



مرکز ملی مطالعات راهبردی کشاورزی و آب



تأسیس بازرگانی منابع معاون کشاورزی ایران

صد پرسش برتر مهم برای آینده کشاورزی جهانی

بخش ۱: نهاده‌های منابع طبیعی (پرسش‌های ۱-۳۳)

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، به کار گرفته شده است (Sutherland et al., 2006, 2009). نسخه به کار 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، به منظور 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 منعکس کننده مراحل مختلف سامانه تولید کشاورزی می باشند، ساماندهی کرده ایم: (۱) **نهاده های منابع طبیعی**؛ (۲) **عملیات زراعی**؛ (۳) **توسعه کشاورزی و بازارها و مصرف**. لازم به ذکر است که میان موضوعات مختلف مقداری همپوشانی نیز وجود دارد. به عنوان مثال، نگرانی ها در مورد بهبود ژنتیکی گیاهان زراعی اغلب با موضوع حفاظت از تنوع زیستی مرتبط می باشد، یا پرسش هایی که پیرامون دام مطرح می شود اغلب با موضوع تغییر اقلیم در ارتباط هستند. با این وجود، ما اطمینان حاصل کرده ایم که در فهرست نهایی پرسش ها، تکراری وجود نداشته باشد. لازم به ذکر است که فهرست نهایی ۱۰۰ پرسش به ترتیب اولویت رتبه بندی نشده اند.





الف: اقلیم، حوضه‌های آبریز، منابع آبی و اکوسیستم‌های آبی

پیش‌بینی‌های تغییر اقلیم حکایت از این دارد که جهان در ۵۰ سال آینده گرم‌تر خواهد شد؛ با این حال قطعیت بسیار کمی در خصوص تأثیر افزایش دما بر الگوهای توزیع بارندگی در بسیاری از نقاط جهان وجود دارد (IPCC, 2007). وضعیت برای اقیانوس‌ها نیز به همان اندازه جدی است، بر اساس اسناد موجود دمای سواحل اقیانوس‌ها ۳ تا ۵ برابر سریع‌تر از پیش‌بینی‌های هیأت بین‌الدول تغییر اقلیم در حال گرم شدن است و ظرفیت اکوسیستم‌های دریایی برای جذب نیمی از کربن جهان نیز دچار اختلال شده است (Henson, 2008). از منظر امنیت غذایی در سطح جهان، بسیاری از گونه‌های ماهیان تجاری به‌طور اقتصادی در حال انقراض هستند؛ بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که ۶۳ درصد از ذخایر ماهی در سطح جهان به‌دلیل بهره‌برداری بیش از اندازه، به منظور بازسازی توده و تنوع زیستی نیازمند مدیریت قوی و متمرکز هستند (FAO, 2005). به منظور تمرکز بر افزایش بهره‌وری استفاد از آب «سبز» و «آبی»، ضروری است مداخلاتی در تمامی مقیاس‌ها از سطح مزارع کوچک تا جوامع، حوضه‌های آبریز کوچک و نهایتاً کل حوضه‌های آبریز رودخانه مورد توجه قرار گیرد (Humphreys et al., 2008). در حال حاضر در برخی از کشورها، ۸۵ درصد از منابع آب برداشت شده، با وجود رقابت شدیدی که میان مصرف در بخش کشاورزی، شهری و صنعتی وجود دارد، به بخش کشاورزی اختصاص داده می‌شود. به همین دلیل، نیاز به بهبود شیوه‌های مدیریت محصول، خاک و آب، به‌ویژه با توجه به تغییر اقلیم در حال افزایش است.

۱. تأثیرات بحرانی پیش‌بینی‌شده تغییر اقلیم (مانند تغییرات دما، سرعت باد، رطوبت و در دسترس بودن آب، شدت طوفان، نیاز آبی محصول، ذوب برف و رواناب فصلی، آفات، ماندابی یا باتلاقی شدن، تغییرات اکوسیستم کشاورزی، مهاجرت انسان) بر عملکرد کشاورزی، شیوه‌های کشت، شیوع بیماری‌های گیاهی، مقاومت در برابر بیماری و توسعه آبیاری چیست؟

۲. به منظور حفظ ذخایر زیست‌محیطی، هزینه جهانی محدود کردن برداشت آب کشاورزی چه مقدار خواهد بود؟

۳. تأثیر افزایش برداشت آب باران بر جریان‌های هیدرولوژیکی محلی چیست، و چگونه مجموع تغییرات در سطح محلی دسترسی به منابع آب را در مقیاس‌های جغرافیایی بزرگتر تغییر می‌دهد؟

۴. چگونه می‌توان آبی‌پروری و پرورش آبزیان در آب‌های آزاد را توسعه داد تا تأثیرات آن بر ذخایر ماهیان وحشی و زیستگاه‌های ساحلی و آبی به حداقل برسد؟

۵. چه رویکردهایی (عملیاتی، زراعی، ژنتیکی، طرح‌های آبیاری تکمیلی، مدیریت حاصلخیزی، ذخیره بارش زمستانه) را می‌توان به منظور افزایش بهره‌وری مصرف آب در کشاورزی توسعه داد و هر یک از این راهیافت‌ها تا چه حد مقرون به صرفه است؟

۶. برای افزایش تولید مواد غذایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به چه ترکیبی از جنگلداری، جنگل‌ورزی، پوشش چمن، سامانه‌های جمع‌آوری آب و تأسیسات ذخیره‌سازی، محصولات مقاوم به خشکی و فن‌آوری صرفه‌جویی در آب نیاز است و تا چه اندازه‌ای این شیوه‌ها می‌توانند از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشند؟

۷. چگونه می‌توان تخصیص آب را بین کشاورزی آبی و کارکردهای محیط‌زیستی بهینه کرد و چه سیاست‌ها و فن‌آوری‌های نوآورانه‌ای می‌تواند مبادله بین آبیاری و کارکرد سالم اکوسیستم‌های طبیعی را به حداقل برساند؟

تغذیه خاک، فرسایش و استفاده از کود

مدیریت حاصلخیزی خاک برای بهبود و پایداری بهره‌وری زراعی و زیست‌توده ضروری است. به منظور پایداری عناصر غذایی طبیعی در خاک و اطمینان از عدم فرسایش آن ضروری است مواد مغذی خارج شده از خاک به واسطه برداشت محصول (مانند غلات، ریشه‌ها و غده‌ها، کاه و کلش، میوه‌ها، الوار) جایگزین گردد. مدیریت فشرده اگرواکوسیستم‌های زراعی در دراز مدت تنها زمانی پایدار خواهد بود که تعادل بین تمامی اجزای خارج شده از سیستم به واسطه تولید، با ورودی‌های مناسب جایگزین شوند. چنانچه نیاز غذایی گیاه برای دستیابی به عملکرد مطلوب از طریق مواد آلی (کودهای زیستی) یا مواد معدنی (مواد شیمیایی مصنوعی) تأمین شود این مفهوم را در پی دارد که حمل و نقل، میزان فراهمی، قیمت، اثرات زیست‌محیطی و مقیاسی که در آن منابع عناصر غذایی مصرف می‌شود، مورد ارزیابی قرار گرفته است. مواد مغذی تأمین شده از طریق منابع آلی یا معدنی برای گیاهان قابل تمایز نیستند. مسئله مهم در امر تغذیه، دسترسی به مقدار کافی از اشکال مختلف عناصر غذایی در مرحله حساس فنولوژیکی است، فراهم‌بودن مواد مغذی برای رشد و عملکرد بهینه گیاه حیاتی می‌باشد. استفاده از کود دامی، کمپوست و سایر کودهای زیستی برای تأمین مقدار معادل عناصر غذایی مورد نیاز، اثرات مثبتی بر کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد. با این وجود، مقدار عمده مورد نیاز (۵ تا ۱۰ میلی‌گرم در هکتار در سال) برای ۱/۵ میلیارد هکتار زمین زراعی، سوالات مهمی را در زمینه پشتیبانی شامل دسترسی، حمل و نقل و نحوه استفاده ایجاد می‌کند.

حذف بیش از حد خاک سطحی حاصلخیز بوسیله فرسایش آبی و بادی، شکل مهمی از تخریب خاک است

که منجر به بیابان‌زایی می‌شود. از آنجایی که مواد آلی خاک و مواد مغذی مورد نیاز گیاه در خاک‌های سطحی متمرکز می‌شوند، این مواد به همراه بخش رسی خاک بتدریج حذف می‌شوند. علاوه بر از بین رفتن ذخایر عناصر غذایی و کاهش عمق موثر ریشه‌زایی، از دست‌دادن آب به عنوان رواناب و کاهش بلند مدت ظرفیت دسترسی به آب موجود نیز بر رشد و عملکرد محصول تأثیر نامطلوب می‌گذارد. تخریب خاک از طریق تخلیه ذخایر مواد مغذی و کربن آلی به واسطه استفاده دائمی از شیوه‌های کشاورزی استثمارگرانه تشدید می‌شود که این موضوع یک مسئله مهم در کشورهای در حال توسعه در جنوب صحرای آفریقا، جنوب و جنوب شرق آسیا و دریای کارائیب به حساب می‌آید.



۸. مدیریت پایدار خاک چه مزایایی برای تولیدات کشاورزی و ارائه سایر خدمات اکوسیستم می‌تواند داشته باشد؟

۹. بهترین کاربرد بهبوددهنده‌های آلی خاک که در سیستم‌های زراعی در کشاورزی معیشتی، برای بهبود مواد مغذی خاک و ظرفیت نگهداری آب و در نتیجه کمک به احیای اکوسیستم‌های کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، چیست؟

۱۰. کاربردی‌ترین و اقتصادی‌ترین روش‌ها برای مدیریت حاصلخیزی خاک در شالیزارها و سیستم‌های تولید در مناطق بالادست در نواحی گرمسیری چیست؟

۱۱. چه دستورالعمل‌هایی باید برای کشاورزان خرده‌پا در مزارع کوچک تهیه شود تا اطمینان حاصل شود تغذیه نیتروژن خاک منجر به افزایش خالص کربن آلی خاک می‌شود و نه معدنی شدن آن؟

۱۲. چگونه می‌توان از شور شدن خاک جلوگیری نمود و آن را اصلاح کرد؟

۱۳. چگونه می‌توان از ارگانوسم‌های بومی خاک برای به حداکثر رساندن بهره‌وری غذا و به حداقل رساندن اثرات زیست‌محیطی بهره‌برداری کرد؟

۱۴. میزان ذخایر و سهم قابل جابه‌جایی فسفات در جهان چه مقدار است و آیا برای پیش‌بینی از سطوح کافی تولید غذا در سطح جهان برای قرن آینده کافی است؟

تنوع زیستی، خدمات اکوسیستمی و اقدامات حفاظتی

کشاورزی به دلیل تبدیل زیستگاه‌های طبیعی مانند جنگل‌ها و تالاب‌ها به زمین‌های کشاورزی، عامل اصلی کاهش تنوع زیستی جهان بوده است (Green et al., 2005). علاوه بر این، افزایش راندمان کشاورزی موجب کاهش چشمگیر بسیاری از گونه‌هایی شده است که از اراضی کشاورزی به عنوان محل زیست خود استفاده می‌کردند. از محرک‌های کلیدی در این زمینه می‌توان به افزایش استفاده از آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها و کودهای شیمیایی و مصنوعی، افزایش یکنواختی چشم‌اندازها به دلیل تخصصی‌شدن محصولات در سطح مناطق و مزارع، زهکشی زمین‌های غرقابی، از بین رفتن زیستگاه‌های حاشیه‌ای و کشت نشده و کاهش دوره‌های آیش در تناوب زراعی اشاره کرد (2002; Benton). خدمات اکوسیستمی و همچنین افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای و کاهش میزان ترسیب کربن داشته است (UNEP, 2010).

چالش اصلی درک بهترین موازنه بین افزایش تولید غذا در عین به حداقل‌رساندن اثرات منفی بر تنوع زیستی، خدمات اکوسیستمی و جامعه است. افزایش تولید جهانی غذا باید ترکیبی از افزایش تولید در زمین‌های زراعی فعلی و یا افزایش سطح کشت باشد. علاوه بر این، فن‌آوری‌های جدید راهی را برای فشرده‌تر کردن کشاورزی و افزایش مناطق مناسب کشت، به عنوان مثال از طریق کشت گیاهان مقاوم به خشکی، فراهم می‌کنند. تعیین بهترین موازنه مستلزم درک بهتری از نحوه استفاده از فن‌آوری‌های جدید، طرح‌های کشاورزی_محیط‌زیستی و تعادل بین کشاورزی فشرده و کشاورزی گسترده برای اطمینان از تولید پایدار مواد غذایی، خدمات اکوسیستمی، تنوع زیستی و اثرات اجتماعی-اقتصادی است.



۱۵. رابطه بین بهره‌وری و تنوع زیستی (و/ یا سایر خدمات اکوسیستم) چیست و این رابطه که تابعی از موقعیت جغرافیایی و مقیاس اراضی تخصیص یافته به تولید غذاست در سامانه‌های گوناگون کشاورزی چگونه تغییر می‌کند؟

۱۶. چگونه باید بین گزینه‌های کشاورزی فشرده، کشاورزی گسترده، احیای زیستگاه یا حفظ وضع موجود یکی را انتخاب کرد و چگونه می‌توان با تلفیق ابزارهای اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی به بهترین شکل در خصوص انتخاب گزینه‌های فوق تصمیم‌گیری نمود؟

۱۷. پیامدهای محیط‌زیستی گیاهان زراعی مقاوم به خشکی در مناطق گوناگون چیست؟

۱۸. اگر مدیریت گیاهان زراعی و دام مبتنی بر اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای صورت گیرد، این امر چه پیامدهایی برای حفظ تنوع زیستی و سایر خدمات اکوسیستم به همراه خواهد داشت؟

۱۹. در سیستم‌های فشرده تولید، آیا اقدامات محیط‌زیستی - کشاورزی برای کنترل اثرات بر مناطق حفاظت‌شده و بکر و یا برای تعدیل پیچیدگی‌ها بین این زیستگاه‌ها به بهترین وجه انجام شده است؟

۲۰. احیای زیستگاه‌های طبیعی کجا می‌تواند غذا و منافع محیط‌زیستی بیشتری را برای جامعه فراهم کند؟

۲۱. چه نوع و ترکیبی از فن‌آوری‌های نوین، عملیات کشاورزی، نهادها و سیاست‌ها موجب تقویت و حفظ خدمات اکوسیستمی از جمله حاصلخیزی خاک، در سامانه‌های کشاورزی فشرده در کشورهای در حال توسعه به ویژه در جنوب صحرای آفریقا می‌شود؟

۲۲. آیا پرداخت هزینه برای خدمات اکوسیستمی (مانند ترسیب کربن، اعتبارات آب سبز، غنی‌سازی تنوع زیستی) موجب پذیرش روش‌های مدیریت و کاربری اراضی توصیه شده توسط کشاورزان خرده‌پا در کشورهای در حال توسعه خواهد شد؟

انرژی، تغییر اقلیم و تاب آوری

با افزایش تقاضا برای انرژی در دهه‌های پیش‌رو، شناسایی منابع انرژی جایگزین برای تأمین پایدار انرژی جمعیت در حال رشد در جهان ضروری است. در بخش کشاورزی مقدار قابل توجهی انرژی هم به صورت مستقیم از طریق مکانیزاسیون و ماشین‌آلات و هم از طریق نهاده‌های مورد استفاده در کشاورزی، استفاده می‌شود (Schneider and Smith, 2009). اثرات قیمت بالای سوخت بر خانوارهای روستایی کم‌درآمد و در مقیاس جهانی بر نهاده‌های کشاورزی (آفت‌کش‌ها و کودهای نیتروژنی)، حمل‌ونقل، خاک‌ورزی و سیستم‌های آبیاری می‌تواند موجب کاهش بهره‌وری کشاورزی و در نتیجه تشدید فشارها برای افزایش سطح زیرکشت اراضی با بهره‌وری کمتر شود (Harvey and Pilgrim, 2010).

در حال حاضر تغییر اقلیم یکی از بزرگترین چالش‌های پیش‌روی بشریت است و از جهات مختلف بر کشاورزی تأثیر مثبت یا منفی می‌گذارد. چالش اصلی تولید غذای بیشتر با استفاده از نهاده‌های کمتر به دلیل لزوم انطباق کشاورزی با تغییر اقلیم و همچنین کاهش گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیتهای کشاورزی به منظور کاهش اثرات تغییر اقلیم، تشدید شده است (Smith and Olesen, 2010). تاب آوری در برابر تغییر اقلیم باید یکی از ویژگی‌های کلیدی سیستم‌های کشاورزی پایدار در دهه‌های آتی باشد، به‌ویژه در مناطقی که پیش‌بینی می‌شود تغییرات اکولوژیکی شدیدی را به دلیل تغییر اقلیم تجربه خواهند کرد.



۲۳. بهترین گزینه‌ها برای افزایش تولید غذا و در حالی که همزمان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزی را به همراه داشته باشد، چیست؟

۲۴. خطر مهاجرت گسترده ناشی از تغییر اقلیم نامطلوب چیست و چه اثراتی بر سیستم‌های کشاورزی خواهد داشت؟

۲۵. با توجه به حجم بالای مصرف انرژی مستقیم و غیرمستقیم در بخش کشاورزی، چگونه می‌توان میزان جذب و انتشار کربن در فرایند تولید غذا را با یکدیگر خنثی نمود تا امکان دسترسی به اهداف تعیین شده در خصوص انتشار گازهای گلخانه‌ای در این بخش در چهل سال آینده محقق شود؟

۲۶. چگونه سازوکارهای مختلف پرداخت در بازار برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ذخیره کربن در بخش کشاورزی بر فعالیت‌های کشاورزی تأثیر می‌گذارند و چگونه می‌توان این راهکارها را به بهترین شکل اجرایی نمود؟

۲۷. چگونه می‌توان تقاضاهای رقیب برای زمین، به منظور تولید غذا و انرژی را به بهترین شکل متعادل نمود تا ضمن حفظ بازده و قیمت مناسب، از ارائه خدمات اکوسیستمی اطمینان حاصل کرد؟

۲۸. چگونه می‌توان تاب‌آوری سیستم‌های کشاورزی را در برابر تغییر تدریجی اقلیم و افزایش تنوع اقلیم و وقایع حادی بهبود بخشید؟

۲۹. سطح مناسب و مورد نیاز کشاورزی فشرده و گسترده برای رسیدن به هدف افزایش تولید، کاهش گازهای گلخانه‌ای و افزایش خدمات اکوسیستمی چه مقدار است؟

۳۰. چگونه می‌توان اصلاح گیاهان زراعی، فن‌آوری‌های نوین، گونه‌های زراعی سنتی و بهبود عملیات کشاورزی برای افزایش تولید غذا و ارتقای تاب‌آوری در برابر تغییر اقلیم در آینده را در توازن قرار داد؟

۳۱. چگونه می‌توان به بهترین شکل، ضمن حفظ سطح فعلی تولید محصولات کشاورزی، با استفاده از پالایشگاه‌های زیستی و فرآوری محصولات کشاورزی با ارزش بالا، مواد زیستی، بهبوددهنده‌های انرژی و خاک از اقتصاد مبتنی بر مواد هیدروکربنی به اقتصاد مبتنی بر کربوهیدرات گذار نمود؟

۳۲. چگونه می‌توان به بهترین شکل مخازن ذخیره بلند مدت کربن را در مزارع (به‌عنوان مثال از طریق عملیات مدیریت خاک، کشت گیاهان چندساله، درختان، استخرها و بیوچار) ایجاد کرد؟

۳۳. چگونه می‌توان با وارد کردن کشاورزی به بازار کربن منافع قابل توجهی را برای کشاورزان فراهم کرد؟

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 پاسخ‌دادن 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.

- Benton, T. G., Vickery, J. A., Wilson, J. D., 2003, 'Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key?', *Trends in Ecology & Evolution* 18, 182–188.
- Defra, 2003, *Delivering the Evidence: Defra's Science and Innovation Strategy, 2003–2006*, Department for the Environment, Food and Rural Affairs, London.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2005, *Review of the State of World Marine Fisheries Resources*, FAO Fisheries Technical Paper, No. 457, FAO, Rome.
- 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/].
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S., Hawthorne, P., 2008, 'Land clearing and the biofuel carbon debt', *Science* 319, 1235–1238.
- 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.
- Green, R. E., Cornell, S. J., Scharlemann, J. P. W., Balmford, A., 2005, 'Farming and the fate of wild nature', *Science* 307, 550–555.
- 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].
- 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.
- Henson, R., 2008, *A Rough Guide to Climate Change* (2nd edn), Rough Guides Ltd, London.
- Humphreys, E., Peden, D., Twomlow, S., Rockstrom, J., Oweis, T., Huber-Lee, A., Harrington, L., 2008, *Improving Rainwater Productivity: Topic 1 Synthesis Paper*, CGIAR Challenge Program on Water and Food, Colombo.
- 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 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Chapter 11, *Regional Climate Projections*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- National Research Council, 2010a, *Toward Sustainable Agricultural Systems in the 21st Century*, 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.

- Robinson, R. A., Sutherland, W. J., 2002, 'Changes in arable farming and biodiversity in Great Britain', *Journal of Applied Ecology* 39, 157–176.
- 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.
- 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.
- 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.
- Schneider, U., Smith, P., 2009, 'Energy intensities and greenhouse gas emission mitigation in global agriculture', *Energy Efficiency* 2, 195–206.
- Smith, P., Olesen, J. E., 2010, 'Synergies between mitigation of, and adaptation to, climate change in agriculture', *Journal of Agricultural Science* 148(5). Special issues on 'Climate change in agriculture' [available at <http://journals.cambridge.org/action/displaySpecialArticle?jid=AGS#>], accessed 18 August 2010.
- 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., 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.
- UNEP (United Nations Environment Programme), 2010, in: E. Hertwich, E. van der Voet, S. Suh, A. Tukker, M. Huijbregts, P. Kazmierczyk, M. Lenzen, J. McNeely, Y. Moriguchi, *Assessing the Environmental Impacts of Consumption and Production: Priority Products and Materials*, a report of the Working Group on the Environmental Impacts of Products and Materials to the
- Von Braun, J., 2010, 'Time to regulate volatile food markets', *The Financial Times*, 9 August.
- Wilson, J. D., Evans, A. D., Grice, P. V., 2009, *Bird Conservation and Agriculture*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 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: ۰۲۱-۸۵۷۳۲۸۵۱
وب سایت: www.awnrc.com ایمیل: info@awnrc.com