مجله پژوهش های راهبردی در علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد 1 شماره 1 صفحه های 23 تا 34 (1395)

راهکارهای مقابله باچالش تأمین غذا در ایران[1]

A Menu of Solutions to the Food Security Challenge in Iran

علیرضا سپاسخواه[2، 3]

چکیده

با توجه به وسایل، امکانات و منابع موجود ممکن است نتوان غذای جمعیت ایران در دهه های آینده را بدون تکیه بر واردات تأمین کرد، ولی می توان به راه حل هایی دست پیدا کرد که بتواند در آینده راه تأمین غذای جمعیت رو به رشد ایران را هموار نماید. این راه حل ها عبارتند از بهره گیری پایدار از منابع آب، خاک، فناوری‌های پیشرفته در استفاده از نهاده‌های تولید، افزایش بازده تولید در فتوسنتز از راه روش های زیست فناوری، کاهش تقاضا از راه کاهش اتلاف و هدر رفت تولیدهای کشاورزی، کاهش مصرف کالری و سهم غذاهایی که بر پایه گوشت قرمز تهیه می شود، کاهش تبدیل تولیدهای زراعی خوراکی یا علوفه ای دامی به سوخت زیستی، افزایش تولیدهای کشاورزی برای تأمین غذا، بومی سازی پایدار تولیدهای کشاورزی از راه ایجاد گیاهان چند ساله دانه ای، اهلی کردن گیاهان چند ساله، بهره گیری از روش های زیست فناوری برای تولید گیاهان زراعی و باغی مقاوم به تنش های زنده و غیر زنده، بهره برداری مؤثر از ریزش های جوی در درختکاری دیم، مرتع و جنگل، بهره‌برداری مجدد از پساب تصفیه شده، شیرین کردن آب شور دریا با روش‌های خورشیدی و غیرخورشیدی، کاهش مصرف آب از راه تولیدهای گلخانه‌ای، تولید گیاهان دارویی با مصرف آب کمتر، کشت گیاهان زراعی و علوفه‌ای جدید مناسب با آب شور دریا و بهره‌برداری از آب مجازی برای تولیدهای کشاورزی غیر راهبردی.

واژه های کلیدی: امنیت غذایی، تامین آب، رشد جمعیت، شوری زدایی، منابع طبیعی.

مقدمه

با توجه به وسائل و امکانات موجود ممکن است نتوان غذای جمعیت ایران در دهه های آینده را بدون تکیه بر واردات تأمین کرد، ولی می توان به راه حل هایی دست پیدا کرد که بتواند در آینده راه تأمین غذای جمعیت رو به رشد ایران را هموار نماید. متأسفانه اقتصاد ایران بیشتر به نفت و گاز و یا برداشت از معادن دیگر وابسته است که در آینده نه چندان دور این ذخائر به پایان خواهد رسید و با رشد جمعیت، تأمین غذا در ایران چالشی جدی خواهد شد. تأمین غذا در جهان مورد توجه سازمان ملل نیز بوده است و در سال 2000 میلادی هشت هدف توسعه ای را برای هزاره سوم ارایه کرده است که یکی از آن ها رفع فقر و گرسنگی شدید در جهان می باشد که مشکل بسیار بزرگی است. گرچه به نظر می‌رسد که برای رفع مشکل های بزرگ بایستی راه حل‌های پیچیده متناسب با آن ارایه کرد، ولی همواره این موضوع درست به نظر نمی رسد و با راه حل های کوچک و ساده منطقه ای می توان مشکل های بزرگ جهانی را حل کرد. نمونه‌ای از این راه حل ها در ایران تجربه شده است. برای مثال با استفاده از بذر اصلاح شده گندم و به زراعی، میانگین تولید گندم آبی و دیم از 960 کیلوگرم در هکتار در سال 1368 به2200 کیلو گرم در هکتار در سال 1386رسیده است (1).

1- تاریخ دریافت: 93/11/4 تاریخ پذیرش: 94/1/30

2- نویسنده مسئول، پست الکترونیک: sepas@shirazu.ac.ir.

3- استاد دانشگاه شیراز و عضو پیوسته فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران.

اثر ارایه راه حل در فقرزدایی

در جهان کمبود مواد غذایی باعث فقر و گرسنگی می شود. در ایران کمبود گندم و شاید هم برنج فقر و گرسنگی ایجاد می کند. با افزایش جمعیت نیاز به مواد غذایی افزایش می یابد و بنابراین تولید هم بایستی افزایش یابد. افزایش تولید یا با افزایش سطح زیر کشت حاصل می شود و یا این که با افزایش تولید در واحد سطح به دست می آید. در حال حاضر مقدار زیادی از زمین های کشاورزی را تغییر کاربری می دهند. بنابراین افزایش تولید بایستی از راه افزایش آن در واحد سطح حاصل شود. همچنین، جمعیت کشاورزان نیز در حال کم شدن می‌باشد که زنگ خطر دیگری برای کاهش تولید می باشد. نوآوری در روش‌های تولید در کشاورزی که حاصل پژوهش های علمی می باشد می تواند مقداری از این مشکل ها را حل کرده و حالت تعادلی ایجاد کند و از کاهش تولید جلوگیری کند ولی برای تأمین غذای جمعیت رو به رشد نیاز به افزایش تولید می باشد. برای افزایش تولید، رقم‌هایی از گیاهان زراعی بایستی کشت شوند که به دمای خیلی زیاد و یا خیلی کم مقاوم باشند. همچنین به توانند شرایط شوری خاک و آب آبیاری و خشکی را تحمل نمایند و به آفت‌ها و بیماری ها و خوابیدگی هم مقاوم باشند. روش‌های کشت و کار در مزرعه بایستی کار آمدی بالایی داشته باشد تا با نیاز کمتر به آب، سوخت و سایر نهاده های کشاورزی تولید خوبی به بار آورد. استفاده از بانک ژن و مهندسی ژنتیک منجر به تولید رقم های مناسب در این زمینه خواهد شد (7). همچنین می توان از فناوری های جدید بهره گرفت. فناوری سنجش از راه دور می تواند محل کشت، سطح زیر کشت و زمان کشت را مشخص کند. سپس با استفاده از مدل‌های رشد و محصول گیاهی می توان مدیریت زراعی لازم را برای تولید بیشتر محصول در منطقه به کار گرفت. به طور کلی برای تأمین غذای جمعیت روبه رشد دو راه حل پیشنهاد می شود. یکی روش «انقلاب سبز» که از سال 1960 توسط Norman Borlaug آمریکایی در مکزیک شروع شد و موجب افزایش تولید گیاهان زراعی گردید. انقلاب دیگری هم لازم است که به کشاورزان فقیر این امکان را به دهد که در شرایط نامساعد از نظر آب، زمین و آب و هوا به توانند تولید نمایند.

در قدیم، روستانشین های فقیر در ایران پس از برداشت محصول توسط کشاورزان به مزرعه وارد شده و خوشه‌چینی می کردند تا مقداری از نیاز غذایی خود را به دست آورند. در شرایط فعلی بایستی به گونه ای عمل شود که چنین روستا نشین‌های فقیری پیدا نشوند که دوباره به خوشه چینی به پردازند و یا به شهرها مهاجرت کرده و حاشیه نشینی نمایند.

خاک عامل مؤثر در تأمین غذا

راه حل بسیاری از مشکل های کره زمین را می توان در خاک جستجو کرد. به طور معمول غذای «خوب» از خاک «خوب» به دست می آید. همچنین فرایندهای زیستی که منجر به تولید زراعی می شود به «چرخه های» متعددی وابسته اند که عبارتند از: چرخه کربن، چرخه انرژی، چرخه آب و چرخه عناصر غذایی. این چرخه ها به طور معمول از راه خاک می گذرند. اگر قرار باشد که نسخه ای برای تأمین غذای جمعیت روبه رشد پیچیده شود و عواملی برای آن مشخص گردد این عوامل بایستی آن هایی باشند که برای خاک هم مفید اند (12).

خاک «خوب» می تواند برای کاهش گازهای گلخانه‌ای جو هم مفید باشد. در لایه نازک و زنده خاک که کره زمین را پوشانده است تولید غذا، زراعت و آب و هوا با هم مرتبط می شوند. ظرفیت زمین برای تغذیه جمعیت روی آن در دهه‌های آینده به میزان زیادی به نحوه رفتار ما با خاک بستگی خواهد داشت. اگر در رویکرد تولید غذا تنها به استخراج مواد مغذی از خاک تکیه شود با تخلیه این منبع مواجه خواهیم شد. اما اگر در عملیات کشاورزی به باز پروری خاک

توجه شود نه تنها تأمین غذا افـزایش مـی یابـد، بلکـه مشـکل هـای دیگـر محیطـی هـم برطـرف مـی‌شـود. بعضـی از مشـکل هـای تأمین غذا در ادامه تشریح خواهند شد.

مناطق عمده تولیـد محصـول هـای زراعـی در دنیـا بـا شـرایط نامسـاعد جـوی ماننـد سـیل و خشکسـالی روبـه رو مـی شـوند که می‌تواند تولید محصول را کاهش دهـد. در ایـن رابطـه اگـر بـه نقـش خـاک در کـاهش اثرهـای سـیل و خشکسـالی توجـه شـود می توان از اتلاف محصول هم جلوگیری کـرد. بـا تغییـر شـرایط خـاک مـی تـوان قـدرت نگهـداری آب خـاک، مـواد آلـی و فعالیـت میکروبـی خـاک را افـزایش داد و در شـرایط سـیل و خشکسـالی مشـکل هـا را تـا حـدی بـر طـرف کـرد. از طـرف دیگـر سـالانه مقـدار زیـادی از زمـین هـای مسـتعد کشـاورزی تخریـب شـده و یـا ازکشـاورزی خـارج مـی شـود. تخریـب زمـین هـای کشـاورزی خود بـه خـود اتفـاق نمـی افتـد، بلکـه در اثـر فعالیـت هـای مخـرب در خـاک ماننـد شـخم بـیش از حـد، جنگـل تراشـی، آبیـاری غرقابی، مدیریت ضعیف چرای دام و کاربرد ماشین های کشاورزی نامناسب به وجود می آید.

بسیاری از مشکل هایی کـه موجـب تولیـد گازهـای گلخانـه‌ای مـی شـود نتیجـه مسـتقیم تلفـات خـاک و تخریـب زمـین هـا می‌باشد. خاک های تخریب شده کربن خود را از دسـت مـی دهنـد. خـاک هـای بـا مـاده آلـی کـم کـه کـربن کمتـری هـم دارنـد، آب کمتری در خـود نگـه مـی دارنـد. در نتیجـه در ایـن خـاک هـا، آب بـاران بیشـتری از سـطح خـاک تبخیـر شـده و یـا بصـورت سـیل جـاری مـی شـود. خـاک خشـک بـیش از حـد گـرم شـده و موجـب مـرگ موجـودات زنـده آن مـی شـود. ایـن اتفاقـات در خاک موجب ایجاد سیل و یا شـرایط خشکسـالی مـی گـردد. خـاک هـای فعـال دارای مـاده آلـی یـا کـربن آلـی، پوشـش گیـاهی و ظرفیـت نگهـداری آب بـالایی هسـتند. در ایـن شـرایط در هنگـام بـارش هـای شـدید، آب بیشـتری در خـاک نفـوذ کـرده و در آب خـوان هـا ذخیـره مـی شـود. ذخیـره بیشـتر آب در خـاک نیـاز آبـی گیاهـان را تـأمین کـرده و فعالیـت میکروبـی خـاک را بهبـود می‌بخشد.

حفـظ خـاک فعـال عامـل مهمـی در تـأمین غـذا مـی باشـد. بـرای مثـال، بهتـرین متخصـص ژنتیـک گیـاهی در جهـان نمـی‌توانـد محصـول زراعـی را افـزایش دهـد مگـر ایـن کـه گیاهـان زراعـی را در خـاک فعـال و حاصـلخیز کاشـته باشـد. از طـرف دیگـر در خـاک هـای غیـر حاصـلخیز، کـود نیتـروژن زیـاد مـی توانـد مشـکل را بـه طـور گـذرا حـل کنـد ولـی ایـن کـار تعـادل میکروبی خاک را به هـم زده و اسـیدیته خـاک را بـه گونـه ای تغییـر مـی دهـد کـه موجـب کـاهش حاصـلخیزی خـاک مـی شـود. بنابراین کشاورز بایـد پیوسـته بـرای حاصـلخیزی خـاک هزینـه زیـادی را بـه پـردازد. از ایـن رو، ایجـاد خـاک فعـال و حاصـلخیز از راه افزایش ماده آلی، پوشش گیاهی و ظرفیت نگهداری آب می توان مقداری از مشکل های تأمین غذا را بر طرف نمود.

کشاورزی دقیق عامل دیگری در تأمین غذا

ویژگی های خاک و گیـاه در نقـاط مختلـف یـک مزرعـه متفـاوت اسـت. بنـابراین بـرای مـدیریت بهتـر نهـاده‌هـای کشـاورزی بایستی تفاوت هایی را در نقاط مختلـف مزرعـه در نظـر گرفـت کـه بـه آن «کشـاورزی دقیـق» مـی‌گوینـد. بـا رشـد فنـاوری رایانـه و نرم افزارها می توان کشاورزی دقیـق را بـه کـار بـرد. «کشـاورزی دقیـق» بـه معنـای ایـن اسـت کـه در هـر نقطـه ای از مزرعـه و در زمان مناسب بـا توجـه بـه ویژگـی هـای خـاک و گیـاه، مقـدار مناسـب نهـاده هـای کشـاورزی ماننـد کـود، سـم، آب و غیـره را بـرای افـزایش محصـول بـه کـار بـرد (11). بـدین ترتیـب از اتـلاف نهـاده هـای کشـاورزی و آلـودگی محـیط زیسـت جلـوگیری می‌شـود. بـرای اجـرای ایـن روش ابتـدا بایسـتی نقشـه هـای تغییـر هـای مکـانی تولیـد محصـول و ویژگـی هـای خـاک در اختیـار باشـد. سـپس بـر اسـاس ایـن نقشـه‌هـا بـه تجزیـه و تحلیـل ایـن تغییـر هـا پرداختـه و بـر اسـاس ایـن تغییـر پـذیری در مزرعـه، بعضی از قطعه ها بـه علـت هـای اقتصـادی و محـیط زیسـتی کنـار گذاشـته شـود و یـا سیسـتم هـای زهکشـی یـا آبیـاری احـداث شود و یا عملیات زراعـی تغییـر داده شـود. همچنـین کشـاورزان بایسـتی نسـبت بـه اتخـاذ تصـمیم هـای مناسـب تـاکتیکی ماننـد

کنترل آب، کاربرد کود و یا سم در نقاط مختلف مزرعه و در زمان‌های مختلف فصل رشد اقدام نمایند. برای اعمال این مدیریت نیاز به حساسه ها، نرم افزار رایانه‌ای و وسایل تزریق پویا و دقیق می باشد. از همه مهمتر و مشکل تر این که اعمال این مدیریت نیاز به دانش کشاورزی برای استفاده از این وسایل به گونه‌ای مطلوب دارد. اگر چه پژوهش هایی در این زمینه انجام شده است ولی برای رسیدن به اهداف نهایی راه طولانی در پیش است. مهندسین بایستی وسایلی برای اضافه کردن نهاده های کشاورزی تهیه نمایند که به تواند هرچه دقیق تر این نهاده ها را با توجه به تغییر های مکانی و زمانی به مزرعه اضافه نماید. خاکشناسان و متخصصین گیاهی و اگرونومیست ها بایستی تغییر های خاک و گیاه و پاسخ‌های آن ها را نسبت به نهاده های کشاورزی به طور دقیق مشخص نمایند تا این که به توان بیشینه پایداری تولید محصول و درآمد را به دست آورد. در این زمینه نیاز به سرمایه گذاری و کار بین گروهی می باشد که در حال حاضر اهمیت این موضوع شناخته نشده است.

فتوسنتز: جبهه پیشگام در گیاه برای افزایش تولید

محصول بالقوه عبارت است از محصولی که در واحد سطح توسط یک ژنوتیپ گیاهی در یک منطقه بدون تنش های زنده و غیره زنده تولید می شود. به تقریب محصول بالقوه از حاصلضرب مقدار تابش خورشیدی قابل دسترس در منطقه در طی فصل رشد و بازده های جذب تابش خورشیدی گیاه و تبدیل آن به زیست توده و تقسیم آن به اجزای اقتصادی گیاه مانند دانه به دست می آید. بازده تقسیم زیست توده به اجزاء اقتصادی مانند دانه را «نمایه برداشت» می گویند. بهبود ژنتیکی در گیاه و عملیات زراعی در طی مراحل انقلاب سبز منجر به افزایش زیادی در تولید محصول گیاهان زراعی شده است. محصول بالقوه در اثر بهبود بازده جذب تابش خورشیدی افزایش یافت و «نمایه برداشت» به تقریب دو برابر شد. بررسی محصول رقم های نوین گیاهان زراعی در شرایط بهینه نشان می دهد که بازده جذب تابش خورشیدی به تقریب90% و «نمایه برداشت» محصول 60% می باشد (10). به نظر می رسد که این بازده ها به حد زیستی خود نزدیک شده اند زیرا بازده جذب تابش و «نمایه برداشت» محصول به 100% نمی رسد زیرا از زمان کاشت تا پر شدن شاخساره گیاه مدت زمانی می‌گذرد که گیاه نمی تواند همه تابش رسیده را جذب نماید و همچنین در زمان برداشت مقداری از زیست توده در ساقه، برگ ها و ریشه گیاه باقی می ماند که برداشت نمی شود.

اطلاعات موجود نشان می دهد که در اغلب کشورهای دنیا سرعت افزایش تولید بالقوه گندم و برنج در حال کاهش است (10). علت کاهش سرعت افزایش محصول بالقوه گیاهان این است که بازده های یاد شده به حد زیستی خود رسیده اند. در مقابل، بازده تبدیل زیست توده به محصول اقتصادی (دانه) تغییر کمی کرده است. بازده تبدیل عبارت است از کاستن مواد صرف شده در تنفس از مواد فتوسنتزی گیاه در طی فصل رشد. در حال حاضر بازده انرژی تابشی جذب شده به انرژی زیست توده در گیاهان نوین زراعی به طور متوسط در طی فصل رشد حدود 0/5% می باشد در حالی که حد زیستی آن برای گیاهان سه کربنه 4/5% و برای گیاهان چهار کربنه 6/0% می باشد. چرا برنامه بهنژادی برای افزایش بازده تبدیل موفق نبوده است؟ برای این عدم موفقیت سه دلیل وجود دارد که عبارتند از (10) :

1. از زمانی که وسایل اندازه گیری فتوسنتز در سال های 1960 و 1970 ابداع شدند هنوز رابطه‌ای بین شدت فتوسنتز برگ و محصول گیاه بدست نیامده است.
2. در پتانسیل ژنتیکی گیاهان عمده زراعی، برای دانه بندی و پرکردن دانه محدودیت وجود دارد.
3. اگر قرار باشد که فتوسنتز کلید تولید محصول باشد، بنابراین روش انتخاب گیاهان برترتوسط متخصصین بهنژادی بایستی منجر به افزایش فتوسنتز شده باشد در حالی که چنین نیست بلکه دلیل افزایش فتوسنتز در افزایش

CO_2 جو زمین نهفته است. زیرا در پژوهش هایی که با افزایش CO_2 محیط انجام شده میزان فتوسنتز افزایش یافته و محصول هم زیاد شده است.

بنابراین، آیا می توان بازده فتوسنتز را با روش های اصلاح ژنتیکی افزایش داد؟ برخلاف رشد برگ و «نمایه برداشت»، تفاوت های کمی در میزان فتوسنتز بین گیاهان سه کربنه وجود دارد. حتی تفاوت های کمی بین گونه های مختلف گیاهی وجود دارد. فرایند فتوسنتز در سوژا مشابه گندم و برنج است بنابراین امکان اصلاح نبات بر اساس «انتخاب» وجود ندارد. در عوض، رویکردهای سینتتیک و سیستمی از راه های مهندسی ژنتیک امکانات جدیدی را برای رسیدن به تغییر های ژنتیکی و در نتیجه افزایش بازده فتوسنتز ارایه کرده است.

در پنجاه سال گذشته فرایند فتوسنتز به حدی بررسی شده است که در حال حاضر از دیگر فرایندهای گیاهی شناخته‌شده‌تر می باشد. تمام مراحل فرایند فتوسنتز تشریح شده و ژن ها، پروتئین ها و متابولیت‌های مربوط به آن مشخص شده اند. بر اساس این یافته ها و به کمک رایانه های پرسرعت تمام فرایندهای مربوطه به صورت یک مدل کامل پویا ارایه شده است که توسط آن می توان میلیون ها ترکیب‌های مختلف مؤثر در افزایش بازده فتوسنتز را اجرا کرد و ترکیب مؤثر در افزایش این بازده را تعیین نمود. همزمان، مهندسی ژنتیک برای اغلب گیاهان زراعی کار متداولی شده است که توسط آن می توان طراحی ژنتیکی را با کامپیوتر انجام داد.

از روش های جدید مهندسی ژنتیک زمینه های جدید پژوهشی ظاهر شده است. برای مثال باکتری سیانو باکتر که از آن کلروپلاست تولید شده است مکانیزم جذب CO_2 مخصوص به خود را دارد که این مکانیزم در ایجاد گیاهان خاکی از بین رفته است. علت از بین رفتن این مکانیزم غلظت چندین برابری CO_2 در جو زمین در آن زمان در مقایسه با شرایط کنونی می‌باشد. ایجاد این مکانیزم در کلروپلاست گیاهان از نظر اصول نظری می‌تواند بازده فتوسنتز را تا 60% افزایش دهد.

طراحی های کامپیوتری برای مهندسی ژنتیک در سطح برگ گیاهان نیز قابل کاربرد است . به تازگی تحلیل ها نشان داده است که تغییر توزیع، زاویه و ضریب بازتابش برگ ها در داخل شاخساره گیاه بطور پایدار، بازده تابش خورشیدی، آب و مصرف نیتروژن را افزایش داده است. به طور کلی، بهبودی‌هایی که در سطح سلول، برگ و تاج گیاه صورت می گیرد می تواند بازده تبدیل را به بیش از دو برابر گیاهان سه کربنه امروزی افزایش دهد که این افزایش از راه افزایش بازده جذب تابش خورشیدی و "نمایه برداشت" ممکن نیست. گرچه در عمل به این حد از افزایش بازده تبدیل نمی توان رسید، ولی مدل مهندسی ژنتیکی تنباکو افزایش چشمگیر و تکرار پذیری را برای بازده تبدیل در شرایط کنترل شده ارایه داده است. حال بایستی این مدل‌ها را در عمل در گیاهان زراعی در مزرعه پیاده کرد و افزایش بازده تبدیل را مشاهده نمود. تحلیل اخیر نشان داده است که در حال حاضر با توجه به افزایش پیش بینی شده برای بازده تبدیل، محصول بالقوه چهار گیاه عمده زراعی در سال 2050 به حدود یک سوم کمتر از نیاز غذایی در آن سال می رسد. البته افزایش ژنتیکی بازده فتوسنتز امکانات بررسی نشده ای هم دارد که ممکن است باعث افزایش بیشتر بازده تبدیل در آینده شود.

فهرست راه حل ها برای تامین غذا

چگونه می توان غذای جمعیت روبه رشد را تأمین کرد به گونه ای که هم از نظر اقتصادی فقرزدایی شود و هم فشار وارده بر محیط زیست را کاهش دهد؟ این سؤالی است که جهان در چهار دهه آینده با آن روبه رو است. برای پاسخ به آن لازم است که راه حل هایی برای برآوردن سه نیاز مهم ارایه شود. اول، این که بایستی فاصله بین مقدار غذای

موجـود در حـال حاضـر و نیـاز در چهـار دهـه آینـده کمتـر شـود. دوم، ایـن کـه بخـش کشـاورزی بایسـتی بـه توسـعه اقتصـادی و اجتماعی یاری رساند. سوم، این که اثر زیـان آور بخـش کشـاورزی بـر محـیط زیسـت بایسـتی کـاهش یابـد. بـرای رسـیدن بـه ایـن اهداف لازم است تا فهرستی از راه حل‌ها برای اصلاح برنامه تقاضا و تأمین غذا ارایه شود (9).

راه حل ها برای کاهش تقاضای غذا عبارتند از:

1- کاهش اتلاف و هدر رفت غذا در فاصله بین مزرعه و سفره مصرف کنندگان.

2- تغییر در برنامـه غـذایی مصـرف کننـدگان: کـاهش مصـرف کـالری در افـراد چـاق، کـاهش سـهم غـذاهایی در کشـورهای غنـی که بر پایه فراورده های دامی تهیـه مـی شـود، کـاهش سـهم غـذاهایی کـه بـر پایـه گوشـت قرمـز تهیـه مـی شـود و جـایگزین کردن آن با گوشت ماهی و مرغ.

3- کنترل رشد جمعیت به گونه ای که رشد جمعیت پایداری، متناسب با اهداف راهبردی حاصل شود.

4- کاهش تبدیل تولیدهای زراعی خوراکی و یا علوفه دامی به سوخت زیستی.

راه حل ها برای افزایش تأمین غذا عبارتند از (9):

1- افـزایش محصـول در زمـین هـای موجـود کشـاورزی از راه بـه کـارگیری بـذر اصـلاح شـده پـر محصـول و توجـه بیشـتر بـه گیاهان بومی ناشناخته.

2- افزایش محصول در زمـین هـای موجـود کشـاورزی از راه بـه کـار گیـری مـدیریت هـای بهینـه خـاک و آب ماننـد جنگـل‌کـاری کشاورزی و جمع آوری رواناب باران برای کاشت درختان دیم.

3- جلـوگیری از گسـترش کشـاورزی و دامـداری در زمـین هـایی کـه مناسـب کشـت نبـوده و از نظـر زیسـتی فعـال نیسـتند و یـا در تثبیت کربن CO_2 نقشی ندارند.

4- افزایش تولیـد شـیر و گوشـت در واحـد سـطح مراتـع و چراگـاه هـای موجـود بـا اعمـال مـدیریت بهینـه آب و خـاک در مراتـع، چرای پایدار و عملیات مربوطه.

5- تامین دراز مدت ماهیان آب های آزاد با کاهش صید برای تجدید جمعیت آن‌ها.

6- افرایش تولید آبزی پروری همزمان با افزایش بازده منابع تولید مانند خوراک، زمین، آب و انرژی.

با بهره گیری از راه حـل هـای یـاد شـده فاصـله بـین تولیـد و مصـرف غـذا کمتـر شـده، توسـعه اقتصـادی و اجتمـاعی بهبـود یافته و اثر کشاورزی بر زیست بوم، آب و هوا و آب کـاهش مـی یابـد. البتـه یـک عامـل بـه تنهـایی نمـی‌توانـد منجـر بـه تـأمین غـذا در آینده شود و در نظر گرفتن همه آن ها بسته به شرایط موجود در کشور لازم است.

بومی سازی پایدار

بـرای تـأمین غـذا در شـرایط پایـدار بـه نظـر مـی رسـدکه کشـاورزان بایسـتی بـه ازای مصـرف کمتـر کـود، سـم، آب و ماشین‌هـای کشـاورزی، تولیـد بیشـتری داشـته باشـند. بـرای رسـیدن بـه ایـن اهـداف بعضـی پژوهشـگران معتقدنـد کـه بـه جـای مصرف زیـاد نهـاده‌هـای تولیـد بایسـتی بـه تولیـد و کشـاورزی پایـدار رو آورد و پایـداری در کشـاورزی را بـومی سـازی نمـود (8). ویژگی های کشـاورزی پایـدار کـه بایسـتی از راه بـومی سـازی بهبـود یابنـد عبارتنـد از افـزایش بـازده مصـرف کـود و آب، کـاهش تولید گازهای گلخانـه ای، افـزایش کیفیـت خـاک شـامل ذخیـره مـواد مغـذی و مـاده آلـی خـاک و کـاهش تلفـات محصـول هـای زراعی در اثر آفت ها و بیماری ها. علـت ایـن کـه بـه بـومی سـازی در پایـداری کشـاورزی امیـدواری ایجـاد شـده ایـن اسـت کـه در

کشاورزی تک کشتی عواملی مانند قابلیت کم نگهداشت مواد مغذی خاک، تلفات ماده آلی خاک، بازده کم مصرف آب، و وجود آفت ها و بیماری ها به طور کلی وجود دارد که منجر به کاهش محصول می شوند. در مقابل، در کشاورزی چند کشتی شامل گیاهان چند ساله چنین عوامل مؤثر در کاهش محصول، کمتر وجود دارند.

تعداد گیاهان چند ساله برای سیستم کشاورزی پایدار محدود است، بنابراین رسیدن به این هدف هم آسان نیست. در حال حاضر پژوهشگران زیادی در دنیا مشغول به وجود آوردن گیاهان علفی چند ساله با تولید دانه زیاد از نظر ژنتیکی هستند. مراحل بهنژادی این گیاهان به شرح زیر می باشد (8):

1- تلاقی بین گیاهان دانه ای یکساله و گونه های چند ساله به منظور وارد کردن صفت چند ساله بودن در گیاهان دانه‌ای یکساله.

2- اهلی کردن سریع گیاهان چند ساله با اجرای چرخه های انتخاب و تلاقی متوالی ویژگی‌های نامطلوبی مانند ریزش دانه، جدا نشدن دانه، ریز بودن دانه و خفتگی گیاه برطرف گردد.

نمونه هایی از گیاهان دورگه، برنج، گندم و سورگوم چند ساله می باشد و نمونه هایی از اهلی کردن سریع، گیاهانی مانند Kernza Wheatgrass و *Silphium* oilseed می باشند. مشابه این گیاهان در طبیعت و یا در مزرعه دیده نشده است. بنابراین برای زراعت آن ها بایستی روش های خاص به کار برده شود. کشت گیاهان دانه‌ای چند ساله در مقیاس وسیع بایستی به دقت بررسی شود و سودمندی ها و مشکل های احتمالی آن ها مشخص گردد. همچنین فواید آن ها در مقیاس حوضه آبریز باید مشخص و در سیاستگذاری مدیریت حوضه آبریز منظور شود. در ده سال آینده برای ایجاد گیاهان دانه ای، حبوبات، سلولزی و دانه‌های روغنی چند ساله بایستی برنامه ریزی شود. در گردهمایی متخصصان بهنژادی گیاهان از سراسر دنیا در سازمان خواربار جهانی در سال 2013 موارد زیر مشخص شد (8):

1- نیاز به کارگیری سیستم زراعت بر اساس ترکیبی از گونه های چند ساله پذیرفته شده است.

2- این نیاز هنوز بر طرف نشده است، زیرا اغلب پژوهشگران که روی گیاهان چند ساله کار می کنند تنها بخش کوچکی از برنامه پژوهش خود را به پژوهش روی این گیاهان اختصاص داده‌اند که کافی نیست.

3- با اختصاص بودجه کافی می توان برنامه های منسجم و افراد تمام وقت برای پژوهش در زمینه توسعه و ایجاد گیاهان چندساله تدارک دید.

مهمترین فایده ای که کشت گیاهان چند ساله دارد حفاظت خاک می باشد. به علاوه، کشاورزان در کشورهای پیشرفته با کشت این گیاهان با مصرف کمتر نهاده ها و هزینه کمتر سوخت سود خواهند برد. همچنین در کشورهای کمتر توسعه یافته، سیستم «بومی سازی پایدار[1]» برای کشاورزان خرده پا که تمکن مالی کمتری دارند قابل استفاده خواهد بود.

زیست فناوری برای تأمین غذا

در حال حاضر کشاورزان در دنیا به تدریج گیاهانی را که دارای قابلیت هایی مانند مقاومت به آفت ها و بیماری ها، مصرف بهینه آب، محصول زیاد، کیفیت خوب روغن و پروتئین و فرایندهای زیستی خوبی هستند در مزرعه می کارند. این گیاهان به طور کلی با به کار گیری زیست فناوری تولید شده اند. در نتیجه این فناوری، مصرف مواد شیمیایی در مزرعه کاهش یافته و عملیات زراعی ساده تر و دوستدار طبیعت (مانند عملیات بی‌شخم) به کار گرفته می شود (7). البته در مورد زیست فناوری برای تولید رقم های جدید زراعی و کار برد آن ها مشکل های مطرح شده است که بایستی بر

1- Sustainable intensification

طرف شود و بیشتر به جنبه‌های مثبت این فناوری پرداخته شود تا بتوان با تولید رقم های جدید با پتانسیل تولید بالا غذای جمعیت رو به رشد را تأمین کرد.

برتری گیاهان چهار کربنه بر گیاهان سه کربنه در ضریب بازده تابش خورشیدی به زیست توده نهفته است که موجب افزایش ظرفیت فتوسنتز، بازده مصرف تابش، بازده مصرف آب و بازده مصرف نیتروژن در گیاهان چهار کربنه و افزایش محصول می شود. اگر به توان به کمک روش زیست فناوری مکانیزم فتوسنتز گیاهان چهار کربنه را به گیاهان سه کربنه برای مثال، برنج منتقل کرد می توان انقلاب سبز دیگری را ایجاد نمود. این برنامه توسط مؤسسه بین المللی تحقیقات برنج در فیلیپین شروع شده است که البته چندین دهه طول خواهد کشید (6). همانند این برنامه می تواند برای سویا نیز اجرا شود. برای گندم همچنین برنامه ای به CIMMYT پیشنهاد شده است. به این ترتیب تولیدهای این گیاهان زراعی حدود 50% افزایش خواهد یافت.

وضعیت سرانه منابع آب در ایران

میانگین بارندگی در کشور حدود 250 میلی متر یعنی کمتر از یک سوم بارش جهانی است. البته در سال های اخیر میزان بارش کاهش یافته است. از طرف دیگر ریزش باران از نظر زمان و مکان هم نامناسب می‌باشد و در سال های مختلف میزان آن نوسان های زیادی دارد. بنابراین میزان آب تجدید شونده در سال های مختلف یکسان نمی باشد. جمعیت ایران در سال 1392 حدود 78 میلیون نفر برآورد شده و از طرف دیگر مقدار آب تجدید پذیر حدود 130 میلیارد متر مکعب برآورد شده است (2). بنابراین سرانه آب کشور در حال حاضر1660 متر مکعب در سال می باشد.

به طور کلی وقتی سرانه منابع آبی یک کشور یا منطقه از 1700 متر مکعب در سال کمتر باشد، کشور یا منطقه دچار تنش های متفاوت آب می شود. بنابراین در حال حاضر ایران در مرحله تنش آبی قرار دارد و اگر میزان سرانه آب با احتمال های وقوع منطقی یعنی 80 یا 90% در نظر گرفته شود، میزان سرانه آب به کمتر از 1400 متر مکعب در سال می رسد، بنابراین وضعیت آب بدتر شده و کشور در مرحله کمبود آب قرار می گیرد. به این ترتیب ایران به طور طبیعی جز کشورهای با کمبود آب به شمار می رود و وقوع خشکسالی ها این کمبود را تشدید کرده است. افزون براین با رشد جمعیت کمبود آب به مراتب بیشتر خواهد شد.

رشد جمعیت و وضعیت امنیت غذایی در ایران

در حال حاضر بهره وری آب یعنی تولید به ازای مصرف یک واحد آب در کشاورزی حدود 1/0 کیلوگرم در هر متر مکعب است یعنی حدود 92 میلیون تن تولیدهای کشاورزی (4) با مصرف 86 میلیون متر مکعب آب در کشاورزی تولید شده است که برای رفع نیاز جمعیت کنونی هم کفایت نمی کند و مقداری از نیاز جمعیت (حدود 20%) از واردات تأمین می شود. البته در حال حاضر میزان کالری وارداتی حدود 45% است (4) بنابراین وابستگی به واردات در این مورد بیشتر می باشد.

با توجه به افزایش جمعیت، که در سال 1400حدود 90 میلیون نفر برآورد شده است. تولیدهای کشاورزی مورد نیاز حدود 170 میلیون تن می باشد که با بهره وری کنونی آب کشاورزی میزان آب مورد نیاز برای تأمین این تولیدها به مراتب بیشتر از منابع آبی تجدید شونده می باشد. بنابراین منابع آبی موجود هیچگاه جوابگوی نیاز تولیدهای کشاورزی برای جمعیت آینده کشور نمی باشد. مگر این که میزان بهره وری آب افزایش یابد و به حدود 1/6-1/8 کیلو گرم بر متر مکعب برسد (3). به این ترتیب در صورتی که نتوان بهره وری آب کشاورزی را به حد مورد انتظار افزایش داد، تأمین نیاز

غـذایی جمعیـت آینـده کشـور بـا مشـکل هـای زیـادی رو بـه رو خواهـد شـد. البتـه در سـال 1400 امکـان تـأمین آب تـا 100 میلیارد متر مکعب ممکن است وجود داشته باشد ولی نیاز به سرمایه گذاری زیادی دارد (3).

راهکارهایی برای حل بحران آب در ایران

یکـی از راه هـای موجـود، افـزایش بهـره وری آب مـی باشـد کـه بایسـتی بـه حـدود 1/6 تـا 1/8 کیلـو گـرم بـر متـر مکعـب افـزایش یابـد. از راه هـای دیگـر، جسـتجوی منـابع جدیـد آب از قبیـل آب غیـر متعـارف (پسـاب تصـفیه شـده) آب شـور زیـر زمینی و دریا، شیرین کردن آب شور و منظور کردن آب مجازی در مدیریت کلان منابع آبی کشور است.

افزایش بهره وری آب از دو دیدگاه بایستی دنبال شود (3، 5):

1- راه حل راهبردی

الف- ابتدا بایسـتی مسـائل مربـوط بـه تخصـیص آب میـان بخـش هـای مختلـف مصـرف از قبیـل کشـاورزی، شـرب، صـنعت و محیط زیست حل و فصل شود و سند راهبردی آن تهیه گردد.

ب- تغییـر الگـوی کشـت مناسـب بـا شـرایط منطقـه ای و معرفـی گیاهـان جدیـد مناسـب بـرای تولیـد بـا آب غیـر متعـارف (شور).

پ- تغییر در قوانین و حقوق آب.

ت- تعیین الگوی بهینه مصرف.

2- راه حل تاکتیکی

الف- راهکارهـای فنـی ماننـد تکمیـل شـبکه هـای آبیـاری – زهکشـی، یکپارچـه سـازی آب، یکپارچـه سـازی زمـین‌هـا شـامل تسـطیح زمـین هـا، بـه کـار گیـری روش هـای نـوین آبیـاری سـطحی، روش هـای آبیـاری زیـر فشـار در شـرایط خـاص منطقه ای و تغییر روش کشت.

ب- راهکارهای مدیریتی ماننـد برنامـه ریـزی آبیـاری بـر اسـاس اصـول کـم آبیـاری، آبیـاری بـه هنگـام مزرعـه، عملیـات بهتـر خـاک‌ورزی و آمـاده سـازی زمـین، کشـت نشـایی، اسـتفاده مجـدد آب زهکشـی و روانـاب در مزرعـه، زهکشـی کنتـرل شده، کاهش ضایعات محصول های کشاورزی.

پ- راهکارهای تشـکیلاتی ماننـد ایجـاد تشـکیلات غیـر دولتـی بـرای مشـارکت مردمـی در مـدیریت توزیـع آب، واقعـی کـردن قیمـت آب، ایجـاد مقـررات قـانونی بـرای بازارهـای آب، ایجـاد تشـکیلات بـرای کنتـرل و اجـرای مقـررات آب بـه عنـوان پلیس آب.

ت- راهکارهای زراعی مانند ایجاد و کشـت رقـم هـای مقـاوم بـه خشـکی و شـوری، کشـت گیاهـانی بـا بهـره وری آب بـالا، جـا به جایی کشت محصول های کشاورزی در نقاط مختلف کشور بر اساس بهره‌وری آب آن ها.

ث- شیرین کردن آب شور دریا.

ج- استفاده از آب مجازی با واردات محصول های غیر راهبردی پرمصرف آب.

کاشت محصول های مناسب در بحران فعلی آب

1- بهره برداری بیشتر از آب باران از راه کشت درختان دیم با روش های جمع آوری رواناب باران.

2- تغییر الگوی کشت به کشت های زمستانه در جهت استفاده بیشتر از آب بارش و مصرف کمتر آب آبیاری.

3- کشت محصول هایی که دارای بهره وری بالاتر آب می باشند و پرهیز از کشت محصول هایی با بهره وری بسیار کم.

4- کشت محصول هایی که به شوری آب آبیاری مقاومت بیشتری دارند.

5- کشت محصول های جدید با آب شور دریا.

6- حذف تولید محصول های غیر راهبردی با بهره وری کم و وارد کردن آن ها در صورت لزوم (استفاده از آب مجازی).

7- کشت گیاهان دارویی با مصرف کم آب.

8- توسعه کشت های گلخانه ای.

منابع

1- احمدوند، م. ر. و ذ. نجف پور. 1389. بررسی سطح زیر کشت، تولید و سیاست های حمایتی گندم طی برنامه‌های اول تا چهارم توسعه. فصلنامه پژوهشها و سیاستهای اقتصادی. 17(54) :76-059

2- اردکانیان، ر. 1384. منابع تلفات آب در ایران، چالش ها و راهکارها. مجموعه مقالات دومین کنفرانس روش‌های پیشگیری از اتلاف منابع ملی، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران. تهران، خرداد 1384 . صفحه‌های 82-63 .

3- حیدری، ن.، ع. کشاورز، ح. دهقانی سانیچ. 1384. مدیریت مصرف بهینه آب کشاورزی در ایران با در نظر گرفتن خشکی و خشکسالی. مجموعه مقالات دومین کنفرانس روش های پیشگیری از اتلاف منابع، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران. تهران . خرداد 1384 . صفحه های 116-103.

4- وبگاه وزرات جهاد کشاورزی (http://www.maj.ir) .1393. نشست وزیران جهاد کشاورزی، معاونان و مدیران ارشد وزارت جهاد کشاورزی با رئیس جمهور در محل وزارتخانه به منظور بررسی مسائل و نیازهای بخش کشاورزی - 2-2- 1393.

5- علیزاده، ا. 1384 . تحلیلی بر تلفات و ضایعات آب در ایران. مجموعه مقالات دومین کنفرانس روش های پیشگیری از اتلاف منابع ملی. فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران. تهران. صفحه های 101-83 .

6. Anonymous. 2009. Supercharging the rice engine: engineering C_4 rice could lead to a second green revolution. CSA News (Crops, Soils, Agronomy). Amer. Soc. Agron. 54(5):4-6.

7. Chilton, M.D. 2014. Genetic engineering will drive food security. CSA (Crops, Soils, Agronomy) News Amer. Soc. Agron. 18-21.

8. Crews, T. Cox, T., Haan, L.D., Damaraju, S., Jackson, W., Nabukalu, P., Van Tassel, D., Wang, S. 2014. New roots for ecological intensification. CSA (Crops, Soils, Agronomy) News. Amer. Soc. Agron. November 2014:16-17.

9. Hanson, C. 2014. A menu of solution. CSA (Crops, Soils, Agronomy) News. Amer. Soc. Agron. November 2014:14-17.

10. Long, S., Zhu, X.G. 2014. Photosynthesis: The final frontier. CSA (Crops, Soils, Agronomy) News. Amer. Soc. Agron. November 2014:12-13.

11. Schueller, J. 2014. A long way to go. CSA (Crops, Soils, Agronomy) News. Amer. Soc. Agron. November 2014: 10-13.

12. Schwartz, J.O. 2014. Toward food security in 2050. CSA (Crops, Soils, Agronomy) News. Amer. Soc. Agron. November 2014:8-9.

Strategic Research Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 1 (1): 23-34 (2016)

A Menu of Solutions to the Food Security Challenge in Iran

A.R. Sepaskhah [1,2]

Due to shortage in the natural resources in Iran especially of water supply, it may be impossible to produce sufficient food for the growing population in the future while avoiding food imports. However, it is possible to find ways to mitigate food problem for the growing population. These solutions are sustainable uses of water and soil resources, use of advanced technology in agricultural inputs, increase in photosynthesis efficiency by use of biotechnology, decrease in loss of agricultural products, decrease in food calorie consumption and red meat based food, avoiding in conversion of feed and forage to biofuels, increase in agricultural products for food, intensification by breeding perennial grain crops, domestication of perennial plants, using biotechnology to produce crops and trees that are resistant to biotic and abiotic stresses, efficient uses of precipitation in rain-fed tree plantation, pasture and forest, use of treated wastewater, desalinization of saline and seawater by solar radiation and reverse osmosis, decrease in water use for crop production by greenhouse cropping , production of medical plants by lower water use, planting new crops and forage plants suitable for saline and seawater use and consideration of virtual water in import of non-strategic agricultural products.

Key Words: Desalinization, Food security, Growing population, Natural resources, Water supply.

1. Corresponding author, Email: sepas@shirazu.ac.ir.

2 . Fellow of Academy of Sciences and Professor, Shiraz University, Shiraz, I.R. Iran.