳۸۵). نظام تحقیقات کشاورزی ایران: مسایل و رهیافت‌ها. *روستا و توسعه*، ۹(۳)، ۹۹-۱۳۰.

شریف‌زاده، ابوالقاسم؛ عبدالله‌زاده، غلامحسین؛ شریفی، مهنوش. (۱۳۹۳). آسیب‌شناسی مدیریت تحقیقات و توسعه فناوری کشاورزی در چارچوب نظام نوآوری کشاورزی. *مجله اقتصاد و توسعه کشاورزی*، ۲۸(۱)، ۷۱-۸۲.

شیرزادگان، علی؛ صفدری رنجبر، مصطفی؛ علیزاده، پریرا. (۱۴۰۴). شناسایی و دسته‌بندی شکست‌های سیستمی در نظام ملی نوآوری ایران. *سیاست‌نامه علم و فناوری*، ۱۵(۱)، ۱۰۳-۱۲۳.

صابری، امیرمسعود؛ نوتاش، محمدرضا؛ جوادی، ارژنگ؛ شه‌میرزادی، طیبیه؛ بشیری، جواد. (۱۳۹۲). نظام نوآوری بخش کشاورزی (پروژه تحقیقاتی). *سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی*.

ظریفیان، شاپور؛ مصطفوی، سمیه؛ یادآور، حسین؛ شعبانعلی فمی، حسین. (۱۴۰۲). تحلیل کارکردهای نظام نوآوری کشاورزی در توسعه دانش‌بنیان بخش کشاورزی. *روستا و توسعه*، ۲۶(۳)، ۲۷-۵۲.

عسگری بزیه، فاطمه؛ محمدزاده، رویا. (۱۳۹۸). نظام نوآوری کشاورزی و نقش دولت‌ها در توسعه و تقویت آن. *علوم و فناوری اطلاعات کشاورزی*، ۲(۱)، ۱۹-۳۴.

- کاظم، رخساره؛ بختیاری، رضا؛ یحیایی، فریبا؛ مهماندوست، زهراسادات. (۱۴۰۰). گزارش گروه پژوهشی نظام‌های نوین برنامه‌ریزی، بودجه‌ریزی و مدلسازی (مجموعه گزارش شماره ۷۲). مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری.
- کمیسیون تدوین و هماهنگی سیاست‌های علم و فناوری. (۱۳۹۶). سیاست‌ها و اولویت‌های پژوهش و فناوری کشور ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰. شورای علوم، تحقیقات و فناوری.
- ماقبل، روح‌اله؛ نادری مهدی، کریم؛ یعقوبی فرانی، احمد؛ محمدی، مهدی. (۱۳۹۶). شناسایی و تبیین استلزامات کارکردی نظام نوآوری فناورانه کشاورزی. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۳۱(۳)، ۱۹۶-۲۰۶.
- مرکز آمار ایران. (۱۳۹۵). دانشجویان دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و دانشگاه آزاد اسلامی برحسب گروه‌های عمده رشته تحصیلی. برگرفته از: <https://amar.org.ir/statistical-information/statid/21404>
- مرکز آمار ایران. (۱۳۹۸). کشاورزی ایران در یک نگاه. برگرفته از: <https://amar.org.ir/statistical-information/statid/21656>
- ملونی، مریم؛ اسفندیاری مقدم، علیرضا؛ حسن‌زاده، محمد؛ بیات، بهروز؛ دزفولیان، حمیدرضا. (۱۳۹۹). زنجیره ارزش تحقیق و توسعه در نظام ملی نوآوری. فصلنامه مطالعات میان‌رشته‌ای در علوم انسانی، ۱۲(۴)، ۱-۳۳.
- مؤمنی، فرشاد؛ علیزاده، پریسا. (۱۳۹۲). تحلیل موانع نتیجه‌بخشی سیاست‌گذاری نوآوری در ایران از منظر نهادهی. فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۲(۸)، ۷۳-۸۹.
- میرعمادی، سیدایمان. (۱۳۹۸). نظام ملی نوآوری و نقش آن در بهبود سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری. سیاست علم و فناوری، ۱۱(۲)، ۱۳۵-۱۵۴.
- نوروزی، عفت؛ طباطبائی، سید حبیب‌الله. (۱۳۹۵). تبیین ضعف‌های نظام ملی نوآوری ایران با رویکرد کارکردگرا. ره یافت، ۲۶(۶۲)، ۳۵-۵۴.
- Barrientos-Fuentes, J.C. & Berg, E. (2013). Impact assessment of agricultural innovations: A review. *Agronomía Colombiana*, 31(1), 120-130.
- Bergek, A., Jacobsson, S., Carlsson, B., Lindmark, S. & Rickne, A. (2008). Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. *Research Policy*, 37(3), 407-429.
- Bergeret, P. (2012). Responses of the French Agricultural Knowledge System to new agricultural challenges. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 161-182). Paris, France, OECD Publishing.
- Cloitre, A., Theodoraki, C. & dos Santos Paulino, V. (2024). Entrepreneurial support organizations in sustainable knowledge-driven ecosystems. *The Journal of Technology Transfer*, 1-25.
- Dodgson, M., Gann, D.M. & Phillips, N. (Eds.). (2014). *The Oxford Handbook of Innovation Management*. Oxford University Press.
- Edquist, C. (2004). Reflections on the systems of innovation approach. *Science and Public Policy*, 31(6), 485-489.
- European Commission. (2016). A strategic approach to EU agricultural research & innovation. European Commission - DG Agri. Retrieved from: https://ec.europa.eu/newsroom/horizon2020/document.cfm?doc_id=16669
- FAO. (2018). FAO's work on agricultural innovation: Sowing the seeds of transformation to achieve the SDGs. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from: <http://www.fao.org/3/CA2460EN/ca2460en.pdf>
- Gerlitz, N. (2012). The European Union system for health and consumer protection. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 249-258). Paris, France, OECD Publishing.
- Glendenning, C.J., Babu, S.C. & Asenso-Okyere, K. (2010). Review of agricultural extension in India: Are farmers' information needs being met? (IFPRI Discussion Paper 1048). International Food Policy Research Institute. Retrieved from: <https://hdl.handle.net/10568/154873>.

- Grant, A. (2012). *Australia's approach to rural research, development and extension*. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 51-64). Paris, France, OECD Publishing.
- Gray, R. (2012). *Intellectual property rights and the role of public and levy-funded research: Some lessons from international experience*. In Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 183-204). Paris, France, OECD Publishing.
- Hekkert, M.P., Suurs, R.A., Negro, S.O., Kuhlmann, S. & Smits, R.E. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4), 413-432.
- Hu, R. (2012). *China's agricultural innovation system: Issues and reform*. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 63-76). Paris, France, OECD Publishing.
- IFPRI. (2019). *Capacity development for agriculture innovation: A practitioners' guidebook to a systems approach*. International Food Policy Research Institute. Retrieved from: <https://cd4ais.ifpri.info/what-is-an-agricultural-innovation-system/>
- Klerkx, L. (2012). *The role of innovation brokers in the agricultural innovation system*. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (p. 237-245). Paris, France, OECD Publishing.
- Li, H. & Zhang, Y. (2024). New quality agricultural productive force in China: The theoretical connotation and implementation path. *Expand. Horizons*, 6, 68.
- Minh, T.T. (2019). Unpacking the systemic problems and blocking mechanisms of a regional agricultural innovation system: An integrated regional-functional-structural analysis. *Agricultural Systems*, 173, 268-280.
- Muir, J.F. (2012). *Perspectives from the UK foresight global food and farming futures programme*. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 107-110). OECD Publishing.
- Norouzi, A., Sadighi, H., Abbasi, E., Fami, H.S. & Aski, H.M. (2023). Strategic analysis of startup ecosystem in Iran's agricultural sector. *Journal of Global Entrepreneurship Research*, 13(1), 17 p.
- OECD. (1999). *Managing National Innovation Systems*. OECD Publishing.
- OECD. (2012). *Improving agricultural knowledge and innovation systems: OECD Conference Proceedings*. Paris, France, OECD Publishing.
- OECD. (2013). *Agricultural innovation systems: A framework for analysing the role of the government*. OECD Publishing. Retrieved from: <https://doi.org/10.1787/9789264200593-en>
- OECD. (2015). *Agricultural policy monitoring and evaluation 2015*. OECD Publishing. Retrieved from: https://doi.org/10.1787/agr_pol-2015-en
- OECD. (2025). *Agricultural productivity and innovation*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Retrieved from: <https://www.oecd.org/en/topics/agricultural-productivityand-innovation>
- Pardey, P. G., & Alston, J. M. (2012). *Global and US trends in agricultural R&D in a global food security setting*. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 19-40). OECD Publishing.
- Pigford, A., Hickey, E.G.M. & Klerkx, L. (2018). Beyond agricultural innovation systems? Exploring an agricultural innovation ecosystems approach for niche design and development in sustainability transitions. *Agricultural Systems*, 164, 116-126.
- Poppe, K. (2012). *Agricultural Knowledge and Innovation Systems in transition: Findings of the SCAR Collaborative Working Group on AKIS*. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 41-52). OECD Publishing.
- Rajalahti, R., Janssen, W. & Pehu, E. (2007). *Scenario planning to guide long-term investments in agricultural science and technology: Theory and practice from a case study on India (Agricultural and Rural Development Notes No. 28)*. World Bank. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/10986/9546>

- Rajalahti, R., Woelcke, J. & Pehu, E. (2005). *Development of research systems to support the changing agricultural sector* (Agriculture and Rural Development Discussion Paper 14). World Bank.
- Rickne, A. (2000). *New Technology-Based Firms and Industrial Dynamics: Evidence from the Technological System of Biomaterials in Sweden, Ohio and Massachusetts* (Doctoral dissertation). Department of Industrial Dynamics, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Schechtman, M. (2012). *The United States approach for fostering new biological technologies and ensuring their safety*. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 257-264).). Paris, France, OECD Publishing.
- Venkatasubramanian, V. & Mahalakshmi, P. (2012). *Innovative institutional approaches for Agricultural Knowledge System management in India*. In: Improving Agricultural Knowledge and Innovation Systems: OECD Conference Proceedings (pp. 131-152). OECD Publishing.
- World Bank. (2008). *Agricultural innovation systems: From diagnostics toward operational practices*. Agriculture & Rural Development Department, World Bank.
- World Bank. (2012). *Agricultural innovation systems: An investment sourcebook*. World Bank Publications. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/10986/2247>.
- Wu, G., Wang, Y. & Yao, S. (2024). Impact of agricultural science and technology innovation resources allocation on rural revitalization. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1396129.

Agricultural Innovation System and Its Challenges in Iran

**Zand, E., Daneshian, J.¹, Bazargan, K., Montazer, G.
and Ebrahimzadeh Mosavi, S.M.²**

Agricultural Innovation System (AIS) is an integrated set of elements, processes, and relationships that plays a significant role in enhancing the productivity and sustainability of the agricultural sector by effective transfer and utilization of knowledge and technology. This system includes education and skills in science and technology, research and development, innovation and related activities, scientific and technical services, and administrative and support activities in the field of science and technology. The primary function of the AIS is to address the issues of the agricultural sector and translate them into tangible outcomes, including increased productivity, improved product health, enhanced producer income, and responsiveness to environmental and climatic challenges. Iran's AIS, despite nearly a century of activity and extensive academic and research network, skilled personnel, and significant number of university graduates, faces numerous challenges. These include the absence of a unified and holistic policy-making institution, weaknesses in support systems, evaluation mechanism, international relationships, capacity building of farmers, and the technology transfer network. These issues have led to decreased satisfaction with the system. In this article, while explaining the dimensions and history of Iran's AIS and addressing the strengths and weaknesses of each of its pillars, recommendations for improving the system are presented. These include fostering a holistic perspective, establishing a unified policy-making body, strengthening cross-sectoral collaboration, expanding international relationships, effective mechanisms for technology transfer, allocating financial resources and supporting knowledge-based companies, enhancing private sector participation, and reforming government policies in real needs of the agricultural sector.

Key words: Agricultural policies, National innovation system, Productivity, Sustainable development, Technology transfer.

1. Corresponding author's Email: eszand@areeo.ac.ir

2. Professor of Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organisation, Professor of Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organisation, Associate Professor of Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organisation, Tehran, Professor of Tarbiat Modares University, Professor of Tehran University, Tehran, respectively.