



مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب



اتاق بازرگانی صنایع معادن و کشاورزی ایران

صد پرسش برتر مهم برای آینده کشاورزی جهانی

بخش ۲: عملیات زراعی (پرسش‌های ۳۴-۵۸)

تهیه شده در گروه کشاورزی

مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب

مقدمه

با وجود رشد قابل توجه تولید مواد غذایی در نیم قرن گذشته، یکی از مهمترین چالش‌های پیش روی جامعه امروز چگونگی تأمین غذای حدود ۹ میلیارد نفر جمعیت مورد انتظار تا اواسط قرن بیستم است. بر اساس برآوردهای صورت گرفته به منظور پاسخگویی به تقاضای مورد انتظار برای غذا، بدون افزایش قابل توجه قیمت‌ها و با توجه به تأثیرات فزاینده تغییر اقلیم و نگرانی‌ها در رابطه با امنیت انرژی، میزان تولید غذا باید ۷۰ تا ۱۰۰ درصد افزایش یابد (FAO, 2009a; Godfray et al., 2010). همچنین برای از بین بردن نابرابری‌ها در تأمین غذا لازم است به دنبال راهکارهای جدید بود. امروزه جهان غذای کافی برای تغذیه جمعیت خود تولید می‌نماید، اما کم‌کم بیش از یک میلیارد نفر از مردم جهان از ناامنی غذایی و سوءتغذیه رنج می‌برند (IAASTD, 2009). چالش مذکور همچنین به واسطه افزایش قدرت خرید و تغییر رژیم غذایی در بسیاری از نقاط جهان، وجود موانع در دسترسی و توزیع مواد غذایی، به ویژه در فقیرترین مناطق، و فشار برای دستیابی به هدف توسعه هزاره، که کاهش ۵۰ درصدی فقر و گرسنگی در جهان تا سال ۲۰۱۵ است، تشدید می‌گردد (World Bank, 2007; Pretty, 2008; IAASTD, 2009; Royal Society, 2009).



علی‌رغم ظهور نوآوری‌ها و پیشرفت‌های فنی بسیار زیاد طی دهه‌های اخیر، تلفیق پیشران‌ها، کشاورزی در سطح جهان را که برای تضمین امنیت غذا و انرژی پایدار از نظر زیست‌محیطی و اجتماعی تحت فشار قرار دارد، با چالش‌های جدید و پیچیده‌ای مواجه نموده است (National Research Council, 2010a). آنچه که در نیم دهه گذشته منجر به پیچیدگی بیشتر مسائل شده، نوسانات فزاینده قیمت مواد غذایی و تأثیرات شدید آن بر فقرای جهان به‌ویژه در دوران اوج قیمت مواد غذایی در سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۸ میلادی (von Braun, 2010) و همچنین مناقشات سیاسی و علمی بر سر نقش سوخت‌های زیستی و اثر آن بر ذخیره و انتشارات کربن بوده است (FAO, 2008; Fargione et al., 2008; Searchinger et al., 2008). در واقع، تغییر کاربری زمین (برای هر هدفی) در حال حاضر به‌عنوان یک عامل اصلی تغییر جهانی مطرح می‌باشد (Tilman et al., 2001; InterAcademy Council, 2004; Rockstrom et al., 2009; Harvey and Pilgrim, 2010). بنا بر برآوردها، یک سوم انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان ناشی از سیستم کشاورزی و غذا است و این رقم دو برابر بیشتر از میزان گازهای گلخانه‌ای منتشرشده از بخش حمل و نقل می‌باشد (IPCC, 2007; Harvey and Pilgrim, 2010).



بنابراین، هدف بخش کشاورزی صرفاً به حداکثر رساندن بهره‌وری نیست، بلکه

بهینه‌سازی آن با در نظر گرفتن ابعاد و مسائل بسیار پیچیده‌ای نظیر تولید، توسعه

روستایی، عواقب ناشی از مسائل زیست‌محیطی و عدالت اجتماعی است (IAASTD,)

(2009; Godfray et al., 2010; Sachs et al., 2010).



در سالیان اخیر شناخت نسبت به پیچیدگی مسائلی که کشاورزی در سطح جهان با آن روبرو است به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است (World Bank, 2007; Royal Society, 2009; National Research Council, 2010a). با این وجود، کماکان چالش‌های شایان توجهی برای توسعه سیاست‌های ملی و بین‌المللی برای حمایت از ظهور گسترده اشکال پایدارتر بهره‌برداری از اراضی و تولید کارآمد محصولات کشاورزی در کشورهای صنعتی و در حال توسعه وجود دارد (Pretty, 2008). علی‌رغم تأکید فزاینده بر تبیین سیاست‌های مبتنی بر شواهد، وجود پیچیدگی و در بسیاری از موارد فقدان جریان اطلاعات بین دانشمندان، کارشناسان و سیاست‌گذاران به عنوان عامل تشدید مشکلات مطرح می‌شود (Defra, 2003; Sutherland et al., 2004, 2010b; Haddad et al., 2009).

این مقاله، با شناسایی ۱۰۰ پرسش از مهم‌ترین پرسش‌های پیش روی کشاورزی جهانی در پی بهبود گفت‌وگو و درک متقابل میان مطالعات کشاورزی و سیاست‌گذاری است. پرسش‌های مذکور توسط کارشناسان برجسته و نمایندگان سازمان‌های بزرگ کشاورزی در سراسر جهان گردآوری شده است و هدف آن بهره‌گیری از شواهد علمی معتبر به منظور اطلاع‌رسانی در تصمیم‌گیری‌ها و هدایت سیاست‌گذاران در مسیر آینده اولویت‌های پژوهش‌های کشاورزی و سیاست‌های حمایتی می‌باشد. همان‌طور که اطمینان‌یافتن از این موضوع ضرورت دارد که تصمیمات سیاسی بر اساس دانش علمی و اولویت‌ها اتخاذ شوند، این امر نیز بسیار حیاتی است که پژوهش‌ها به سمت مسائلی که روی چارچوب‌های خط‌مشی فعلی و آینده تأثیر می‌گذارند، هدایت شوند و با نیازها و مسائل کشاورزان و فعالان حوزه کشاورزی در مناطق مختلف جهان مرتبط باشند. در چنین شرایطی مؤسسات دولتی علمی و نهادهای سیاست‌گذاری می‌توانند از یک وضعیت انفعالی به وضعیت فعال و پویا تغییر ماهیت دهند (Pretty, 2009). توجه به این نکته ضروری است که راه‌حل‌های مشکلات کشاورزی احتمالاً به بستر و فرهنگ خاص وابسته هستند، در حالی که ۱۰۰ پرسش مدنظر کلی و نسبت به بستر نیز خنثی می‌باشند.



رهیافت افق-پژوهی مورد استفاده در مطالعه حاضر پیش‌تر برای شناسایی پرسش‌هایی در حوزه‌های بوم‌شناسی و حفاظت که بیشترین ارتباط را با سیاست‌گذاران، کارشناسان و پژوهشگران دانشگاهی دارند، به‌کار گرفته شده است (Sutherland et al., 2006, 2009). نسخه به‌کار گرفته شده در حوزه محیط زیست بر مبنای مشورت‌های صورت گرفته با نمایندگان سازمان‌های مهم حفاظت از محیط‌زیست، انجمن‌های علمی تخصصی و دانشگاه‌ها شکل گرفته است. این رهیافت پژوهشگرانی که خواستار کاربردی‌تر کردن مطالعات خود در راستای حفاظت از محیط زیست هستند و همچنین سازمان‌هایی که مایل به بازبینی و هدایت برنامه‌های تحقیقاتی و مالی خود می‌باشند، را هدف قرار داده است. نسخه پیشین بر اساس مشورت با نمایندگان ۳۷ سازمان بریتانیایی از جمله دولت، سازمان‌های مردم‌نهاد (NGOs) و دانشگاه‌ها شکل گرفته بود. در این روش، پرسش‌ها توسط سیاست‌گذاران و کارشناسان انتخاب شد و مخاطبان هدف نیز جامعه علمی بودند. از سال ۲۰۰۶، به‌منظور شناسایی پرسش‌های پژوهشی دارای اولویت، فرصت‌های توسعه سیاست‌های جدید و همچنین مسائل نوظهور در حوزه حفاظت از محیط زیست، اقدامات مشارکتی مشابهی در بریتانیا، ایالات متحده آمریکا و کانادا انجام گرفته است (Sutherland et al., 2008, 2009, 2010a).

هدف ما گردآوری فهرستی از ۱۰۰ پرسش برتر بود که اگر پاسخی برای آن‌ها فراهم شود اثر قابل توجهی بر اقدامات کشاورزی در سراسر جهان خواهد گذاشت و در عین حال منجر به ارتقای هم‌افزایی میان سیاست‌ها، اقدامات و تحقیقات کشاورزی می‌شود. به‌منظور دستیابی به این هدف، ما از یک رهیافت افق-پژوهی مشارکتی و فراگیر استفاده نمودیم که برای به حداکثر رساندن آزادی در توجه به دیدگاه‌های مختلف، دموکراسی در یکپارچه‌سازی و تثبیت این دیدگاه‌ها و دقت علمی طراحی شده است (Sutherland et al., 2010b). همچنین تیمی از نمایندگان و کارشناسان ارشد سازمان‌های بزرگ کشاورزی جهان، جوامع علمی تخصصی و مؤسسات غیردولتی و علمی گرد هم آمدند، که به روش‌های مختلف با ذی‌نفعان بالقوه این مطالعه از جمله کشاورزان و سیاست‌گذاران مرتبط هستند. هدف اساسی این است که فهرست ۱۰۰ پرسش برتر کشاورزی که به این ترتیب تهیه شده‌اند به عنوان راهنمایی برای تعیین سیاست‌های حمایتی و همچنین اولویت‌بندی برنامه‌های پژوهشی حوزه کشاورزی در سالیان آتی مورد استفاده قرار گیرد.



بنابراین، جامعه هدف ما شامل سیاست‌گذارانی که در جهت‌دهی به سیاست‌ها و پژوهش‌های آتی کشاورزی دخیل هستند و پژوهشگرانی که به دنبال جهت‌دهی و اولویت‌بندی تلاش‌ها و برنامه‌های کاری خود هستند، می‌باشد. هر یک از پرسش‌ها در حوزه‌ها و یا موضوعاتی که به عنوان اولویت مطالعات آتی کشاورزی شناسایی شده‌اند، دسته‌بندی شدند. مطالعه حاضر فهرست نهایی پرسش‌های گردآوری شده را گزارش می‌کند و همچنین هر گروه از سؤالات را با قراردادن آن‌ها در چهارچوب مسائل جاری کشاورزی مورد بحث قرار می‌دهد. این پژوهش بخشی از پروژه آینده‌نگاری دولت بریتانیا در مورد آینده‌های محتمل غذا و کشاورزی جهانی می‌باشد.

روش‌ها

به منظور شناسایی ۱۰۰ پرسش برتر کشاورزی و غذا در جهان، یک تیم چندرشته‌ای متشکل از نمایندگان و کارشناسان ارشد سازمان‌های بزرگ کشاورزی در سطح جهان، انجمن‌های علمی تخصصی و مؤسسات علمی برای تشکیل یک گروه اصلی از کارشناسان انتخاب شدند. این امر منجر به تماس با ۴۵ مؤسسه از کشورهای سراسر جهان شد. اگرچه مقر بسیاری از مؤسسات بین‌المللی در اروپای غربی یا آمریکای شمالی می‌باشد، بدلیل تعهداتی در سطح بین‌المللی یا جهانی آن‌ها، اکثر نمایندگان تجربه گسترده‌ای در حوزه کشاورزی در خارج از آن مناطق دارند. سپس دعوت‌نامه‌هایی که رویه و مسئولیت‌های اعضای اصلی گروه را مشخص می‌کرد، ارسال شد. گروه اصلی نهایی شامل ۵۵ نماینده ارشد مستقر در ۲۱ کشور بود. در بخش مؤلفان جزئیاتی از افراد و مؤسسات شرکت‌کننده و همچنین فهرست نویسندگان ارائه شده است.

فهرست ۱۰۰ پرسش طی یک فرآیند سه مرحله‌ای به دست آمد. در مرحله اول، از تمامی اعضای گروه اصلی خواسته شد از طریق مشورت گسترده و جمع‌آوری نظرات افراد خبره حاضر در شبکه‌های حرفه‌ای خود اقدام به ارسال فهرستی از پرسش‌های اولویت‌دار نمایند. اعضای گروه اصلی تشویق شدند تا از جنبه‌های مختلف و با در نظر گرفتن تجربیات سایر افراد خارج از حوزه تخصصی خود در خصوص این سوالات تفکر و تأمل نمایند (Sutherland et al., 2010b). شیوه‌های گوناگونی شامل تشکیل کارگاه‌ها، سمینارها، گروه‌های بحث و تبادل ایمیل (که در آن سایر اعضای مؤسسه قادر بودند که پرسش‌هایی از طریق پژوهش قابل پاسخ می‌باشند اما دانش قابل توجهی در مورد آن‌ها وجود ندارد را پیشنهاد نمایند) برای درخواست و گردآوری پرسش‌ها به کار گرفته شدند. پرسش‌ها می‌بایست با شماری از شاخص‌ها منطبق می‌بودند: (۱) باید امکان پاسخ‌دهی به سوالات و ارائه یک طرح پژوهشی واقع‌بینانه بر اساس آن وجود داشته باشد؛ (۲) باید برای سؤال‌ها پاسخ واقعی وجود داشته باشد و پاسخ آن وابسته به قضاوت فرد از ارزش‌های مختلف نباشد؛ (۳) باید پرسش‌هایی مد نظر قرار گیرند که پیش‌تر به آن‌ها پاسخ داده نشده باشد؛ (۴) باید موضوع، نوع مداخله و خروجی قابل اندازه‌گیری در پرسش‌های مربوط به تأثیر مداخلات مشخص باشد؛ (۵) پرسش‌هایی که احتمالاً پاسخ آن‌ها بله و خیر است، مناسب نیستند؛ (۶) پرسش‌ها می‌بایست در مقیاسی باشند که یک تیم از جنبه تئوری امکان تلاش منطقی برای پاسخ دادن به آن‌ها را داشته باشد. یک پرسش ایده‌آل، طرح پژوهشی مورد نیاز برای پاسخ به آن را پیشنهاد می‌نماید یا می‌تواند پرسش را در قالب یک فرضیه تحقیقاتی مجزا و یا به طور صریح‌تر به عنوان یک فرضیه قابل آزمون تجسم نماید (Pullin et al., 2009). در مجموع، ۶۱۸ پرسش به شکل رسمی (به‌همراه نام و سازمان شخص پیشنهاددهنده پرسش) برای بررسی ارائه گردید.

پرسش‌های ارسالی در ۱۴ موضوع مرتبط با اولویت‌های کشاورزی طبقه‌بندی شدند: (۱) اقلیم، حوزه‌های آبریز، منابع آب و اکوسیستم‌های آبی؛ (۲) تغذیه خاک، فرسایش و استفاده از کود؛ (۳) تنوع زیستی، خدمات اکوسیستم و اقدامات حفاظتی؛ (۴) انرژی، تغییرات اقلیمی و تاب‌آوری؛ (۵) سامانه‌ها و فن‌آوری‌های تولید محصولات زراعی؛ (۶) بهبود ژنتیکی محصولات زراعی؛ (۷) مدیریت آفات و بیماری؛ (۸) دام؛ (۹) سرمایه اجتماعی، جنسیت و ترویج؛ (۱۰) توسعه و معیشت؛ (۱۱) حکمرانی، سرمایه‌گذاری اقتصادی، قدرت و سیاست‌گذاری؛ (۱۲) زنجیره تأمین غذا؛ (۱۳) قیمت، بازار و تجارت و (۱۴) الگوهای مصرف و سلامت. سپس گروه اصلی به ۱۴ گروه کارشناسی (شامل ۳ تا ۵ کارشناس) تقسیم شد که هر کدام توسط یک هماهنگ‌کننده که مسئول معرفی و توسعه یک موضوع مشخص بود، رهبری می‌شد. از اعضای گروه اصلی دعوت به‌عمل آمد تا به هر تعداد گروه کارشناسی که مایل باشند، بپیوندند (هیچ محدودیتی برای اندازه گروه‌ها لحاظ نشده بود). وظیفه گروه‌های کارشناسی شامل بازبینی پرسش‌های مشروح در زمینه اختصاص داده‌شده به آن‌ها (در این مرحله، نام و وابستگی‌های سازمانی نویسندگان برای کاهش سوگیری‌های احتمالی حذف شد)؛ اصلاح، ترکیب مجدد یا بازنویسی پرسش‌ها در صورت لزوم با هدف اطمینان از وضوح و عدم تکرار آن‌ها؛ افزودن پرسش‌های جدید در جایی که در خصوص آن موضوع خلأ وجود دارد و سپس مرتب‌سازی آن‌ها به پنج پرسش «ضروری» و حدود ۱۰ پرسش «احتمالی» بود (پرسش‌های گروه دوم انعطاف‌پذیر بود و به صلاح‌دید هر گروه واگذار شدند). پرسش‌های ضروری به‌عنوان پرسش‌هایی تعریف شدند که در صورت پاسخ به آن‌ها بیشترین تأثیر را بر سامانه‌های کشاورزی و غذا جهانی در سراسر جهان خواهند گذاشت و سایر پرسش‌های باقیمانده رد شدند. از رتبه‌بندی پرسش‌ها نیز اجتناب شد چرا که ممکن بود رتبه‌بندی سوالات باعث افزایش احساس فشار برای ایجاد مجموعه گسترده‌تری از سوالات شود (Sutherland et al., 2010b). به‌منظور افزایش مشارکت و شفافیت، تمام ۱۴ گروه پرسش‌ها به‌صورت الکترونیکی بین اعضای گروه اصلی توزیع شد. به اشتراک‌گذاری تمام سوالات به هر یک از شرکت‌کنندگان این فرصت را داد تا پرسش‌ها را با نظر خود اصلاح و بسط دهند و در هر موضوعی که مناسب می‌دانند دسته‌بندی نمایند. این امر در نهایت منجر به ایجاد فهرستی از ۷۰ پرسش ضروری و ۱۴۶ پرسش احتمالی که در ۱۴ زمینه تقسیم شده بود، گردید.

در مرحله آخر، ۷۰ پرسش ضروری شناسایی شده توسط گروه‌های تخصصی به‌طور خودکار برای درج در فهرست ۱۰۰ پرسش نهایی انتخاب شدند. ۳۰ پرسش دیگر نیز از ۱۴۶ پرسش احتمالی و به‌واسطه فرآیند رأی‌گیری الکترونیکی که به وسیله دبیرخانه برگزار گردید، انتخاب شدند. برای انتخاب از میان سوالات احتمالی به هر یک از اعضای گروه اصلی حداکثر ۳۰ رأی اختصاص داده شد. از اعضای گروه اصلی خواسته شد که محدود به پرسش‌های تخصصی حوزه مطالعاتی خود نبوده و با بررسی فهرست کامل پرسش‌های احتمالی رأی دهند. به‌طور کلی، ۱۳۸۵ رأی اخذ گردید. در تمام مراحل، از اعضای گروه اصلی خواسته شد تا هر جا که احساس کردند به آن‌ها مرتبط است، پرسش‌ها را بازبینی و بازنویسی کنند. سپس داده‌ها جمع‌آوری، مجموع نمرات هر پرسش محاسبه و ۳۰ پرسشی که بیشترین رأی را داشتند برای درج در فهرست ۱۰۰ پرسش نهایی برگزیده شدند. در نهایت فهرست نهایی ۱۰۰ پرسش برای ویرایش نهایی بین تمامی اعضای گروه اصلی توزیع گردید.

نتایج

ما ۱۰۰ پرسش را در چهار بخش کلی که منعکس‌کننده مراحل مختلف سامانه تولید کشاورزی می‌باشند، ساماندهی کرده‌ایم: (۱) نهاده‌های منابع طبیعی؛ (۲) عملیات زراعی؛ (۳) توسعه کشاورزی و (۴) بازارها و مصرف. لازم به ذکر است که میان موضوعات مختلف مقداری همپوشانی نیز وجود دارد. به‌عنوان مثال، نگرانی‌ها در مورد بهبود ژنتیکی گیاهان زراعی اغلب با موضوع حفاظت از تنوع زیستی مرتبط می‌باشد، یا پرسش‌هایی که پیرامون دام مطرح می‌شود اغلب با موضوع تغییر اقلیم در ارتباط هستند. با این وجود، ما اطمینان حاصل کرده‌ایم که در فهرست نهایی پرسش‌ها، تکراری وجود نداشته باشد. لازم به ذکر است که فهرست نهایی ۱۰۰ پرسش به ترتیب اولویت رتبه‌بندی نشده‌اند. در گزارش حاضر به قسمت دوم مقاله "صد پرسش برتر مهم برای آینده کشاورزی جهانی" با محوریت عملیات زراعی پرداخته شده است.





سامانه‌ها و فن‌آوری‌های تولید محصولات زراعی

به منظور تأمین تقاضای مواد غذایی و علوفه ناشی از رشد جمعیت و افزایش احتمالی درآمد در طول قرن بیست و یکم، افزایش ۷۰ تا ۱۰۰ درصدی تولید محصولات زراعی ضروری است (Godfray et al., 2010; FAO, 2009a).

علاوه بر این، به دلیل محدودیت منابع زمین و آب، بخش عمده‌ی افزایش تولید باید از طریق تسریع نرخ تغییرات فن‌آوری و سوق دادن سیستم تولید کشاورزی و دامی به سمت سیستم فشرده و پایدار صورت گیرد (World Bank, 2007; FAO, 2009b; Royal Society, 2009; Godfray et al., 2010; National Research Council., 2010a).

دو مثال رقیب که به دنبال تقسیم راهبردهای تولید غذا بر اساس دو راهکار اصلی «زیست‌فن‌آوری کشاورزی» و «کشاورزی ارگانیک» هستند، به تازگی از نظر علمی مورد توجه قرار گرفته‌اند (Royal Society, 2009; National Research Council, 2010b). به عنوان مثال، عموماً در مورد استفاده همزمان از کشاورزی ارگانیک و فن‌آوری‌های اصلاح‌شده ژنتیکی (GM) اتفاق نظر وجود ندارد. گفتمان جدیدی در حال ظهور است که بیان می‌کند که نه فقط یک راه بلکه راه‌هایی متعددی برای دستیابی به کشاورزی فشرده پایدار در سیستم‌های مختلف تولیدی (از تناوب‌های مبتنی بر آیش و جنگل‌زراعی و سیستم‌های تولیدی تلفیقی زراعی-دامی و زراعی-آبزی‌پروری تا روش‌های کم‌خاک‌ورزی و کشاورزی دقیق) وجود دارد که برای شرایط مختلف کشاورزی و اقتصادی-اجتماعی مناسب هستند. درک چگونگی تلاش‌های مبتنی بر علم برای پاسخگویی به چالش‌های واقعی و ایجاد نتایج مفید برای افزایش پایداری در شرایط گوناگون، بسیار مهم خواهد بود.

۳۴. منافع و ریسک‌های بهره‌گیری از انواع گوناگون فن‌آوری زیستی کشاورزی (اثرات محیط‌زیستی، حساسیت یا مقاومت به تنش‌های محیطی مانند گرما، خشکی، شوری، وابستگی یا عدم وابستگی به نهاده‌ها، خطر تشدید مقاومت، ایمنی غذایی، سلامت و تغذیه انسان و اثرات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی) کدامند؟

۳۵. مزایا و معایب سامانه‌های تولید محصولات ارگانیک از منظر تنوع زیستی، خدمات اکوسیستمی، عملکرد و سلامت انسان، به ویژه در کشورهای فقیر در حال توسعه چیست؟

۳۶. به چه ابزارهای کاربردی برای کاهش موانع ایدئولوژیک بین کشاورزی ارگانیک و تراریخته نیاز است که منجر به بهره‌گیری کامل از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های هر دو رهیافت در راستای دستیابی به روش‌های مدیریت آگرواکولوژیک سازگار با افزایش پایدار تولید مواد غذایی شود؟

۳۷. حجم ذخائر سوخت‌های فسیلی و کودهای نیترا، پتاسه و فسفات برای تأمین نیازهای سیستم‌های فشرده تولید غذا در بلند مدت در سراسر جهان چقدر است؟

۳۸. چگونه می‌توان سامانه‌های تولید غذا را طراحی کرد که وابستگی کمتری به منابع برون‌مزرعه‌ای نیترات، فسفر و پتاس داشته باشند؟

۳۹. چگونه می‌توان شاخص‌هایی برای پایش پایداری سامانه‌های گوناگون کشاورزی طراحی کرد که مورد پذیرش عمومی باشند و در شرایط مختلف آگرواکولوژیک، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی مناسب و قابل قبول باشند؟

۴۰. نقش احیا، ترمیم و توانمندسازی زمین‌های تخریب‌شده و فرسایش‌یافته در افزایش تولید جهانی غذا چیست؟

۴۱. بهترین گزینه‌های الگوهای تلفیقی (از جمله تناوب آیش و الگوهای بومی تولید غلات، محصولات ریشه‌ای، جنگل‌زراعی، سامانه‌های دام-زراعی و زراعی-آبزی‌پروری) در شرایط مختلف آگرواکولوژیک و اجتماعی-اقتصادی با توجه به شرایط اقلیم، ریسک‌های بازار، دارایی‌های خانوار و شرایط کشاورز کدامند؟

بهبود ژنتیکی محصولات زراعی

از ابتدای ظهور گیاهان زراعی برای تهیه غذا، فیبر و علوفه در حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش، انسان‌ها از طریق انتخاب از میان تنوع ژنتیکی گسترده‌ای که در بیشتر گونه‌های گیاهی و امثال آن‌ها وجود دارد، از گیاهان به صورت سودمندی بهره‌برداری کرده‌اند (Hancock, 2005). با این حال، تنها از آغاز قرن بیستم پرورش و اصلاح گیاهان زراعی بر مبنای علم آغاز شد (Biffin, 1905). در طول قرن گذشته، بهبود عملکرد و کیفیت تعداد محدودی از گونه‌های زراعی که بشر به آن‌ها وابسته بوده، مورد توجه قرار گرفته است. به عنوان مثال، عملکرد ذرت، برنج و گندم در چین در حال حاضر به ترتیب ۳۶، ۲۵ و ۶۰ درصد بیشتر از ۲۰ سال گذشته است (FAO, 2009c). در پنج دهه اول قرن گذشته، پیشرفت‌های صورت گرفته تقریباً منحصر به هیبریداسیون (از جمله هیبریداسیون بین گونه‌ای) و به دنبال آن انتخاب ارقام اصلاح شده بوده است. متعاقباً، طیفی از فن‌آوری‌ها، از جمله کشت بافت، جهش‌زایی، تبدیل ژنتیکی و طیف وسیعی از روش‌های انتخاب به کمک نشانگر، امکان جست‌وجو، ایجاد و بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی بیشتری را همگام با افزایش کارایی فراهم کرده‌اند (Allard, 1999). انقلاب سبز در دهه ۱۹۶۰ متکی بر انتخاب گندم و برنج نیمه پاکوتاه با عملکرد دو برابری محصول، بنا شد (Ruttan, 1977; Khush, 1999). در سایر محصولات مانند ذرت و بسیاری از سبزیجات، ظهور فن‌آوری ژنتیکی موجب شد تا از توان هیبرید و یکنواختی گیاه زراعی که تأثیر زیادی بر بهره‌وری داشت، استفاده شود (Allard, 1999; George, 2009).

با این حال، علی‌رغم سهم (مشارکت) عظیم اصلاح نباتات در افزایش عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی در کشاورزی، برخی از گیاهان زراعی و مناطق جغرافیایی یا محیط‌های کشت کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. از طرفی محدودیت‌های بیوفیزیکی برای افزایش پتانسیل تولید وجود دارد (Gressel, 2008). در عین حال، تأکید بر بهبود کارایی بهره‌برداری از منابع (آب، انرژی و مواد مغذی) در سیستم‌های تولید محصولات زراعی، همراه با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش یافته و تغییر اولویت‌ها در برنامه‌های بهبود ژنتیکی برای هدف قراردادن صفات مطلوب آغاز شده است (Khush, 1999; Tilman et al., 2002). فرض بر این است که کیفیت محصولات غذایی برای دام و انسان نیز از اولویت بالاتری برخوردار است (Bouis, 1996). علاوه بر این، سرمایه‌گذاری عمومی، خصوصی و بشردوستانه در بهبود ژنتیکی گیاهان زراعی، طی دو دهه گذشته، بدلیل مسائل مربوط به حفاظت از مالکیت معنوی (Blakeney, 2009) و مقررات حوزه فن‌آوری (Gressel, 2008) محدود شده است. این امر به ویژه به ثبت انحصاری و اعطای مالکیت ژن‌ها و افزایش محدودیت ارائه مجوز به فن‌آوری‌های پیشرفته‌ای که شناسایی و انتقال ژن یا جهش‌زایی هدفمند را تسهیل می‌کند و چهارچوب‌های نظارتی که برای ارزیابی و پاسخ به خطرات مشاهده شده ایجاد شده‌اند، مربوط است.



۴۲. چه مزایایی در دستیابی به کارایی بالاتر استفاده از منابع از طریق بهبود مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی از طریق اصلاح ژنتیکی گیاهان زراعی وجود دارد؟

۴۳. چه اصلاحاتی می‌تواند در ارقام گیاهی ایجاد شود تا انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از کشاورزی و باغبانی به میزان قابل توجهی کاهش یابد؟

۴۴. اثر کارایی نسبی رهیافت‌های مختلف ژنتیکی در جهت توسعه گیاهان زراعی برای تحمل تنش‌های غیرزیستی مانند یخ‌زدگی، گرما، خشکسالی، غرقاب، ناباروری اسیدی و شوری چیست؟

۴۵. کارایی روش‌های مختلف اصلاح ژنتیکی در راستای بهبود راندمان مصرف عناصر غذایی و افزایش عملکرد گیاهان زراعی به طور همزمان، چیست؟

۴۶. اصلاح ژنتیکی گیاهان زراعی می‌تواند چه اثراتی بر دسترسی انسان، دام و آبزیان به ریزمغذی‌ها داشته باشد؟

مدیریت آفات و بیماری‌ها

آفات و بیماری‌های جدید به عملکرد محصولات زراعی آسیب زده و کشاورزان را غافلگیر می‌کنند. تاریخچه تحقیقات پیرامون آفات تحت تأثیر این وقایع خسارت‌زا قرار دارد و نیازمند توجه و تحقیقات ضروری است. مشکلات جدیدی در آینده ظهور خواهند کرد، زیرا تغییر اقلیم رابطه بین آفات و گیاه زراعی را به روش‌های غیرقابل پیش‌بینی تغییر می‌دهد.

از دهه ۱۹۶۰ پیشرفت قابل توجهی در توسعه مدیریت تلفیقی آفات (IPM) حاصل شده است. از ابتدای مدیریت تلفیقی آفات با کنترل بیولوژیکی کلاسیک و مقاوم‌نمودن گیاه میزبان، تا تلاش‌های اخیر در روش‌های متنوع‌سازی گونه‌های گیاهی هدف، مانند تکنیک‌های "فشار - کشش" (Hassanali et al., 2008) و سایر روش‌های آتی مدیریت برای بهبود کنترل بیولوژیک، مدیریت تلفیقی آفات اساساً رویکردهای آگرواکولوژیک برای مدیریت آفات و بیماری‌ها بوده است. با این وجود، علی‌رغم موفقیت‌ها و مزایای متعدد مدیریت تلفیقی آفات برای کشاورزان و جامعه، تحقیق و کاربرد روش‌های IPM به کندی پیش می‌رود (National Research Council, 2010a)

با این وجود، در تحقیقات حوزه آفات، حشرات به عنوان اولویت اول، بیماری‌ها به عنوان اولویت دوم و علف‌های هرز در اولویت سوم قرار دارند. گسترش مطالعات روی ارگانسیم‌ها باید متناسب با آسیبی باشد که ایجاد می‌کنند. تحقیقات اخیر که توسط خیرین تامین مالی شده و همچنین مطالعات محققین در زمینه مدیریت آفات، بر روش‌های مدیریت تلفیقی آفات در حوزه تکنیک‌های IPM متمرکز بوده‌اند تا روش کنترل شیمیایی. در همین حال، بخش صنعت به تحقیقات در مورد فن‌آوری‌های جدید مانند، گیاهان اصلاح‌شده ژنتیکی مقاوم به آفات و آفت‌کش‌هایی که برای حشرات کشنده اما برای مهره‌داران کمتر سمی هستند (مانند مهارکننده‌های رشد کیتین) کمک کرده است. ضروری است در سالیان آتی تعامل معناداری بین بخش‌های مختلف ایجاد شود. مدیریت آفات و بیماری‌ها می‌تواند تنها با توسعه نسل جدیدی از فن‌آوری، خسارت ناشی از حشرات، پرندگان، علف‌های هرز و میکروارگانسیم‌ها را طی دوره رشد و پس از برداشت محصول کنترل کند و منجر به افزایش تولید غذا شود. به این ترتیب مدیریت مؤثر آفات و بیماری‌ها می‌تواند به کاهش فقر و گرسنگی کمک کند. تغییر اقلیم تهدید دیگری است که به وضوح نیاز به مدیریت تطبیقی و توسعه سریع فن‌آوری در راستای مقابله با تهدیدات آینده توسعه کشاورزی را الزامی نموده است.



۴۷. چه شواهدی مبنی بر اثرات تغییر اقلیم بر شیوع آفات و بیماری‌ها وجود دارد؟

۴۸. چگونه می‌توان کاربرد حشره‌کش‌ها در کشاورزی را به نحوی اصلاح نمود که اثر حشره‌کش‌ها بر تکامل و مقاوم‌شدن پشه‌ها و سایر ناقلان بیماری‌های انسانی تقلیل یابد؟

۴۹. چگونه نوآوری‌هایی که در سطح گسترده باعث ایجاد تغییر در آینده می‌شوند، می‌توانند ما را در مدیریت آفات یاری کنند و چه رهیافت‌هایی از نظر اقتصادی و اجتماعی پایدارترند؟

۵۰. چگونه می‌توان از سیستم‌های کشت گیاهان چندساله، مانند کاربرد گیاهان پوششی، برای مدیریت آفات بهره‌گرفت و هزینه‌ها و منافع اقتصادی این رهیافت کدام است؟

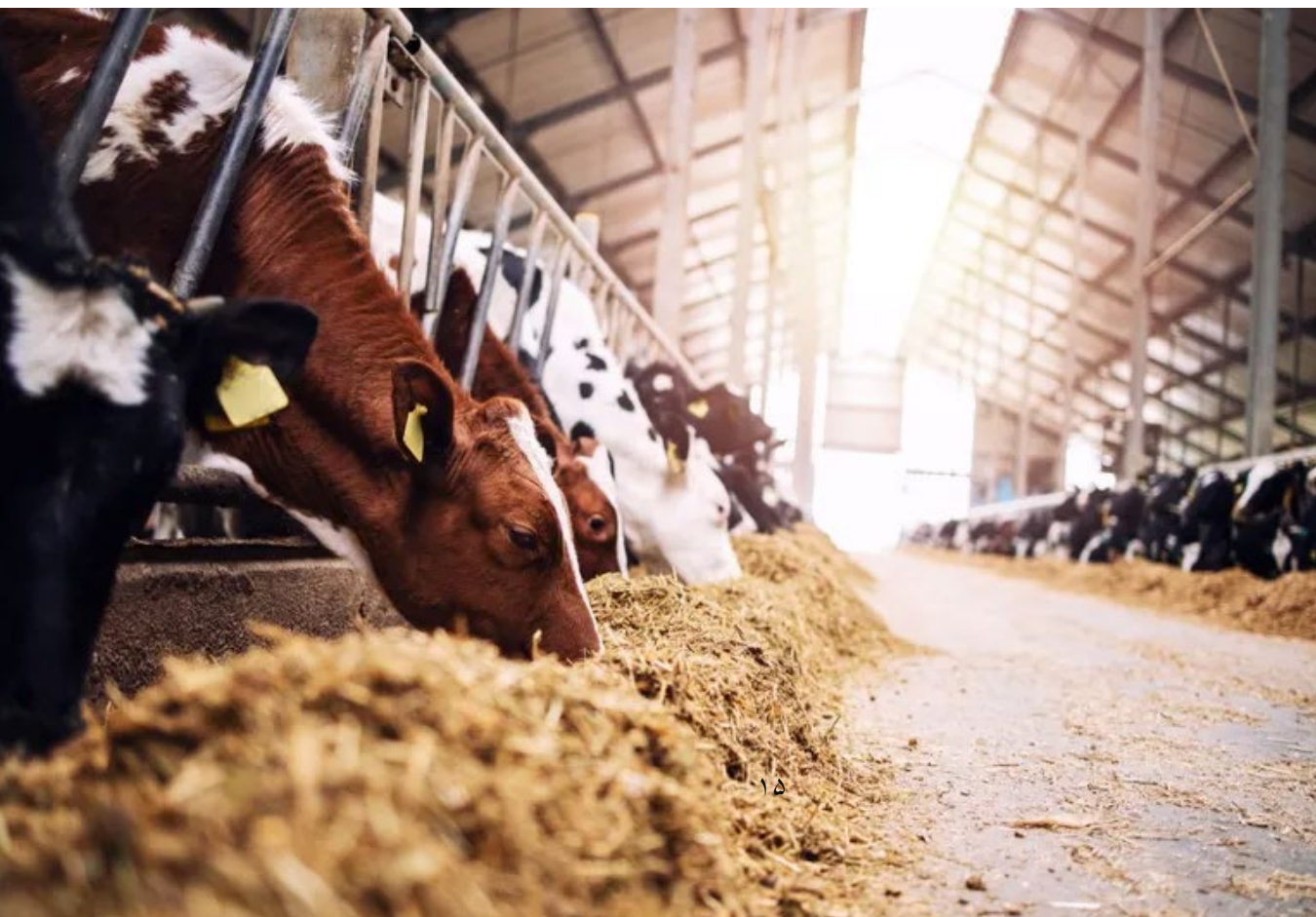
۵۱. چگونه می‌توان سامانه‌های فشرده دامپروری را طراحی کرد تا از شیوع بیماری‌های عفونی میان دام‌ها و ریسک پیدایش بیماری‌های جدید و مشترک میان انسان و دام را به حداقل برساند؟

۵۲. چگونه افزایش تنوع گیاهان زراعی و غیر زراعی می‌تواند به مدیریت آفات و بیماری‌ها کمک کند؟

دامداری و دامپروری

دام تأمین‌کننده منبع ارزشمند غذایی است (CAST, 2001) و نقش مهمی را در کشاورزی و فرهنگ جوامع مختلف در سراسر جهان ایفا می‌کند (Sansoucy, 1995; Schiere et al., 2002; FAO, 2009d). بخش دامپروری معیشت حدود یک میلیارد نفر از فقیرترین مردم جهان را پشتیبانی می‌کند و معمولاً این فعالیت در تلفیق با کشاورزی انجام می‌شود. با توجه به اینکه دام‌ها بزرگترین مصرف‌کننده منابع زمین در جهان هستند (۸۰ درصد از کل زمین‌های کشاورزی تحت چرای دام یا کشت علوفه هستند) و ۸ درصد از آب مصرفی جهان را به خود اختصاص داده‌اند، از این رو پایداری سیستم‌های تولید دام به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است (Steinfeld et al., 2006).

بخش دام با چالش‌های متعددی مانند نیاز به سازگاری با تغییر اقلیم که محیط‌های مساعد یا نامطلوبی را برای گونه‌ها و نژادهای خاص ایجاد می‌کند، رو به رو است. علاوه بر این، دامپروری علاوه بر تولید دی‌اکسید کربن (۹ درصد) و اکسید نیتروژن (۶۵ درصد)، ۳۷ درصد از متانناشی از فعالیت‌های بشر را تولید می‌کند (Steinfeld et al., 2006). با توجه به تنوع بالای مناطق و گونه‌ها، لازم است ویژگی‌ها و خصوصیات هر یک از سیستم‌های تولید محصولات دامی تعیین شوند و اثرات به کارگیری ویژگی‌های مثبت هر سیستم تولیدی و موازنه میان آن‌ها را ارزیابی نمود. برای اجتناب از ساده‌سازی سیستم‌های معیشتی متنوع و پیچیده، نیاز به استفاده از رویکردهای مناسب است تا بتوان تقاضا برای محصولات دامی را با روشی سازگار با محیط‌زیست و از نظر اقتصادی پایدار تامین نمود.



۵۳. چگونه می‌توان در کشورهای در حال توسعه، سیستم‌های تولید محصولات دامی خرد و متوسط را از نظر اثرات محیط‌زیستی و سودآوری اقتصادی و عرضه مواد غذایی، پایدار نمود و چه سیاست‌های کلیدی به منظور ایجاد تعادل بین دو هدف زیست‌محیطی و اقتصادی باید مد نظر دولت‌ها قرار گیرد؟

۵۴. چه اهدافی در اولویت بهبود کارایی سامانه‌های دامپروری قرار دارد (چه فعالیت‌هایی باید در سامانه‌های گوناگون دامپروری انجام شود؛ تعداد بهینه و نوع دام مورد استفاده چیست) تا این سیستم‌ها بتوانند تقاضا را به گونه‌ای تأمین کند که از نظر محیط‌زیستی مناسب، از نظر اقتصادی پایدار و از نظر اجتماعی مسئولانه باشد؟

۵۵. سیاست‌ها و مداخلات موثر و کارآمد برای کاهش تقاضای محصولات دامی در جوامعی که مصرف بالایی دارند، چیست و این سیاست‌ها و مداخلات چه تأثیری بر تجارت جهانی محصولات دامی و رقابت‌پذیری سیستم‌های خرد دامپروری در کشورهای فقیر خواهد داشت؟

۵۶. علاوه بر تولید محصولات دامی، پرورش ماهی در آب‌های داخل کشور و در نواحی ساحلی چگونه می‌تواند به پایداری تولید پروتئین حیوانی در کشورهای در حال توسعه کمک کند؟

۵۷. بهترین ابزار برای تشویق رشد اقتصادی بازارهای منطقه‌ای محصولات دامی و در عین حال محدود کردن اثرات تغییر اقلیم در سطح جهان چیست؟ و کشورهای صنعتی برای بهبود ردپای کربن در بخش دامپروری چه اقداماتی می‌توانند انجام دهند؟

۵۸. اثرات محیط‌زیستی سیستم‌های مختلف دامپروری و آبی‌پروری چیست؟

بحث

رهیافت افق-پژوهی شرح داده شده در این مطالعه، ۱۰۰ سوال که برای کشاورزی جهانی و امنیت غذایی بیشترین اهمیت را دارد، تبیین نموده است. در صورت پاسخ به سؤالات مطرح شده، پیش‌بینی می‌شود که این سؤالات به‌طور کلی تأثیر قابل توجهی بر روی شیوه‌های کشاورزی در سراسر جهان داشته باشد، در حالی که هم‌افزایی بین سیاست کشاورزی، روش‌های کشاورزی و تحقیقات را بهبود می‌بخشد. سؤالات دامنه وسیعی دارند، به گونه‌ای طراحی شده‌اند که قابلیت پاسخ‌دادن را داشته باشند و ظرفیت طراحی پژوهشی واقع‌بینانه بر اساس آن سوال وجود داشته باشد و ۱۴ موضوعی را که به عنوان اولویت برای کشاورزی جهانی شناسایی شده‌اند را پوشش دهند. این سؤالات از طریق مشورت با نمایندگان ارشد و کارشناسان سازمان‌های بزرگ کشاورزی جهان، انجمن‌های علمی حرفه‌ای و مؤسسات دانشگاهی گردآوری شده است، امیدواریم این سؤالات، سیاست‌گذارانی را که درگیر جهت‌دهی به سیاست‌ها و تحقیقات آتی کشاورزی هستند و محققانی که به دنبال هدایت و اولویت‌بندی تلاش‌های خود هستند را راهنمایی کند و علاوه بر این یک گفتگوی ساختار یافته بین این گروه‌ها ایجاد نماید. با این حال، محدودیت‌هایی برای این رویکرد وجود دارد. اولاً، فهرست نهایی سؤالات ناگزیر از بین ۶۱۸ سؤال اولیه ارسال شده انتخاب شد و در ادامه اعضای گروه اصلی فرایندهای مرتب‌سازی، بازنویسی و رأی‌گیری را انجام دادند. با مشاوره با گروه بزرگی از کارشناسان از طیف گسترده‌ای از سازمان‌ها با تخصص‌های متنوع، تلاش شد تأثیر ترجیحات فردی و انتخاب‌های مستقیم به حداقل میزان خود رسانده شود. یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های این فرآیند، صورت‌بندی پرسش‌هایی بود که از طریق طرح تحقیقاتی قابل پاسخ دادن بودند و در عین حال به صورت مناسبی دربرگیرنده موضوعات گسترده‌ای بودند که به سیستم‌های کشاورزی جهانی در مقیاس‌های مختلف مربوط می‌شوند (Sutherland et al., 2006, 2009). در لیست نهایی سؤالات بدون شک پیچیدگی برخی از موضوعات به دلیل بازنویسی سؤالات برای اطمینان یافتن از اختصار و شفافیت، پنهان شده است. با این حال، ما معتقدیم که در توسعه یک استراتژی تحقیقاتی برای پاسخ‌دادن به سؤالات یا عناصر آن‌ها، بیشتر سؤالات را می‌توان به بخش‌های جزئی یا پروژه‌هایی تقسیم کرد که می‌توانند برای محیط‌های اجتماعی، اکولوژیکی و اقتصادی خاص مناسب باشند. آنچه در حال حاضر مورد نیاز است فرآیندهایی برای اولویت‌بندی این اقدامات در مناطق مختلف جهان و مکانیسم‌ها و معیارهای موثر برای ارزیابی تأثیر آن‌ها است.

با ایجاد این فهرست سؤالات، امیدواریم بتوانیم در بسیاری از گفتمان‌های بین دانشمندان، متخصصان و سیاست‌گذاران که تحقیقات و گفتمان کشاورزی را در سال‌های آینده جهت‌دهی می‌کنند، ایفای نقش نماییم. علاوه بر هدایت (تیم‌های) پژوهشگرانی که به دنبال اولویت‌بندی فعالیت‌های تحقیقاتی خود و هدایت برنامه‌های تحقیقاتی هستند، امیدواریم که این سؤالات، سیاست‌گذارانی را که به دنبال حمایت و هدایت نیازهای تحقیقات کشاورزی در سال‌های آتی هستند، و نهادهای تأمین مالی و بودجه و سازمان‌هایی که به دنبال سرمایه‌گذاری و حمایت از علم کشاورزی هستند را راهنمایی کند. اگر کشاورزی بخواند بر چالش مواجهه با عوامل محرک چند وجهی مانند رشد جمعیت، تغییر رژیم غذایی، ناامنی انرژی و تغییرات اقلیم غلبه کند، بهبود گفتگو و جریان اطلاعات بین سیاست‌گذاران و دانشمندان امری حیاتی است. بخش کشاورزی اکنون در قلب این ترکیب بی‌سابقه از محرک‌ها قرار دارد و سیاست‌های مبتنی بر شواهد برای غلبه بر درک ناکافی بین تحقیقات کشاورزی و جهت‌گیری سیاست و بهبود همکاری در کل بخش ضروری است.



سپاسگزاری

ما از پروژه آینده‌نگاری جهانی غذا و آینده کشاورزی دولت بریتانیا برای تأمین مالی این تحقیق سپاسگزاریم. برنامه آینده‌نگاری بخشی از اداره علوم دولت انگلستان است. این پروژه به دولت کمک می‌کند تا به طور سیستماتیک درباره آینده فکر کند و از آخرین شواهد علمی و سایر شواهد برای ارائه نشانه‌هایی برای سیاست‌گذاران در مواجهه با چالش‌های آینده استفاده کنند. نظرات بیان شده در این مطالعه نظرات نویسندگان بوده و دیدگاه‌های اداره علوم دولت انگلستان یا دولت پادشاهی بریتانیا را نشان نمی‌دهد. ما همچنین از سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد برای مشارکت و کمک آن‌ها، به ویژه در سازماندهی یک کارگاه آموزشی در رم در مراحل اولیه این تحقیق، سپاسگزاریم. همچنین در این مطالعه تأمین مالی آقای ویلسن الکساندر ساترلند برای این کار توسط شرکت آرکادیا صورت گرفته است.

- Allard, R. W., 1999, *Principles of Plant Breeding* (2nd edn), Wiley, New York.
- Biffin, R. H., 1905, 'Mendel's laws of inheritance and wheat breeding', *Journal of Agricultural Science* 1, 4–48.
- Blakeney, M., 2009, *Intellectual Property Rights and Food Security*, CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Bouis, H., 1996, 'Enrichment of food staples through plant breeding: a new strategy for fighting micronutrient malnutrition', *Nutrition Reviews* 54, 131–137.
- CAST (Council for Agricultural Science and Technology), 2001, *Role of Animal Agriculture in the Human Food Supply*. Ames, IA.
- Defra, 2003, *Delivering the Evidence: Defra's Science and Innovation Strategy, 2003–2006*, Department for the Environment, Food and Rural Affairs, London.
- FAO, 2008, *High-Level Conference on World Food Security: the Challenges of Climate Change and Bioenergy*. FAO, Rome [available at www.fao.org/foodclimate/hlc-home/en/].
- FAO, 2009a, *World Summit on Food Security*, FAO, Rome [available at www.fao.org/wsfs/world-summit/en/].
- FAO, 2009b, *The State of Food Insecurity in the World*, FAO, Rome.
- FAO, 2009c, *FAOStat*. FAO, Rome [available at <http://faostat.fao.org/>].
- FAO, 2009d, *The State of Food and Agriculture: Livestock in Balance*, FAO, Rome [available at www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e00.htm].
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S., Hawthorne, P., 2008, 'Land clearing and the biofuel carbon debt', *Science* 319, 1235–1238.
- George, R. A. T., 2009, *Vegetable Seed Production* (3rd edn), CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Godfray, C., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S. M., Toulmin, C., 2010, 'Food security: the challenge of feeding 9 billion people', *Science* 327, 812–818.
- Gressel, J., 2008, *Genetic Glass Ceilings: Transgenics for Crop Biodiversity*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Haddad, L., Lindstrom, L., Pinto, Y., 2009, 'The sorry state of M&E in agriculture: can people-centred approaches help?', paper prepared for Bill Gates, World Food Prize speech, October [available at www.gatesfoundation.org/speeches-commentary/Pages/bill-gates-2009-world-foodprize-speech.aspx].
- Hancock, J. F., 2005, *Plant Evolution and the Origin of Crop Species* (2nd edn), CABI publishing, Wallingford, UK.
- Harvey, M., Pilgrim, S., 2010, 'Competition for land: food and energy', paper prepared for UK Government Foresight Project on Global Food and Farming Futures, UK Government, London.

- Hassanali, A., Herren, H., Khan, Z. R., Pickett, J. A., Woodcock, C. M., 2008, 'Integrated pest management: the push-pull approach for controlling insect pests and weeds of cereals, and its potential for other agricultural systems including animal husbandry', *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 363, 611–621.
- IAASTD (International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development), 2009, 'Agriculture at a crossroads', in *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development: Global Report*, Island Press, Washington, DC.
- InterAcademy Council, 2004, *Realizing the Promise and Potential of African Agriculture*, Amsterdam, The Netherlands.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2007, in: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, H. L. Miller (eds), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Chapter 11, *Regional Climate Projections*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Khush, G. S., 1999, 'Green revolution: preparing for the 21st century', *Genome* 42, 646–655.
- National Research Council, 2010a, *Toward Sustainable Agricultural Systems in the 21st Century*, National Research Council Report. The National Academies Press, Washington, DC.
- National Research Council, 2010b, *Impact of Genetically Engineered Crops on Farm Sustainability in the United States*, National Research Council Report, The National Academies Press, Washington, DC.
- Pretty, J., 2008, 'Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence', *Philosophical Transactions of the Royal Society* 363, 447–465.
- Pretty, J., 2009, 'Speaking truth to power: foot and mouth and the future of agriculture and its communities', in: M. Doering, B. Nerlich (eds), *The Social and Cultural Impact of Foot-and-Mouth Disease in the UK in 2001*, Manchester University Press, Manchester, UK.
- Pullin, A. S., Knight, T. M., Watkinson, A. R., 2009, 'Linking reductionist science and holistic policy using systematic reviews: unpacking environmental policy questions to construct an evidence-based framework', *Journal of Applied Ecology* 46, 970–975.
- Rockstrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F. S. III, Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J. A., 2009, 'A safe operating space for humanity', *Nature* 461 (24), 472–475.
- Royal Society, 2009, *Reaping the Benefits: Science and the Sustainable Intensification of Global Agriculture*, RS Policy Document 11/09, The Royal Society, London.
- Ruttan, V., 1977, 'The green revolution: seven generalisations', *International Development Review* 19, 16–23.
- Sachs, J. D., Remans, R., Smukler, S., Winowiecki, L., Andelman, S. J., Cassman, K. G., Castle, D., DeFries, R., Denning, G., Fanzo, J., Jackson, L. E., Leemans, R., Lehmann, J., Milder, J. C., Naeem, S., Nziguheba, G., Palm, C. A., Pingali, P. L., Reganold, J. P.,

- Richter, D. D., Scherr, S. J., Sircely, J., Sullivan, C., Tomich, T. P., Sanchez, P. A., 2010, 'Monitoring the World's agriculture', *Nature* 466, 558–560.
- Sansoucy, R., 1995, 'Livestock – a driving force for food security and sustainable development', *World Animal Review* 84/85 [available at www.fao.org/docrep/V8180T/v8180T07.htm#livestock%20%20%20a%20driving%20force%20for%20food%20security%20and%20sustainable%20development].
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R. A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., Yu, T., 2008, 'Use of US croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change', *Science* 319, 1238–1240.
- Schiere, J. B., Ibrahim, M. N. M., van Keulen, H., 2002, 'The role of livestock for sustainability in mixed farming: criteria and scenario studies under varying resource allocation', *Agriculture, Ecosystems and Environment* 90, 139–153.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C., 2006, *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*, FAO, Rome.
- Sutherland, W. J., Adams, W. M., Aronson, R. B., Aveling, R., Blackburn, T. M., Broad, S., Ceballos, G., Coate, M., Cowling, R. M., Da Fonseca, G. A. B., Dinerstein, E., Ferraro, P. J., Fleishman, E., Gascon, C., Hunter, M., Hutton, J., Kareiva, P., Kuria, A., Macdonald, D. W., Mackinnon, K., Madgwick, F. J., Mascia, M. B., McNeely, J., Milner-Gulland, E. J., Moon, S., Morley, C. G., Nelson, S., Osborn, D., Pai, M., Parsons, E. C. M., Peck, L. S., Possingham, H., Prior, S. V., Pullin, A. S., Rands, M. R. W., Ranganathan, J., Redford, K. H., Rodriguez, J. P., Seymour, F., Sobel, J., Sodhi, N. S., Stott, S., Vance-Borland, K., Watkinson, A. R., 2009, 'An assessment of the 100 questions of greatest importance to the conservation of global biological diversity', *Conservation Biology* 23, 557–567.
- Sutherland, W. J., Armstrong-Brown, S., Armsworth, P. R., Brereton, T., Brickland, J., Campbell, C. D., Chamberlain, D. E., Cooke, A. I., Dulvy, N. K., Dusic, N. R., Fitton, M., Freckleton, R. P., Godfray, C. J., Grout, N., Harvey, J., Hedley, C., Hopkins, J. J., Kift, N. B., Kirby, J., Kunin, W. E., Macdonald, D. W., Marker, B., Naura, M., Neale, A. R., Oliver, T., Osborn, D., Pullin, A. S., Shardlow, M. E. A., Showler, D. A., Smith, P. L., Smithers, R. J., Solandt, J. L., Spencer, J., Spray, C. J., Thomas, C. D., Thompson, J., Webb, S. E., Yalden, D. W., Watkinson, A. R., 2006, 'The identification of one hundred ecological questions of high policy relevance in the UK', *Journal of Applied Ecology* 43, 617–627.
- Sutherland, W. J., Bailey, M. J., Bainbridge, I. P., Brereton, T., Dick, J. T. A., Drewitt, J., Dulvy, N. K., Dusic, N. R., Freckleton, R. P., Gaston, K. J., Gilder, P. M., Green, R. E., Heathwaite, L., Johnson, S. M., Macdonald, D. W., Mitchell, R., Osborn, D., Owen, R. P., Pretty, J., Prior, S. V., Prosser, H., Pullin, A. S., Rose, P., Stott, A., Tew, T., Thomas, C. D., Thompson, D. B. A., Vickery, J. A., Walker, M., Walmsley, C., Warrington, S., Watkinson, A. R., Williams, R. J., Woodroffe, R., Woodroof, H. J., 2008, 'Future novel threats and opportunities facing UK biodiversity identified by horizon scanning', *Journal of Applied Ecology* 45, 821–833.
- Sutherland, W. J., Clout, M., Coate, I. M., Daszak, P., Depledge, M. H., Fellman, L., Fleishman, E., Garthwaite, R., Gibbons, D. W., De Lurio, J., Impey, A. J., Lickorish, F., Lindenmayer, D., Madgwick, J., Margerison, C., Maynard, T., Peck, L. S., Pretty, J., Prior, S., Redford, K. H., Scharlemann, J. P., Spalding, M., Watkinson, A. R., 2010a, 'A horizon scan of global conservation issues for 2010', *Trends in Ecology and Evolution* 25, 1–7.

- Sutherland, W. J., Fleishman, E., Mascia, M. B., Pretty, J., Rudd, M. A., 2010b, 'Methods for collaboratively identifying research priorities and emerging issues in science and policy', *Methods in Ecology and Evolution*, in press.
- Sutherland, W. J., Pullin, A. S., Dolman, P. M., Knight, T. M., 2004, 'Mismatches between conservation science and practice', *Trends in Ecology and Evolution* 19, 565–566.
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., Polasky, S., 2002, 'Agricultural sustainability and intensive production practices', *Nature* 418, 671–677.
- Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W. H., Simberloff, D., Swackhamer, D., 2001, 'Forecasting agriculturally driven global environmental change', *Science* 292 (5515), 281. UK Food Group, 2003, *Food, Inc. Corporate Concentration from Farm to Consumer*, International Institute for Environment and Development, London.
- Von Braun, J., 2010, 'Time to regulate volatile food markets', *The Financial Times*, 9 August.
- World Bank, 2007, *World Development Report 2008: Agriculture for Development*, World Bank, Washington, DC.



مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب

تهران، خیابان طالقانی، نبش خیابان موسوی (فرصت)، شماره ۱۷۵
کد پستی: ۱۵۸۳۶۴۸۴۹۹ شماره تماس: ۸۵۷۳۲۸۵۱-۰۲۱
وب سایت: www.awnrc.com ایمیل: info@awnrc.com