به نام خداوند جان و خرد

معاونت پژوهش و فناوری

دانشکده تولید گیاهی- گروه زراعت

گزارش طرح پژوهشی

تحلیل نیاز به تولید گندم در ایران و راهکارهای ایجاد خودکفایی این محصول تا سال ۲۰۵۰

مجری طرح:

افشین سلطانی

همکار طرح:

سید مجید عالیمقام

بهار ۱۳۹۶

شناسنامه طرح

معاونت پژوهش و فناوری

دانشکده تولید گیاهی- گروه زراعت

۱- عنوان: تحلیل نیاز به تولید گندم در ایران و راهکارهای ایجاد خودکفایی این محصول تا سال ۲۰۵۰

۲- مجری طرح: افشین سلطانی

۳- همکار طرح: سید مجید عالیمقام

٤- ناظر طرح: فرشید اشراقی

۵- اعتبار طرح: ۲۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال

٦- محل تامین اعتبار: از اعتبارات پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۷- تصویب: پیشنهادیه طرح در جلسه ۳۳۷ مورخ ۱۳۹٤/۱۱/۱۲ شورای پژوهش و فناوری دانشگاه به تصویب رسید.

۸- اختتام: گزارش نهایی طرح در جلسه ۳۵۹ مورخ ۱۳۹٦/۲/۲۵ شورای پژوهش و فناوری دانشگاه به تصویب نهایی رسید.

۹- شماره شناسه طرح: ۱۱-۳۳۷-۹٤

مسئولیت صحت مطالب مندرج در این گزارش بر عهده مجری طرح می‌باشد.

چکیده

خودکفایی در تولید گندم یکی از اهداف همیشگی کشور بوده است. اما متوسط سالیانه واردات این محصول (حدود ۲/۹ میلیون تن در ١٤ سال گذشته) حاکی از عدم موفقیت است. بررسی شرایط تولید محصولات کشاورزی و پیش‌بینی وضعیت تولید در آینده می‌تواند نقش مهمی در سیاست‌گذاری دولت داشته باشد. در این مطالعه سعی شده است با استفاده از آمار بلندمدت، وضعیت تولید، واردات گندم به کشور و میزان صادرات از کشورهای مهم صادرکننده تا سال ۲۰۵۰ مورد بررسی قرار گیرد. همچنین تاثیر افزایش جمعیت، افزایش عملکرد (رفع ۸۰ و ۱۰۰ درصد خلأ عملکرد به‌ترتیب در شرایط آبی و دیم)، کاهش سطح زیر کشت (۰/۹ میلیون هکتار اراضی دیم و یک میلیون هکتار اراضی آبی) و کاهش ضایعات پس از برداشت (از ۳۰ به ۱۰ درصد) به‌صورت انفرادی و ترکیبی در هشت سناریوی مختلف در دو مقطع زمانی فعلی (۲۰۱۵) و ۲۰۵۰ مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس سرانه مصرف کنونی گندم و جمعیت کشور، نیاز به گندم در مقاطع زمانی ۲۰۱۵ و ۲۰۵۰ رتیب در حدود ١٤/٥و ۱۸/۳ میلیون تن می‌باشد. سطح زیر کشت گندم (مجموع دیم و آبی) در کشور به‌طور متوسط برابر ٦/۳ میلیون هکتار است. در صورت عدم افزایش عملکرد تا سال ۲۰۵۰، مقدار نیاز کشور به واردات گندم در آن سال به ۵/۹ میلیون تن خواهد رسید. بنابراین، در سال ۲۰۵۰ برای برطرف کردن نیاز کشور به گندم از طریق تولید داخلی، در صورتی که سطح زیرکشت کنونی حفظ شود، باید متوسط عملکرد گندم حداقل به ۳ تن در هکتار (٣٤ درصد افزایش میانگین عملکرد کل دیم و آبی) برسد. این در حالی است که عملکرد کنونی گندم در کشور حدود ۲/۲ تن در هکتار می‌باشد. نتایج تحلیل سناریوهای مختلف نشان داد خودکفایی در تولید گندم طی ٦ سال (با رفع خلأ عملکرد در شرایط دیم و آبی + کاهش ضایعات + حفظ سطح زیرکشت کنونی) نیز امکان‌پذیر است. با اعمال مدیریت مناسب، با وجود افزایش جمعیت کشور به ١٠٠/٦ میلیون نفر در سال ۲۰۵۰، در آن سال، امکان خودکفایی و حتی تولید مازاد بر نیاز وجود دارد. حتی در صورت کاهش اراضی دیم (۰/۹ میلیون هکتار) و آبی (یک میلیون هکتار)، صرفاً از طریق افزایش عملکرد گندم دیم و آبی و کاهش ضایعات ایران می‌تواند در سال ۲۰۵۰ در حدود ٤ میلیون تن مازاد بر نیاز گندم تولید کند. با کاهش اراضی زیرکشت گندم تا سال ۲۰۵۰، این امکان وجود دارد که سطح زیرکشت و تولید سایر محصولات مهم از قبیل گیاهان قندی و روغنی را در کشور افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: تولید گندم، اراضی دیم و آبی، ضایعات گندم، خلأ عملکرد، امنیت غذایی، خودکفایی گندم

چکیده این گزارش در سایت معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه در آدرس www.gau.ac.ir قابل دسترس می‌باشد.

یافته‌های کوتاه علمی
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

شماره: ۱۱-۳۳۷-۹۴
تاریخ: ۱۳۹۶/۲/۲۵

عنوان: تحلیل نیاز به تولید گندم در ایران و راهکارهای ایجاد خودکفایی این محصول تا سال ۲۰۵۰

نویسنده(گان): افشین سلطانی، سید مجید عالیمقام

منبع یافته: طرح تحقیقاتی شماره شناسه ۱۱-۳۳۷-۹۴

واژه‌های کلیدی: تولید گندم، اراضی دیم و آبی، ضایعات گندم، خلأ عملکرد، امنیت غذایی، خودکفایی گندم

معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، خیابان شهید بهشتی، صندوق پستی: ۳۸۶؛ کد پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸، نمابر: ۳۲۲۲۵۹۸۹

مهم‌ترین یافته‌ها

بر اساس سرانه مصرف کنونی گندم و جمعیت کشور، نیاز به گندم در مقاطع زمانی ۲۰۱۵ و ۲۰۵۰ به‌ترتیب در حدود ۱۴/۵ و ۱۸/۳ میلیون تن می‌باشد. سطح زیر کشت گندم (مجموع دیم و آبی) در کشور به‌طور متوسط برابر ۶/۳ میلیون هکتار است. در صورت عدم افزایش عملکرد تا سال ۲۰۵۰، مقدار نیاز کشور به واردات گندم در آن سال به ۵/۹ میلیون تن خواهد رسید. بنابراین، در سال ۲۰۵۰ برای برطرف کردن نیاز کشور به گندم از طریق تولید داخلی، در صورتی که سطح زیرکشت کنونی حفظ شود، باید متوسط عملکرد گندم حداقل به ۳ تن در هکتار (۳۴ درصد افزایش میانگین عملکرد کل دیم و آبی) برسد. این در حالی است که عملکرد کنونی گندم در کشور حدود ۲/۲ تن در هکتار می‌باشد. نتایج تحلیل سناریوهای مختلف نشان داد خودکفایی در تولید گندم طی ۵ سال (با رفع خلأ عملکرد در شرایط دیم و آبی + کاهش ضایعات+حفظ سطح زیرکشت کنونی) نیز امکان‌پذیر است. با اعمال مدیریت مناسب، با وجود افزایش جمعیت کشور به ۱۰۰٫۶ میلیون نفر در سال ۲۰۵۰، در آن سال، امکان خودکفایی و حتی تولید مازاد بر نیاز وجود دارد. حتی در صورت کاهش اراضی دیم (۰/۹ میلیون هکتار) و آبی (یک میلیون هکتار)، صرفا از طریق افزایش عملکرد گندم دیم و آبی و کاهش ضایعات ایران می‌تواند در سال ۲۰۵۰ در حدود ۴ میلیون تن مازاد بر نیاز گندم تولید کند. با کاهش اراضی زیرکشت گندم تا سال ۲۰۵۰، این امکان وجود دارد که سطح زیرکشت و تولید سایر محصولات مهم از قبیل گیاهان قندی و روغنی را در کشور افزایش داد.

مقدمه (شرح مساله)

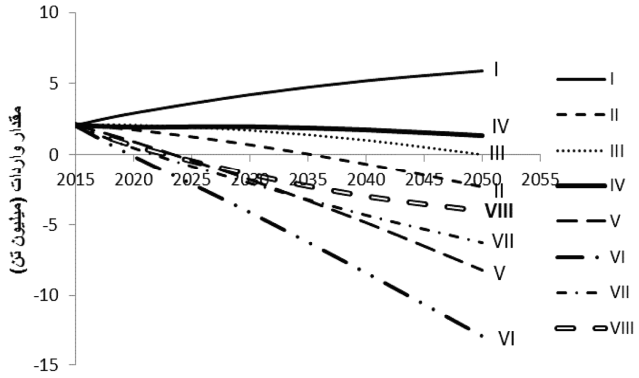
خودکفایی در تولید گندم یکی از اهداف همیشگی کشور بوده است. اما متوسط سالیانه واردات این محصول (حدود ۲/۹ میلیون تن در ۱۴ سال گذشته) حاکی از عدم موفقیت است. در این مطالعه سعی شده است با استفاده از آمار بلندمدت، وضعیت تولید، واردات گندم به کشور و میزان صادرات از کشورهای مهم صادرکننده تا سال ۲۰۵۰ مورد بررسی قرار گیرد. همچنین تاثیر افزایش جمعیت، افزایش عملکرد (رفع ۸۰ و ۱۰۰ درصد خلأ عملکرد به‌ترتیب در شرایط آبی و دیم)، کاهش سطح زیر کشت (۰/۹ میلیون هکتار اراضی دیم و یک میلیون هکتار اراضی آبی) و کاهش ضایعات پس از برداشت (از ۳۰ به ۱۰ درصد) به‌صورت انفرادی و ترکیبی در هشت سناریوی مختلف در دو مقطع زمانی فعلی (۲۰۱۵) و ۲۰۵۰ مورد بررسی قرار گرفت.

اهمیت موضوع

بررسی شرایط تولید محصولات کشاورزی و پیش‌بینی وضعیت تولید در آینده می‌تواند نقش مهمی در سیاست‌گذاری دولت داشته باشد.

معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، خیابان شهید بهشتی، صندوق پستی: ۳۸۶؛ کد پستی: ۱۵۷۳۹-۴۹۱۳۸، نمابر: ۳۲۲۲۵۹۸۹

اطلاعات تکمیلی (مشتمل بر شکل‌ها، جداول و سایر مستندات)



روند تغییرات نیاز به واردات گندم برای سناریوهای مختلف؛ سناریو I: عدم تغییر تولید، سناریو II: رفع خلأ گندم آبی، سناریو III: رفع خلأ گندم دیم، سناریو IV: کاهش ضایعات، سناریو V: رفع خلأ گندم آبی و دیم، سناریو VI: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات، سناریو VII: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی، سناریو VIII: رفع خلأ گندم آب و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی و کاهش سطح دیم (مقادیر منفی نشان‌دهنده مازاد و مقادیر مثبت بیانگر کمبود می‌باشند).

معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، خیابان شهید بهشتی، صندوق پستی: ۳۸٦؛ کد پستی: ۱۵۷۳۹-٤۹۱۳۸، نمابر: ۳۲۲۲۵۹۸۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: تحلیل نیاز به تولید گندم در ایران در سال ۲۰۵۰

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- مواد و روش‌ها ۳

۱-۳- نتایج و بحث ٤

۱-۳-۱- کل تولید گندم در کشور ٤

۱-۳-۲- نقش افزایش سطح زیرکشت و افزایش عملکرد بر تولید گندم کشور ٥

۱-۳-۳- بررسی نیاز کشور به گندم در شرایط کنونی ۱۰

۱-۳-٤- برآورد نیاز به گندم در کشور تا سال ۲۰۵۰ ..... ۱۱

۱-۳-٥- صادرات گندم در جهان در شرایط کنونی و در سال ۲۰۵۰ ..... ۱٥

۱-٤- نتیجه‌گیری ۱٦

۱-٥- منابع ۱۹

فصل دوم: ارزیابی خلأ عملکرد و خلأ تولید گندم در شرایط دیم ایران بر اساس رابطه عملکرد- بارندگی

۲-۱- مقدمه ۲۳

۲-۲- مواد و روش‌ها ۲٤

۲-۳- نتایج و بحث ۲٥

۲-٤- نتیجه‌گیری ۳٥

۲-٥- منابع ۳۷

فصل سوم: مسیر خودکفایی تولید گندم در ایران

۳-۱- مقدمه ۳۹

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۲- مواد و روش‌ها ٤٣
۳-۳- نتایج ٤٦
۳-٤- بحث ٥٤
۳-٥- نتیجه‌گیری ٥٨
۳-٦- منابع ٥٩

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- پارامترهای مدل دوتکه‌ای برازش داده شده برای روند تغییرات سطح زیر کشت گندم ٦
جدول ۱-۲- پارامترهای مدل دوتکه‌ای برازش داده شده برای عملکرد گندم در مقابل زمان..... ۸
جدول ۱-۳- اطلاعات مربوط به گندم جهت محاسبه مقدار سرانه مصرف این محصول برای سه سال ۲۰۱۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۱٤ ..... ۱۰
جدول ۱-٤- وضعیت تولید، مصرف، صادرات و جمعیت ده کشور برتر صادرکننده گندم در جهان ۱٦
جدول ۲-۱- پارامترهای مدل دوتکه‌ای برازش داده شده بر تغییرات عملکرد گندم دیم در مقابل بارندگی ۲۸
جدول ۳-۱- تحلیل نیاز به تولید گندم در ایران و راهکارهای ایجاد خودکفایی این محصول تـا سال ۲۰۵۰ ..... ٤٥
جدول ۳-۲- روند تغییرات فاکتورهای تاثیرگذار بر تولید و مصرف گندم در سال‌های بین ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰ ..... ٤۹
جدول ۳-۳- رابطه بین سال (x) و مقدار واردات (y) بر حسب میلیون تن، در سناریوهای مختلف ۵۱
جدول ۳-٤- مقادیر مرتبط با تولید و مصرف گندم در سناریوها برای سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۵۰..... ۵۳

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- تولید گندم در کشور از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۲ میلادی ۵
شکل ۱-۲- روند تغییرات سطح زیر کشت گندم در کشور از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۳ میلادی ۵
شکل ۱-۳- روند تغییرات عملکرد گندم در کشور از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۳ ..... ۷
شکل ۱-٤- تحلیل نیاز به تولید گندم در ایران و راهکارهای ایجاد خودکفایی این محصول تا سال ۲۰۵۰ ..... ۹
شکل ۱-۵- وضعیت واردات، صادرات، تولید و مصرف گندم در کشور از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ میلادی ۱۱
شکل ۱-٦- میانگین بارندگی در تمامی ایستگاه‌های هواشناسی کشور از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ در مقایسه با آمار بلندمدت کشور (میانگین بارندگی از سال ۱۹٦۱ تا سال ۲۰۱۲)..... ۱۱
شکل ۱-۷- الف: وضعیت تقاضا و تولید گندم در سناریو خوشبینانه ۱۳
شکل ۲-۱- عملکرد قابل دسترس گندم دیم ۲۸
شکل ۲-۲- (الف) روند تغییرات مقدار بارندگی در نه ماه از سال و (ب) بهره‌وری آب برای تولید گندم دیم از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ در کشور..... ۳۰
شکل ۲-۳- وضعیت خلأ عملکرد گندم دیم بر حسب کیلوگرم در هکتار به تفکیک استان‌های تولیدکننده این محصول در کشور..... ۳۲
شکل ۲-٤- میانگین بارندگی در نه ماه از سال میلادی (به غیر از ماه‌های فصل تابستان) بر حسب میلی‌متر از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ در کشور..... ۳۳
شکل ۲-۵- وضعیت خلأ تولید گندم دیم در استان‌های کشور بر حسب میلیون تن در سال..... ۳٤
شکل ۳-۱- روند افزایش جمعیت کشور ایران از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۵۰..... ٤٦
شکل ۳-۲- روند تغییرات نیاز به واردات گندم برای سناریوهای مختلف ۵۰

فصل اول: تحلیل نیاز به تولید گندم در ایران در سال ۲۰۵۰

۱-۱- مقدمه

در سطح جهان تخمین زده شده است که در حدود ۱/۰۲ میلیارد نفر با مشکل سوءتغذیه مواجه هستند (فائو، ۲۰۰۹). گرسنگی و سوءتغذیه دلیل مرگ و میر نیمی از کودکان (برابر شش میلیون کودک در سال در جهان؛ فائو، ۲۰۰۵) و یکی از دلایل اصلی مرگ و میر در جهان است (ناها و چائو، ۲۰۱۰). در سطح جهان از هر ۱۰ مرگ و میر، سه مورد به مشکلات زمان بارداری مادران و کمبود عناصر غذایی مرتبط می‌باشد (ویلکینسون، ۲۰۰٤). همچنین گزارش شده است بروز بسیاری از بیماری‌های خطرناک مانند بیماری‌های عروق قلبی (ویکتورا و همکاران، ۲۰۰۸)، سکته مغزی (گاریبالا، ۲۰۱۰)، سینه‌پهلو (هوتا، ۲۰۰۸؛ ویکتورا و همکاران، ۲۰۰۸)، تولد کودکان کمتر از وزن استاندارد (هوتا و همکاران، ۲۰۰۸؛ ویکتورا و همکاران، ۲۰۰۸)، ایدز و سل (کاسو و همکاران، ۲۰۰۷)، انسداد مزمن ریوی (کینگ و همکاران، ۲۰۰۸) و بیماری‌های اسهالی (بلک، ۲۰۰۳) ارتباط مستقسم و غیرمستقیمی با سوءتغذیه دارند که این بیماری‌ها به‌دلیل ضعف بدن ناشی از سوءتغذیه به‌صورت اپیدمی در می‌آیند. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی (۲۰۰۸) همه این بیماری‌ها بین ده بیماری مهم مرگ‌آور در دنیا قرار دارند.

با توجه به اهمیت تغذیه در سلامت و بقای انسان‌ها، تامین امنیت غذایی اصلی‌ترین وظیفه همه حکومت‌ها در قبال مردم‌شان می‌باشد. اهمیت این موضوع زمانی بیشتر می‌شود که بدانیم جمعیت کشور، همانند جمعیت کل جهان در حال افزایش است. افزایش جمعیت به معنی افزایش تقاضا برای غذا است. در صورت عدم تامین غذا مشکل سوءتغذیه و به دنبال آن مشکلات وابسته به آن مانند بسیاری از بیماری‌ها، ایجاد خواهند شد. بیش از ۹۹/۹ درصد غذای بشر در جهان از زمین حاصل

می‌شود (فائو، ۲۰۰۱)، این در حالی است که در جهان سرانه هر نفر برای زمین‌های کشاورزی برابر ۰/۲۳ هکتار (پیمنتال و پیمنتال، ۲۰۰٦) و برای ایران برابر ۰/۲۲ هکتار (جمعیت کشور در سال ۲۰۱٤ برابر ۷۹ میلیون نفر؛ www.worldometers.info و مساحت زمین‌های کشاورزی برابر ۱۷/۷ میلیون هکتار، فائواستت، ۲۰۰۵) می‌باشد. با توجه به وجود مشکلاتی مانند کم‌آبی و با افزایش جمعیت، در آینده سرانه زمین برای هر نفر در کشور به مراتب کمتر از این مقدار خواهد شد و اگر چاره اندیشی مناسبی نشود، بر مشکلات مربوط به ایجاد امنیت غذایی افزوده خواهد شد.

مصرف مستقیم غلات در حدود ٤۹ درصد از انرژی غذایی روزانه مردم ایران را تشکیل می‌دهد (فائواستت، ۲۰۱۵). بر اساس این تقاضا، سالیانه به‌طور متوسط در کشور ۳٦ درصد از اراضی کشور زیر کشت گندم می‌رود (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰). بنابراین می‌توان بیان کرد که در کشور گندم یکی از مهمترین محصولات کشاورزی می‌باشد. از طرفی در سطح جهان این محصول ارزش راهبردی ویژه‌ای دارد و به‌عنوان ابزار سیاسی در روابط بین‌الملل به کار می‌رود. حتی می‌توان از آن برای اعمال فشارهای سیاسی بر کشورهای در حال توسعه نیازمند این محصول استفاده کرد (آهوسوسی و همکاران، ۱۹۹۵). بحران شدید مواد غذایی در سال ۱۹۷۷ در مصر که ناشی از افت تولید محصولات اساسی الگوی مصرفی مردم این کشور بود امنیت غذایی را در این کشور به‌شدت با چالش مواجه کرد تا جایی که این مسأله به‌عنوان یکی از رویدادهای مهم قرن بیستم این کشور محسوب شد (کلافرتی، ۲۰۰۰). در دهه‌های ۱۹٦۰ و ۱۹۷۰ نظیر این بحران در کشورهای امریکای جنوبی مانند برزیل اتفاق افتاد (داسیلوا و گرینز، ۱۹۹۹). این بحران‌ها باعث ایجاد تحولات عمیق و ساختاری در سیاست‌های مربوط به امنیت غذایی و سیاست‌های مربوط به تولید گندم در این کشورها گردید.

گندم نقش مهمی در الگوی مصرف تغذیه‌ای مردم ایران دارد و با توجه به افزایش جمعیت کشور در سال‌های آینده و افزایش تقاضا برای غذا و از طرفی با توجه به اهمیت سیاسی این محصول در کشور، به‌نظر می‌رسد که بررسی وضعیت تولید گندم و پیش‌بینی وضعیت تولید آن برای سال‌های آینده می‌تواند نقش مهمی در سیاست‌گذاری‌های کشور در جهت ایجاد امنیت غذایی داشته باشد. از طرفی بررسی وضعیت و پیش‌بینی تولید گندم در آینده برای کشورهای مهم صادرکننده گندم، این امکان را فراهم می‌سازد که وضعیت آینده عرضه این محصول در بازارهای جهانی مورد بررسی قرار گیرد تا مشخص شود که آیا در صورت عدم خودکفایی در تولید این محصول می‌توان به واردات آن از

سایر کشورها تکیه کرد یا نه؟ بنابراین، اهداف این بخش از مطالعه حاضر عبارتند از: الف) بررسی روند تولید گندم از گذشته تاکنون و دلایل افزایش تولید این محصول تاکنون در کشور؛ ب) با استفاده از روند داده‌های مربوط به گذشته سناریوهایی جهت تولید گندم در آینده تعریف و مورد بررسی قرار گیرند؛ ج) با توجه به روند افزایش جمعیت مقدار نیاز کشور در آینده تخمین زده شود؛ د) بررسی وضعیت تولید و صادرات گندم از کشورهای مهم صادرکننده این محصول که آیا در آینده ایران می‌تواند جهت تامین این محصول به بازارهای جهانی اتکا کند.

۱-۲- مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه، تمامی داده‌های مورد نیاز در ارتباط با سطح زیر کشت، مقدار تولید گندم در کشور، اطلاعات مربوط به صادرات و واردات گندم در کشورهای مورد مطالعه و همچنین اطلاعات مورد نیاز در ارتباط با جمعیت کشورها از تارنمای فائو استخراج شد (فائواستت، ۲۰۱۵). برای انجام این مطالعه، داده‌های مربوط به بارندگی ماهانه در استان‌های کشور از ۳۰۰ ایستگاه سینوپتیک از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ از تارنمای سازمان هواشناسی کشور استخراج شد (www.weather.ir). برای توصیف تغییرات عملکرد در مقابل زمان طی سال‌های۱۹۶۱ تا ۲۰۱۳ از دو تابع دوتکه‌ای و تابع چهار پارامتری هیل استفاده شد. این توابع به صورت زیر هستند:

تابع دو تکه‌ای (سلطانی، ۱۳۸٦):

$$\begin{array}{lll} yield = b \times year + a & if & year \geq c \\ yield = b \times c + a & if & year < c \end{array}$$

در این رابطه Yield: عملکرد گندم (مجموع دیم و آبی) بر حسب کیلوگرم در هکتار؛ b: سرعت افزایش عملکرد در طول زمان (کیلوگرم در هکتار در سال)؛ c: زمانی‌که عملکرد در واحد سطح از آن به بعد رو به افزایش است (سال میلادی)؛ a: عرض از مبدا معادله می‌باشند.

تابع هیل (عالیمقام و همکاران، ۱۳۹۲):

$$yield = y_0 + \frac{a \times year^b}{c^b + year^b}$$

که در این رابطه y_0: عملکرد گندم در ابتدای دوره بررسی (کیلوگرم در هکتار)؛ $a+y_0$: بیشترین عملکردی که در هنگام ثبات عملکرد حاصل می‌شود (کیلوگرم در هکتار)؛ b و c: ضرایب معادله می‌باشند.

برای توصیف تغییرات سطح زیر کشت گندم در مقابل زمان طی سال‌های ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۳ نیز از تابع دوتکه‌ای زیر استفاده شد.

$$Land = b \times year + a \quad if \quad year \leq c$$
$$Land = b \times c + a \quad if \quad year > c$$

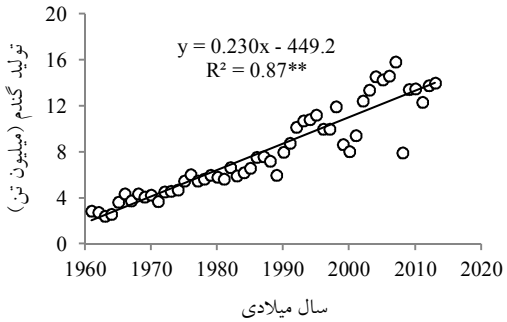
در این رابطه Land: سطح زیر کشت تولید گندم بر حسب میلیون هکتار؛ b: سرعت افزایش سطح زیر کشت گندم در طول زمان (تن در سال)؛ c: زمانیکه کل سطح زیر کشت گندم قبل از آن روند افزایشی داشت (سال میلادی)؛ a: عرض از مبدا معادله می‌باشند.

برای برازش و برآورد ضرایب تمامی رگرسیون‌ها از نرم‌افزار آماری SAS نسخه 9.0 استفاده شد (سلطانی، ۱۳۸٦).

۱-۳- نتایج و بحث

۱-۳-۱- کل تولید گندم در کشور

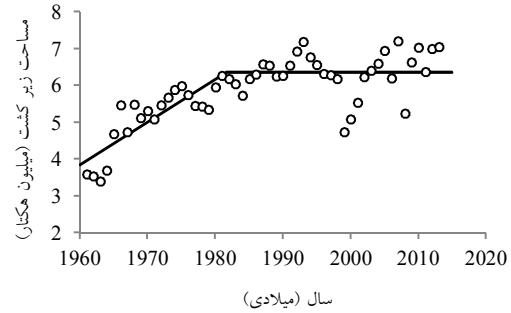
در شکل ۱-۱ وضعیت کل تولید گندم کشور از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۳ نشان داده شده است (از این به بعد منظور از تولید گندم بدون اشاره به دیم یا آبی، کل تولید گندم در کشور می‌باشد). در این دوره زمانی، تولید گندم در کشور به‌صورت خطی افزایش داشته است. در بسیاری از تحقیقات برای توصیف تغییرات عملکرد و تولید محصولات زراعی در طی زمان از رابطه خطی استفاده شده است (هانفر، ۲۰۰۳؛ ری و همکاران، ۲۰۱۳). در سال ۱۹٦۱ میزان تولید گندم در کشور برابر ۲/۹ میلیون تن بوده است که در سال ۲۰۱۳ به ۱٤ میلیون تن افزایش یافته است. بر اساس تابع خطی، تولید گندم سالیانه به میزان ۲۳۰ هزار تن افزایش داشته است. به‌طور کلی افزایش عملکرد و یا افزایش سطح زیرکشت دو عامل افزایش تولید در این بازه زمانی بوده‌اند.



شکل ۱-۱- تولید گندم در کشور از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۲ میلادی.

۱-۳-۲- نقش افزایش سطح زیرکشت و افزایش عملکرد بر تولید گندم کشور

در شکل ۱-۲ وضعیت سطح زیر کشت گندم از سال ۱۹٦۱ تا سال ۲۰۱۳ مورد بررسی قرار گرفته است. سطح زیر کشت گندم در کشور از سال ۱۹٦۱ تاسال ۱۹۸۲ به‌صورت خطی افزایش داشته است و در این بازه زمانی سالیانه به‌میزان ۱۲۰ هزار هکتار به اراضی زیر کشت گندم افزوده شده است (شکل ۱-۲، جدول ۱-۱) و سطح زیر کشت از ۳/٦ میلیون هکتار در سال ۱۹٦۱ به ٦/۲ میلیون هکتار در سال ۱۹۸۲ رسیده است. بنابراین، می‌توان بیان کرد که طی این بازه زمانی، افزایش سطح زیر کشت نقش به‌سزایی در افزایش تولید گندم داشت. از سال ۱۹۸۲ تا سال ۲۰۱۳ افزایش سطح زیر کشت گندم در کشور محسوس نبوده است (شکل ۱-۲) و به‌طور متوسط میزان سطح زیرکشت گندم در این بازه زمانی برابر ٦/۳٦ میلیون هکتار برآورد شد (شکل ۱-۲، جدول ۱-۱).



شکل ۱-۲- روند تغییرات سطح زیر کشت گندم در کشور از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۳ میلادی.

جدول ۱-۱- پارامترهای مدل دوتکه‌ای برازش داده شده برای روند تغییرات سطح زیر کشت گندم در مقابل زمان (شکل ۱-۲). a: عرض از مبدا خط؛ b: سرعت افزایش سطح زیر کشت گندم قبل از نقطه چرخش بر حسب میلیون هکتار در سال؛ c: نقطه چرخش یا سالی (میلادی) که پس از آن سطح زیر کشت گندم در ایران تقریباً ثابت شده است؛ d: مقدار سطح زیر کشت گندم در دوره ثابت از سال c به بعد (میلیون هکتار).

ضریب معادله	مقدار ± خطای استاندارد	حد پایین ضریب#	حد بالای ضریب#
a	-۲۲۳/۹ ± ۳۹/۱۱	-۲۹۲/٤۰	-۱٤۷/۲۰
b	۰/۱۱٦ ± ۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۱۵
c	۱۹۸۱/۸ ± ۲/۲۵	۱۹۷۷/۱۰	۱۹۸٦/۱۰
d	٦/۳٦ ± ۰/۱۰	٦/۱۷	٦/۵٦
R^2		۰/٦**	

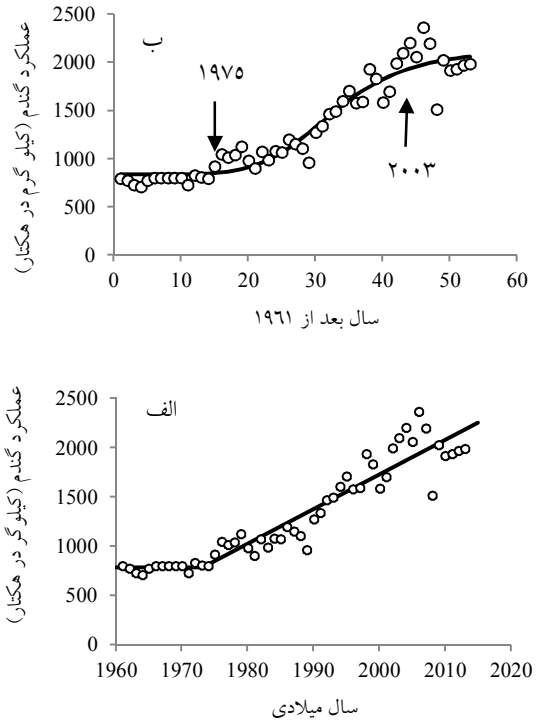
حدود اطمینان ضرایب در سطح اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شده است

** نشان‌دهنده معنی‌داری رگرسیون در سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌باشد

زارع و همکاران (۱۳۸۵) بیان کردند که سطح زیر کشت گندم آبی در کشور در دوره ۱۳۵۰ تا ۱۳۷۰ از ۱/٤۳ به ۳/٤۳ میلیون هکتار رسیده است. ولی از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۲ فقط ۰/۲ میلیون هکتار افزایش سطح زیرکشت وجود داشت که نشان‌دهنده ثبات نسبی سطح زیرکشت اراضی آبی گندم در اواخر دهه هفتاد بود. ایشان گزارش کردند که به‌طور کلی در دهه‌ی ۷۰ سطح زیرکشت غلات در کشور به ثبات رسیده است. ثبات سطح زیرکشت فقط برای ایران نیست به طوری که اواخر قرن نوزده سطح زیرکشت گندم در سطح آسیا نیز تقریباً به ثبات رسیده است (فائواستت، ۲۰۱۵). محدودیت منابع آب اصلی‌ترین عامل ثبات و یا کاهش سطح زیرکشت غلات در کشور است (زارع و همکاران، ۱۳۸۵) همچنین عواملی نظیر تغییر کاربری اراضی (تبدیل اراضی زراعی به شهرها و یا تبدیل اکوسیستم‌های طبیعی به اراضی کشاورزی) و سرعت فرآیند صنعتی شدن (خوش، ۱۹۹۹) نیز از عوامل ثبات یا کاهش سطح زیرکشت غلات محسوب می‌شوند.

تغییرات عملکرد در واحد سطح از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۳ با دو تابع متفاوت (الف) تابع دوتکه‌ای و (ب) تابع هیل، قابل توصیف بود (شکل ۱-۳). بر اساس نتایج تابع دوتکه‌ای، عملکرد گندم در کشور از سال ۱۹٦۱ تا ۱۹۷۳ هیچ افزایشی نداشت (شکل ۱-۳ الف). متوسط عملکرد گندم در این بازه زمانی برابر ۷۸۰/۷ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (شکل ۱-۳، جدول ۱-۲). این در حالی بود که از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۳ عملکرد گندم در کشور به‌صورت خطی و به‌میزان ۳۵ کیلوگرم در هکتار در سال افزایش داشته

است (شکل ۱-۳، جدول ۱-۲) و از ۷۸۰/۷ کیلوگرم در هکتار در سال ۱۹۷۳، به ۱۹۸٦ کیلوگرم در هکتار در سال ۲۰۱۳ رسیده است. اما بر اساس نتایج حاصل از تابع هیل، وضعیت عملکرد در طی بازه زمانی مورد بررسی به سه زیربازه زمانی متفاوت قابل تقسیم بود. از سال ۱۹٦۱ تا ۱۹۷۵، عملکرد گندم هیچ تغییری نداشت و به‌طور متوسط برابر ۷٤±۸۳٦ به‌دست آمد و بین نتایج حاصل از تابع دوتکه‌ای و هیل از نظر وضعیت عملکرد گندم اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. زیربازه دوم در منحنی هیل جایی است که عملکرد به‌صورت شبه خطی افزایش داشته است. این افزایش از ۱۹۷۵ شروع شده و تا سال ۲۰۰۳ ادامه داشته است ولی از این سال به بعد، افزایش عملکرد محسوس نبود و منحنی وارد زیربازه سوم یعنی بخش توقف افزایش عملکرد شده است. بر اساس تابع هیل از سال ۲۰۰۳ به بعد، عملکرد گندم در کشور به‌طور متوسط روی ۲۱٤۲ کیلوگرم در هکتار متوقف شده است (شکل ۱-۳ ب).



شکل ۱-۳- روند تغییرات عملکرد گندم در کشور از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۳ در شرایط افزایش خطی عملکرد (سناریو خوشبینانه، الف) و در شرایط متوقف شدن افزایش عملکرد (سناریو بدبینانه، ب).

جدول ۱-۲- پارامترهای مدل دوتکه‌ای برازش داده شده برای عملکرد گندم در مقابل زمان؛ a: عرض از مبدا خط بعد از نقطه چرخش؛ b: سرعت افزایش مقدار عملکرد گندم بعد از نقطه چرخش بر حسب کیلوگرم در هکتار در سال؛ c: نقطه چرخش یا سالی (میلادی) که پس از آن روند افزایش عملکرد گندم شروع شده است؛ d: مقدار عملکرد ثابت گندم قبل از سال c (کیلوگرم در هکتار) و پارامترهای مدل هیل برازش داده شده عملکرد گندم در مقابل زمان که y_0: عملکرد گندم در ابتدای دوره بررسی (کیلوگرم در هکتار)؛ $a+y_0$: بیشترین عملکردی که در هنگام ثبات عملکرد حاصل می‌شود (کیلوگرم در هکتار)؛ b و c: ضرایب معادله می‌باشند.

	ضرایب	مقدار± خطای استاندارد	حد پایین ضریب#	حد بالای ضریب#
تابع دوتکه‌ای	a	-٦٨٦٣١ ± ٤٥٢٧	-٧٧٧٢٤	٥٩٥٣٨
	b	٣٥/١٨ ± ٢/٢٧	٣٠/٦	٣٩/٧
	c	١٩٧٣/٢ ± ٢/٠	١٩٦٩/١	١٩٧٧/٢
	d^+	٧٨٠/٧ ± ٤٦/١٧	٦٨٨/٤	٨٧٣/١
	R^2		٠/٨٩**	
تابع هیل	y_0	٨٣٦/٣ ± ٣٧/١٥	٧٦١/٩	٩١٠/٦
	a	١٣٠٦/٧ ± ١٣١/٩٥	١٠٤٢/٧	١٥٧٠/٦
	b	٥/٧ ± ١/٢	٣/٣	٨/١
	c	٣٢/٨ ± ١/٥	٢٩/٨	٣٥/٨
	R^2		٠/٩٢**	

حدود اطمینان ضرایب در سطح اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شده است.

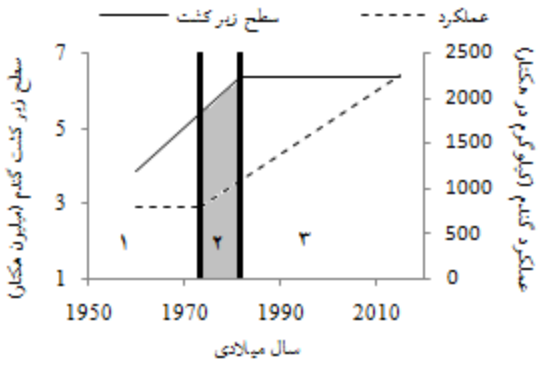
+ این پارامتر بر اساس ضرایب حاصل از تابع دو تکه‌ای محاسبه شد است.

** نشان‌دهنده معنی‌داری رگرسیون در سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌باشد.

در طول قرن بیستم جهت توصیف روند افزایش عملکرد گندم برای کشورهای آرژانتین، فرانسه، آلمان، هند، نیوزلند، آفریقای جنوبی، اسپانیا، سوئد، تونس، اوکراین و امریکا از تابع دوتکه‌ای استفاده شده است، این در حالی است که در کشور مکزیک در طول قرن گذشته فاز سوم یعنی ثبات عملکرد گندم نیز مشاهده شده است (کالدرینی و اسلافر، ۱۹۹۸). سرعت افزایش عملکرد گندم در کشورهای مختلف بین ۹/۱۲ (استرالیا) تا ۱۱۸/٦ (فرانسه) کیلوگرم در هکتار در سال بود. در طی قرن گذشته سرعت افزایش عملکرد گندم در کشور الجزایر (۲/۱ کیلوگرم در هکتار در سال) از نظر آماری معنی‌دار نبود (کالدرینی و اسلافر، ۱۹۹۸). رینولدز و همکاران (۱۹۹۹) گزارش کردند که در اواخر قرن بیست و یکم، در بسیاری از کشورهای جهان عملکرد گندم تقریباً به ثبات رسیده است. در عراق،

ایران، افغانستان و قسمت‌های کوچکی از هند و چین، عملکرد گندم با نرخ مناسبی در حال افزایش بوده است، ولی نرخ افزایش عملکرد در بیشتر بخش‌های هند، قزاقستان، مغولستان، استان بیجینگ چین و استرالیا در حال کاهش است (ری و همکاران، ۲۰۱۳).

با ادغام شکل‌های ۱-۲ و ۱-۳ الف، شکل ۱-٤ حاصل می‌شود. در این شکل می‌توان تاثیر سطح زیرکشت و افزایش عملکرد از سال ۱۹٦۱ تا ۲۰۱۳ را دریافت. بر اساس نتایج این شکل، از سال ۱۹٦۱ تا ۱۹۷۳، افزایش تولید گندم در کشور فقط به‌دلیل افزایش سطح زیرکشت این محصول بوده است (منطقه ۱، شکل ۱-٤). اما از سال ۱۹۷۳ تا ۱۹۸۲ افزایش تولید گندم در کشور به‌دلیل هر دو عامل افزایش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد در واحد سطح بوده است (منطقه ۲، شکل ۱-٤). از سال ۱۹۸۲ به این سو، افزایش تولید فقط ناشی از افزایش عملکرد در واحد سطح بوده است (قسمت ۳، شکل ۱-٤). اگرچه از سال ۱۹۸۲ به این سو، افزایش تولید فقط ناشی از افزایش عملکرد در واحد سطح بوده است، اما همچنین در این بازه زمانی، سالیانه به‌طور متوسط ۱/۱ میلیون تن گندم مصرفی از طریق واردات تامین شده است (FAOSTAT, 2015). محدودیت گسترش اراضی و نیز نیاز کشور به سایر محصولات کشاورزی و همچنین وضعیت سایر نهاده‌ها در کشور (مثل آب) از عوامل محدودکننده افزایش سطح زیرکشت گندم درگذشته و آینده به حساب می‌آیند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش تولید از طریق افزایش سطح زیر کشت گندم در کشور امکان‌پذیر نیست و در سال‌های آینده باید برای تولید بیشتر، بر افزایش عملکرد در واحد سطح برنامه‌ریزی کرد.



شکل ۱-٤- تحلیل نیاز به تولید گندم در ایران و راهکارهای ایجاد خودکفایی این محصول تا سال ۲۰۵۰.

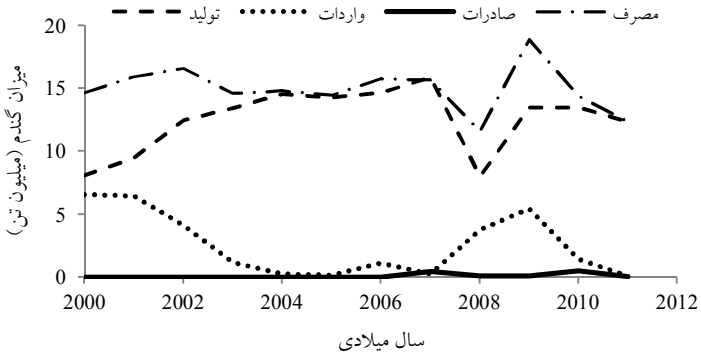
۱-۳-۳- بررسی نیاز کشور به گندم در شرایط کنونی

تقاضای یک محصول به‌طور عمده تحت‌تاثیر جمعیت و سرانه مصرف محصول می‌باشد. برای محاسبه مقدار سرانه مصرف گندم در طی سه سال اخیر از اطلاعات موجود در تارنمای اتاق بازرگانی، صنایع، معدن و کشاورزی تهران (مقدار صادرات و واردات گندم) و اطلاعات موجود در تارنمای FAOSTAT (تولید گندم و جمعیت کشور) استفاده شد. خلاصه این اطلاعات در جدول ۱-۳ ارایه شده است. بر اساس اطلاعات موجود در جدول ۱-۳ متوسط سرانه مصرف گندم در کشور در حدود ۱۸۲/۲ کیلوگرم در سال برای هر نفر برآورد شد.

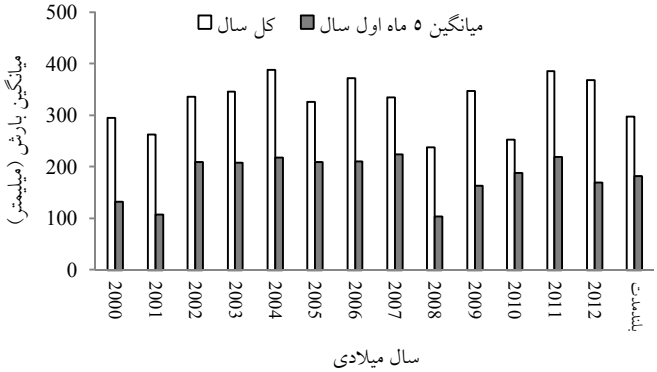
جدول ۱-۳- اطلاعات مربوط به گندم جهت محاسبه مقدار سرانه مصرف این محصول برای سه سال ۲۰۱۲، ۲۰۱۳ و ۲۰۱٤.

سال	صادرات (میلیون تن)	واردات (میلیون تن)	تولید (میلیون تن)	جمعیت (میلیون نفر)	سرانه مصرف (کیلوگرم در سال برای هر نفر)
۲۰۱۲	۰/۰٤	۲/۹	۸/۸	۷٦/۷	۱٥۱/٦
۲۰۱۳	۰/۰٦	٦/۷	۹/۳	۷٦/۹	۲۰۷/۲
۲۰۱٤	۰/۰٥	٤/۰	۱۰/٦	۷۷/۲	۱۸۷/۷
میانگین	۰/۰٥	٤/٥	۹/٦	۷٦/۹	**۱۸۲/۲**

در صورتی که تولید گندم در کشور با مقدار مصرف گندم همخوانی نداشته باشد الزاماً باید کمبود گندم در کشور از طریق واردات تامین شود. در شکل ۱-۵ وضعیت تولید، صادرات، واردات و میزان مصرف گندم در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در سال‌های اخیر به غیر از سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ میزان واردات به‌صورت چشمگیری کاهش داشت. دلیل افزایش شدید واردات گندم در سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹، کاهش چشمگیر بارندگی‌ها به‌خصوص در پنج ماه اول این سال‌ها بود (شکل ۱-٦). به‌دلیل وجود این نوسانات در میزان تولید گندم در شرایط مختلف بارندگی در کشور و با توجه به عدم اجتناب از نوسانات موجود در میزان بارندگی در سال‌های مختلف، باید مدیریت آب در کشور به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل تامین امنیت غذایی کشور مد نظر قرار گیرد.



شکل ۱-۵- وضعیت واردات، صادرات، تولید و مصرف گندم در کشور از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ میلادی.



شکل ۱-٦- میانگین بارندگی در تمامی ایستگاه‌های هواشناسی کشور از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ در مقایسه با آمار بلندمدت کشور (میانگین بارندگی از سال ۱۹٦۱ تا سال ۲۰۱۲).

۱-۳-٤- برآورد نیاز به گندم در کشور تا سال ۲۰۵۰

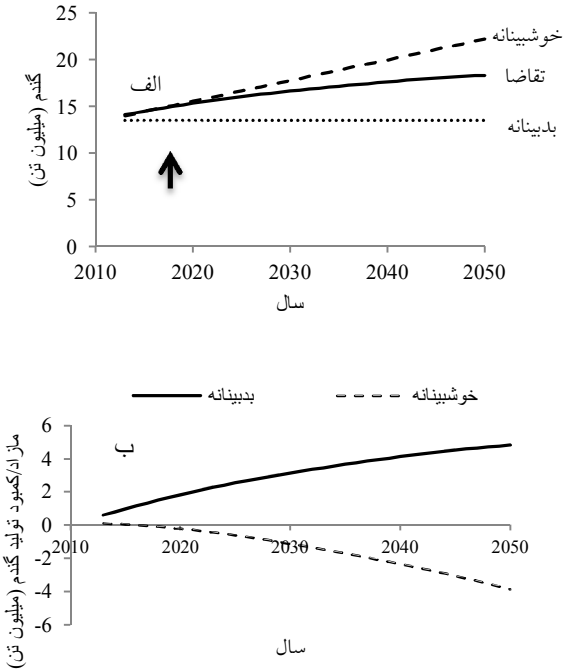
با نرخ رشد فعلی، جمعیت کشور در سال ۲۰۵۰ حدود ۱۰۰/٦ میلیون نفر خواهدشد (FAOSTAT, 2015). به دنبال این افزایش جمعیت، بر اساس سرانه مصرف گندم در کشور (۱۸۲/۲ کیلوگرم بر نفر؛ جدول ۱-۳)، در این سال میزان تقاضای گندم در کشور به ۱۸/۳ میلیون تن خواهد رسید. بنابراین، اگر قرار باشد که کشور در سال ۲۰۵۰ از نظر تولید گندم خودکفا شود، باید در این سال میزان تولید نسبت به سال ۲۰۱۳ (۱۳/۵ میلیون تن) به‌میزان ۳٦ درصد افزایش یابد. با توجه به

اینکه افزایش تولید از طریق افزایش سطح زیر کشت، امکان‌پذیر نیست (شکل ۱-٤)، افزایش عملکرد باید این نیاز را برطرف کند که نیازمند افزایش ۳٦ درصدی عملکرد نسبت به عملکردهای فعلی (۲/۲ تن در هکتار در سال ۲۰۱۳) کشور است. به‌عبارت بهتر، در صورتی که در سال ۲۰۵۰، عملکرد گندم در کشور به ۳ تن در هکتار برسد می‌توان در آن زمان تمام نیاز کشور را از طریق تولید داخلی برطرف کرد. بر اساس چشم‌انداز ۱٤۰٤ وزارت کشاورزی و بر اساس پروژه افزایش ضریب خوداتکایی محصولات اساسی در چهارچوب اقتصاد مقاومتی، سیاست دولت افزایش عملکرد گندم به ۳ تن در هکتار در سال ۲۰۲۵ می‌باشد (اسفندیارپور، ۱۳۹٤).

بر اساس گزارش فولی و همکاران (۲۰۱۱) پنج گام برای افزایش تولید محصولات کشاورزی در کنار حفظ منابع طبیعی باید مد نظر قرار گیرد: ۱. توقف توسعه کشاورزی (جلوگیری از پاکسازی جنگل‌ها به‌منظور توسعه اراضی کشاورزی)؛ ۲. برطرف کردن خلأ عملکرد؛ ۳. افزایش کارایی استفاده از منابع در تولید محصولات کشاورزی؛ ٤. افزایش تامین مواد غذایی با تغییر رژیم غذایی؛ ۵. کاهش ضایعات پس از تولید. این محققان بیان کردند در صورتی که عملکردهای کنونی در ۱٦ گیاه مهم زراعی به ۹۵ درصد از عملکرد پتانسیل آنها برسد، مقدار تولید محصولات کشاورزی در جهان به‌میزان ۲/۵ میلیارد تن (۵۸ درصد) افزایش خواهد یافت. تیلمان و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که در صورتی که قرار باشد برای تامین غذای جمعیت جهان در سال ۲۰۵۰ از روش‌های کنونی استفاده شود، تا آن زمان ۱ میلیارد هکتار از جنگل‌ها پاکسازی خواهند شد، مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای ۳ گیگاتن معادل دی‌اکسید کربن در سال و مقدار مصرف نیتروژن به ۲۵۰ میلیون تن در سال خواهد رسید. این در حالی است که این محققان بیان کردند که اگر از طریق فشرده‌سازی بوم‌شناختی اقدام به تولید غذای بشر در سال ۲۰۵۰ شود، مقدار پاکسازی جنگل‌ها ۰/۲ میلیارد هکتار، انتشار گازهای گلخانه‌ای ۱ گیگاتن معادل دی‌اکسید کربن در سال و مقدار مصرف نیتروژن ۲۲۵ میلیون تن در سال خواهد بود.

حال سوال این است که امکان افزایش عملکرد برای تولید و تامین کافی گندم در کشور وجود دارد یا خیر؟ برای پاسخ به این سوال دو سناریو در نظر گرفته شد: (۱) سناریو خوشبینانه بر اساس تابع دوتکه‌ای که برای توصیف تغییرات عملکرد در مقابل زمان استفاده شد (شکل ۱-۳ الف؛ جدول ۱-۲) و (۲) سناریو بدبینانه بر اساس تابع چهارپارامتری هیل تغییرات عملکرد در مقابل زمان توصیف شد (شکل ۱-۳ ب؛ جدول ۱-۲). بر اساس سناریوی خوشبینانه میزان واردات گندم در سال ۲۰۱۵

(شکل ۱-۷، با فلش نشان داده شده است)، باید به صفر می‌رسید. به‌عبارتی نمودار عرضه و تولید گندم همدیگر را در این سال قطع خواهند کرد. ولی در سال‌های اخیر بنا به دلایل نامعلومی عملکرد گندم (مجموع دیم و آبی) افت محسوسی داشته است و به ۱,٤٨ تن در هکتار رسیده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳). این افت عملکرد باعث شده است کشور همچنان نیازمند واردات تا ٤ میلیون تن باشد. بر اساس سناریو بدبینانه تا سال ۲۰۵۰ افزایشی در تولید گندم در کشور وجود نخواهد داشت (شکل ۱-۷ الف) و همواره نمودار تولید گندم زیر نمودار تقاضا قرار خواهد داشت (شکل ۱-۷ الف). بنابراین، با این شرایط تا سال ۲۰۵۰ برای تامین گندم کشور میزان واردات گندم به ٤,٨ میلیون تن خواهد رسید (شکل ۱-۷ ب).



شکل ۱-۷- الف: وضعیت تقاضا و تولید گندم در سناریو خوشبینانه (ادامه روند افزایش عملکرد به‌میزان ۳۵/۲ کیلوگرم در هکتار در سال) و بدبینانه (ثابت ماندن عملکرد موجود گندم در واحد سطح) تا سال ۲۰۵۰، ب: میزان واردات مورد نیاز گندم تا سال ۲۰۵۰ برای دو سناریو خوشبینانه و بدبینانه تولید گندم در کشور؛ در شکل ب مقادیر مثبت به‌عنوان کمبود و مقادیر منفی به‌عنوان مازاد تولید گندم می‌باشند.

طبق مطالعه‌ای که ری و همکاران (۲۰۱۳) انجام دادند مشخص شد که میانگین نرخ افزایش عملکرد برای چهار گیاه مهم زراعی ذرت، برنج، گندم و سویا در جهان از سال ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۸ به‌ترتیب برابر ۱/٦، ۱، ۰/۹ و ۱/۳ درصد بوده است. ایشان بیان کردند که جهت دو برابر کردن تولید محصولات کشاورزی تا سال ۲۰۵۰، نرخ افزایش عملکرد باید در حدود ۲/٤ درصد در سال باشد. بر اساس نرخ افزایش عملکرد فعلی، مقدار تولید ذرت، برنج، گندم و سویا در سال ۲۰۵۰ به‌ترتیب ٦۷، ٤۲، ۳۸ و ۵۵ درصد افزایش خواهد داشت که این مقدار افزایش برای جمعیت موجود در آن زمان کافی نخواهد بود. همچنین این محققان گزارش کردند که در صورتی که افزایش نرخ عملکرد برای مجموع این چهار محصول برابر ۲/٤، ۱/٤، ۱/۸ و ۲ درصد در سال در نظر گرفته شود (چهار سناریو مختلف افزایش عملکرد)، بر اساس هر یک از این سناریوها میزان تولید مجموع این چهار محصول در سال ۲۰۵۰ به ترتیب ۱۰۱، ۵۹، ٧٦ و ۸٤ درصد افزایش خواهد یافت (ری و همکاران، ۲۰۱۳). به‌عبارت بهتر، در سال ۲۰۵۰ برای تامین نیاز جمعیت جهان به این چهار گیاه زراعی، مقدار تولید این محصولات در آن سال باید تا ۱۰۱ درصد افزایش داشته باشد.

افزایش جمعیت، افزایش مصرف محصولات دامی و مصرف سوخت‌های زیستی منجر به افزایش تقاضا برای تولیدات گیاهان زراعی شده است (فولی و همکاران، ۲۰۱۱؛ پینگالی، ۲۰۱۲). برای تامین این تقاضا، تا سال ۲۰۵۰ در سطح جهان میزان تولیدات محصولات کشاورزی نسبت به اوایل این قرن، در حدود ٦۰ درصد باید افزایش یابد و از ۲۰٦۸ در شرایط کنونی به ۳۰۰۹ میلیون تن در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (الکساندراتوز و برونسما، ۲۰۱۲). بسیاری از محققان بیان کرده‌اند که افزایش عملکرد محصولات زراعی به جای افزایش سطح زیر کشت، راهکار پایدارتری جهت ایجاد امنیت غذایی است (فولی و همکاران، ۲۰۱۱). این در حالی است که مطالعات اخیر نشان داده است که در برخی از نقاط جهان افزایش عملکرد محصولات کشاورزی بسیار دشوار است. مطالعات انجام شده بر روی گندم در فرانسه (برایسون و همکاران، ۲۰۱۰)، گندم، جو، یولاف، ذرت و چاودار در سوییس (فینگر، ۲۰۱۰) نمونه‌های از این موارد هستند. در بسیاری از مناطق مهم تولید محصولات زراعی، افزایش عملکرد بیش از ۲٤ تا ۳۹ درصد غیرممکن است (ری و همکاران، ۲۰۱۲). بسیاری از این مناطق در کشورهایی قرار دارند که بیشترین تولید را در اختیار دارند (فینگر، ۲۰۱۰).

۱-۳-۵- صادرات گندم در جهان در شرایط کنونی و در سال ۲۰۵۰

از آن‌جایی‌که احتمال دارد خودکفایی گندم در سال ۲۰۵۰ امکان‌پذیر نباشد، تحلیل صادرات گندم از کشورهای مهم تولیدکننده نیز باید مورد توجه قرار گیرد. در این قسمت وضعیت تولید و صادرات گندم در ده کشور بزرگ صادرکننده گندم در جهان مورد بررسی قرار می‌گیرد تا مشخص شود که آیا در سال ۲۰۵۰ می‌توان جهت تامین گندم کشور به واردات این کشورها متکی بود یا نه؟

از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ به‌طور میانگین بیشترین صادرات گندم به‌میزان ۲۷/٦ میلیون تن (۲۱/۷ درصد از کل صادرات گندم در جهان) از کشور امریکا، به‌عنوان بزرگترین صادرکننده گندم در جهان، انجام شده است. به‌طور کلی مجموع سهم ده کشور برتر جهان از صادرات گندم در جهان به‌طور میانگین برابر ۸۰/۷ درصد بود (جدول ۱-٤). به‌طور میانگین میزان صادرات گندم از این کشورها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ برابر ۱۰۲/٤ میلیون تن بوده است. با توجه به افزایش جمعیت این کشورها به نظر می‌رسد در آینده میزان صادرات گندم از این کشورها کاهش خواهد یافت. کاهش صادرات گندم از این کشورها می‌تواند تامین غذا در کشورهای وارد کننده گندم در جهان را دچار مشکل کند. با برآورد جمعیت این کشورها در سال ۲۰۵۰ مشخص شد که میزان صادرات از این کشورها در این سال به ٦۹/٤ میلیون تن (۳۲ درصد کاهش نسبت به صادرات گندم در حال حاضر) کاهش خواهد یافت (این برآورد با این فرض است که تولید گندم در این کشورها در سال ۲۰۵۰ در حد فعلی باشد). با توجه به افزایش جمعیت در کشورهای وارد کننده گندم در جهان، به نظر می‌رسد تا سال ۲۰۵۰ میزان تقاضا برای واردات گندم در جهان افزایش و صادرات گندم کاهش خواهد یافت که این موضوع می‌تواند امنیت غذایی کشورهای واردکننده گندم را به‌شدت به خطر اندازد.

نرخ افزایش عملکرد گندم در کشورهای استرالیا، قزاقستان، امریکا، فرانسه، اوکراین در حال کاهش است (ری و همکاران، ۲۰۱۳). با توجه به اینکه این کشورها جزء کشورهای بزرگ صادرکننده گندم در جهان هستند، بدون شک این کاهش نرخ افزایش عملکرد در آینده می‌تواند صادرات گندم را دستخوش تغییرات زیادی کند و به عبارت دیگر میزان صادرات گندم در جهان را کاهش دهد.

جدول ۱-٤- وضعیت تولید، مصرف، صادرات و جمعیت ده کشور برتر صادر کننده گندم در جهان.

کشور	صادرات (میلیون تن)*	سهم صادرات در جهان (٪)*	سرانه مصرف (کیلوگرم برای هر نفر)*	جمعیت در سال ۲۰۱۳ (میلیون)	جمعیت در سال ۲۰۵۰ (میلیون)	تولید (میلیون تن)*	تقاضا در سال ۲۰۵۰ (میلیون تن)	صادرات در سال ۲۰۵۰ در صورت حفظ تولید کنونی (میلیون تن)
امریکا	۲۷/٦	۲۱/۷	۱۰۵	۲۸۵	٤۰۱	۵۷/۱	٤۲/۱	۱۵
فرانسه	۱٦/۷	۱۳/۱	۳۰۵	۵۹	۷۳	۳٦/۲	۲۲/۳	۱۳/۹
کانادا	۱٦/۲	۱۲/۸	۲۳٤	۳۱	٤۵	۲۳/۸	۱۰/٦	۱۳/۲
استرالیا	۱٤/۰	۱۱/۱	٤۱۸	۱۹	۳٤	۲۰/۵	۱٤/۱	٦/٤
روسیه	۹/٦	۷/۵	۲۷۲	۱٤۷	۱۲۱	٤۸/۱	۳۲/۸	۱۵/۳
آرژانتین	۸/٦	٦/۸	۱٤۹	۳۷	۵۱	۱۳/۹	۷/٦	٦/۳
اوکراین	٤/٦	۳/٦	۲۷٤	٤۹	۳٤	۱۷/۱	۹/۲	۷/۹
قزاقستان	٤/۰	۳/۲	۲۰۰	۱۵	۲۰	۷/۰	٤/۱	۰/۱
برزیل	۰/٦	۰/۵	۵٤	۱۷۵	۲۳۱	٤/۵	۱۲/٦	-۸/۱
ترکیه	۰/۵	۰/٤	۳۱۱	٦۳	۹۵	۱۹/۸	۲۹/۵	-۹/۷
کل	۱۰۲/٤	۸۰/۷	۱۷۵	۸۸۰	۱۱۰۵	۲٤۸/۰	۱۸٤/۹	٦۹/٤

* اعداد میانگین داده‌ها برای ۱٤ سال از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ می‌باشند

۱-٤- نتیجه‌گیری

بر اساس نرخ رشد کنونی جمعیت، در سال ۲۰۵۰ جمعیت کشور به ۱۰۱ میلیون نفر خواهد رسید. به‌عبارتی دیگر در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۳ جمعیت کشور ۳۱ درصد افزایش خواهد داشت. در صورتی که سیاست‌گذاری‌های کلان کشور بر خودکفایی تولید گندم باشد، علاوه بر عدم نیاز واردات، افزایش تولید این محصول باید نیاز جمعیت رو به رشد کشور را نیز جوابگو باشد. بر اساس سرانه مصرف فعلی گندم در کشور (۱۸۲/۲ کیلوگرم بر نفر) در سال ۲۰۵۰ به ۱۸/۳ میلیون تن گندم نیاز خواهد بود. از آن‌جایی‌که امکان افزایش سطح زیر کشت گندم در کشور وجود ندارد، برای افزایش تولید گندم، از ۱۳/۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۳ به ۱۸/۳ میلیون تن در سال ۲۰۵۰، راهی جز افزایش عملکرد وجود ندارد. برای دسترسی به این مقدار تولید در سال ۲۰۵۰، عملکرد در واحد سطح باید از ۲/۲ تن در هکتار در سال ۲۰۱۳ به ۳ تن در هکتار در آن سال برسد. در صورتی که افزایش عملکرد با

متوسط سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۳ – یعنی معادل ۳۵/۲ کیلوگرم افزایش در هکتار در سال تا سال ۲۰۵۰ نیز ادامه داشته باشد (که به‌نظر حفظ این روند خوشبینانه باشد)، باید تا سال ۲۰۱۵ خودکفایی تولید گندم حاصل می‌شد. ولی در سال‌های اخیر به دلایل نامعلومی شاهد افت عملکرد گندم تا ۱,٤٨ تن در هکتار هستیم. در سناریوی بدبینانه و با توجه به وجود شواهد ثبات عملکرد گندم در کشور، در صورتی که عملکرد گندم در سال ۲۰۵۰ برابر عملکردهای کنونی کشور باشد، در آن سال نیاز به واردات ٤/٨ میلیون تن گندم خواهد بود (با فرض حفظ تولید ۱۳/۵ میلیون تنی). این در حالی است که به‌نظر می‌رسد با توجه به افزایش جمعیت جهان، صادرات گندم از کشورهای مهم صادرکننده گندم (امریکا، فرانسه، کانادا، استرالیا، روسیه، آرژانتین، اوکراین، قزاقستان، برزیل و ترکیه) تا سال ۲۰۵۰ کاهش خواهد یافت که این کاهش می‌تواند زنگ خطری برای کشورهای واردکننده گندم باشد.

۱-۵- منابع

زارع فیض‌آبادی، ا.، کوچکی، ع.، و نصیری‌محلاتی، م. ۱۳۸۵. بررسی روند ۵۰ ساله تغییرات سطح زیر کشت، عملکرد، و تولید غلات در کشور و پیش‌بینی وضعیت آینده. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ٤: ٤٩-٦٩.

سطانی، ا. ۱۳۸٦. کاربرد نرم‌افزار SAS در تجزیه‌های آماری. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۸۲ ص.

عالیمقام، س.م.، قادری‌فر، ف.، و ربانی محمّدیه، ر. ۱۳۹۲. تجزیه داده‌های جوانه‌زنی با استفاده از مدل چهار پارامتره هیل. مجله علوم و فن‌آوری بذر. ۳: ۸٦-۹٤.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی، جلد ۲. معاونت برنامه‌ریز و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۲. آمارنامه کشاورزی، جلد ۲. معاونت برنامه‌ریز و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۳. آمارنامه کشاورزی، جلد ۲. معاونت برنامه‌ریز و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

اسفندیارپور، ا. ۱۳۹٤. افزایش ضریب خوداتکایی محصولات اساسی (گندم). وزارت جهاد کشاورزی. پروژه افزایش ضریب خوداتکایی ۸ محصول اساسی کشور.

Ahouissoussi, N.B.C., McIntosh, C.S., and Wetzstein, M.E. 1995. Rational experctatations og Georgia soybean acreage response. J. Agric. Appl. Econ. 27 (2), 500-509.

Alexandratos, N., and Bruinsma, J. 2012. World agriculture towards 2030/2050. Food and Agriculture Organization of the United Nations. The 2012 revision. 147p.

Alimagham, S.M., Ghaderi-Far, F., and Rabbani Mohammadieh, R. 2013. Germination data analysis by using the four-parameter Hill model. Seed science technology. 3 (2), 86-94. (In Persian)

Bhutta, Z.A., Ahmed, T., Black, R.E., Cousens, S., Dewey, K., Giugliani, E., et al. 2008. What works? Interventions for maternal and child undernutrition and survival. The Lancet. 371 (9610), 417-440.

Black, R.E. 2003. Zinc deficiency, infectious disease and mortality in the developing world. J. Nutr. 133, 1485-1489.

Brisson, N., Gate, P., Gouache, D., Charmet, G., and Francois-Xavier, O., et al. 2010. Why are wheat yields stagnating in Europe? A comprehensive data analysis for France. Field Crops Research. 119 (1), 201-212.

Calderini, D.F., and Slafer G.A. 1998. Changes in yield and yield stability in wheat during the 20th Century. Field Crops Research. 57 (3), 335-347.

Clafferty, B. 2000. Ensuring Food Security in Egypt: Food Subsidy, Income Generation and Market Reform. Food Policy. 25 (2), 219-224.

da Silva, O.M., and Grennes, T. 1999. Wheat policy and economy-wide reform in Brazil. Agricultural Economics. 20 (2), 143-157.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2001. Food balance sheets. A handbook, food balance sheets. Rome: FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2005. The state of food insecurity in the world. Eradicating world hunger e Key to achieving the millennium development goals. Rome: FAO.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2009. The state of food insecurity in the world. Economic crises Impacts and lessons learned. Rome: FAO.

FAOSTAT. 2015. http://faostat3.fao.org/download/E/EF/E

Finger, R. 2010. Evidence of slowing yield growth – The example of Swiss cereal yields. Food Policy. 35 (2), 175-182.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., et al. 2011. Solutions for a cultivated planet. Nature. 478: 337-342.

Gariballa, S.E. 2000. Nutritional factors in stroke. British J. Nutr. 84 (1), 5-17.

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson U., van Otterdijk, R., and Meybeck, A. 2011. Global food losses and food waste. Food and Agricultural Organization.

Hafner, S. 2003. Trends in maize, rice and wheat yields for 188 nations over the past 40 years: a prevalence of linear growth. Agriculture, Ecosystems and Environment. 97 (1-3), 275-283.

http:// www.weather.ir

http:// www.worldometers.info

Kassu, A., Nhien, N.V., Nakamori, M., Diro, E., Ayele, B., and Mengistu, G., et al. 2007. Deficient serum retinol levels in HIV infected and uninfected patients with tuberculosis in Gondar, Ethiopia. Nutrition Research. 27 (2), 86-91.

Khush, G.S. 1999. Green revolution: preparing for the 21st century. Genome. 42 (4), 646-655.

King, D.A., Cordova, F., and Scharf, S.M. 2008. Nutritional aspects of chronic obstructive pulmonary disease. Proceedings of the American Thoracic Society. 5 (4), 519-523.

Naha, S.L., and Chaua, C.F. 2010. Issues and challengesin defeating worldhunger. Trends in Food Science and Technology. 21 (11), 544-557.

Neumann, K., Verburg, P.H., Stehfest, E., and Mueller, C. 2010. The yield gap of global grain production: A spatial analysis. Agricultural Systems. 103 (5), 316-326.

Pimentel, D., and Pimentel, M. 2006. Global environmental resources versus world population growth. Ecological Economics. 59 (2), 195-198.

Pingali, P.L. 2012. Green Revolution: Impacts, limits and the path ahead. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 109 (31), 12302-12308.

Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C., and Foley, J.A. 2013. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050.PLOS ONE. 8 (6), 66428.

Ray, D.K., Ramankuttv, N., Mueller, N.D., West, P.C., and Foley, J.A. 2012. Recent patterns of crops yield growth and stagnation. Nature Communications. 3, 1293.

Reynolds, M.P., Rajaram, S., and Sayre, L.D. 1999. Physiological and genetic changes of irrigated wheat in the post-green revolution period and approaches for meeting projected global demand. Crop science. 39 (6), 1611-1621.

Soltani, A. 2008. Application of SAS in statistical analysis. Jehad Daneshgahi press of mashhad. 182p. (In Persian)

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., and Befort, B.L. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 108 (50), 20260-20264.

Victora, C.G., Adair, L., Fall, C., Hallal, P.C., Martorell, R., Richter, L., et al. 2008. Maternal and child undernutrition: consequences foradult health and human capital. The Lancet, 371 (9609), 340-357.

WHO (World Health Organization). 2008. The top ten causes of death. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/index.html.

Wilkinson, J. 2004. The food processing Industry, globalization and developing countries. J. Agric. Dev. Econ. 1 (2), 184-201.

Zarea, A., Koocheki, K., and Nassiri, M. 2006.Trend analysis of yield, production and cultivated area of cereal in Iran during the last 50 years and prediction of future situation. Agronomy researches. 4 (1), 49-69. (In Persian)

فصل دوم: ارزیابی خلأ عملکرد و خلأ تولید گندم در شرایط دیم ایران بر اساس رابطه عملکرد- بارندگی

۲-۱- مقدمه

سالیانه در حدود ٦/۳ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی در کشور به زیرکشت گندم می‌رود که به‌طور متوسط ٦۱ درصد از این اراضی به‌صورت دیم کشت می‌شوند. عملکرد گندم دیم در سال‌های گذشته بین ۰/۷ تا ۱ تن در هکتار متغیر بوده است. با فرض عملکرد یک تن در هکتار برای اراضی دیم، در بهترین شرایط مقدار تولید گندم دیم در کشور به ۳/۹ میلون تن می‌رسد. سهم تولید اراضی دیم از کل تولید گندم کشور در حدود ٤۳ درصد می‌باشد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۳).

عملکرد گندم دیم در کشور در مقایسه با کشورهای دارای عرض جغرافیایی مشابه با ایران (استرالیا، حوضه مدیترانه، چین و بخشی از امریکا) کمتر است. به‌دلیل هم عرض بودن این کشورها با ایران، مقدار بارندگی در آنها با وضعیت ایران مشابه است. این در حالی است که بالاتر بودن عملکرد گندم دیم در این کشورها نشان از بیشتر بودن مقدار بهره‌وری از آب باران در تولید این محصول نسبت به ایران می‌باشد. در کشورهای در حال توسعه، معمولاً کاهش عملکرد در شرایط دیم به بارندگی ناکافی نسبت داده می‌شود که خارج از کنترل کشاورز است (سلطانی و فرجی، ۱۳۹۰). بر اساس گزارش‌های مختلف مشخص شده است که صرفاً استناد عملکرد کم به کمبود بارندگی صحیح نمی‌باشد. در مطالعه‌ای که از سال ۱۹٦٤ تا ۱۹۷۵ در جنوب استرالیا انجام شد، مشخص شد که در این دوره زمانی بین آب مصرفی و عملکرد گندم رابطه قوی وجود نداشت (فرنچ و اسکلتز، ۱۹۸٤). نتایج مطالعه دیگری در جنوب دشت بزرگ امریکا نشان داد که در این دشت، عملکرد گندم دیم از سال ۱۸۹٤ تا ۱۹۵۵ به‌طور متوسط برابر ۵۸۰ کیلوگرم در هکتار بود، این در حالی بود که بدون

اینکه تغییری در میزان بارندگی‌های این منطقه حاصل شود و با میانگین بارش کمتر از ٤۰۰ میلی‌متر در سال، به‌دلیل اعمال مدیریت‌ها و استفاده از ارقام جدید در اراضی دیم، از سال ۱۹۵۵ تا ۱۹۸۰ مقدار عملکرد از ۵۸۰ به ۲۰۵٤ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (پاتریگنانی و همکاران، ۲۰۱٤).

به‌نظر می‌رسد برخلاف ادعای بسیاری از سیاست‌گذاران بخش کشاورزی، اقلیم گرم و خشک ایران، دلیل اصلی کم بودن عملکرد گندم دیم و زیاد بودن خلأ عملکرد این محصول در کشور نباشد. چرا که در بسیاری از مناطق دنیا با اقلیم مشابه ایران، عملکرد گندم و بهره‌وری از آب باران بسیار بیشتر از اراضی دیم ایران است. جنوب‌شرق استرالیا، فلات لوئیز چین، شمال دشت بزرگ امریکا، حوضه مدیترانه و جنوب دشت بزرگ امریکا نمونه‌هایی از مناطقی با اقلیم مشابه با ایران ولی دارای عملکرد گندم دیم بالاتر از ایران هستند (سدراس و آنگوس، ۲۰۰٦). آگاهی از مقدار بهره‌وری از آب باران در مزارع گندم دیم در کشور، می‌تواند نقش مهمی در نحوه مدیریت و افزایش عملکرد این محصول داشته باشد. به‌عنوان مثال، کرنیش و موری (۱۹۸۹) بیان کردند که آگاهی از این موضوع که بارندگی‌ها در جنوب استرالیا با اقلیم گرم خشک، عامل محدودکننده عملکرد گندم دیم نبود، در دهه ۱۹۹۰ در افزایش تولید این محصول در این کشور نقش بسیار مهمی داشت. تاکنون رابطه بین عملکرد گندم دیم و مقدار بارندگی به‌طور یکپارچه و سراسری برای کشور مورد بررسی قرار نگرفته است، بنابراین این بخش از مطالعه با این اهداف انجام شد: (۱) تعیین رابطه بین عملکرد گندم دیم و مقدار بارندگی در ایران، (۲) تعیین خلأ عملکرد گندم دیم در ایران بر اساس عملکرد قابل دسترس بر مبنای میزان بارندگی، (۳) مشخص کردن استان‌های مستعد افزایش تولید گندم دیم در کشور.

۲-۲- مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه، داده‌های مربوط به بارندگی ماهانه در استان‌های کشور از۳۰۰ ایستگاه سینوپتیک از سال ۲۰۰۱ (۸۰-۱۳۷۹) تا ۲۰۱۱ (۹۰-۱۳۸۹) از تارنمای سازمان هواشناسی کشور استخراج شد (www.weather.ir). آمار مربوط به سطح زیرکشت و عملکرد گندم دیم ۲۲ استان کشور، برای دوره زمانی مورد مطالعه، از تارنمای وزارت جهاد کشاورزی استخراج شد (http://dbagri.maj.ir/zrt/). در این مطالعه استان‌هایی که سطح زیر کشت گندم دیم کمتر از ۱۰۰۰۰ هکتار در سال داشتند در محاسبات لحاظ نشده است. این استان‌ها شامل سیستان و بلوچستان، سمنان، کرمان، قم، یزد، هرمزگان، تهران و البرز بودند. استان‌های دارای کمتر از ۱۰۰۰۰ هکتار اراضی

دیم به‌طور عمده در بخش مرکزی در دشت لوت و دشت کویر واقع شده‌اند. همچنین اطلاعات استان گیلان نیز به‌دلیل بالا بودن مقدار بارندگی سالیانه (در عمل عدم وجود کشت دیم در این استان) در محاسبات لحاظ نشده است. لازم به توضیح است که سطح زیر کشت گندم با عنوان دیم و آبی در این استان به‌ترتیب برابر ۸۵۰۰ و ۱٤٤ هکتار است.

برای برآورد عملکرد قابل حصول در شرایط آب محدود از رابطه بین عملکردهای واقعی با مجموع بارندگی در طول فصل رشد[1] استفاده شد. به این صورت که ابتدا نمودار پراکنش عملکرد واقعی گندم دیم استان‌ها در مقابل مجموع بارندگی در طول فصل رشد گندم دیم رسم شد، سپس با استفاده از تحلیل خط مرزی (نمودار دوتکه‌ای؛ معادله ۱) به نقاط مرزی برازش داده شد (شکل ۲-۱).

$$\begin{aligned} yield &= b \times rain + a \quad if \quad rain < c \\ yield &= b \times c + a \quad if \quad rain \geq c \end{aligned}$$

معادله (۱)

در این رابطه، yield: عملکرد گندم دیم (بر حسب تن در هکتار)؛ b: مقدار بهره‌وری از آب باران (تن بر هکتار بر میلی متر)؛ c: نقطه چرخش یا مقدار بارندگی (میلی‌متر) که پس از آن عملکرد ثابت می‌شود؛ a: عرض از مبدا معادله، rain: مجموع بارندگی در فصل رشد گندم بر حسب میلی‌متر می‌باشند.

در این مطالعه خلأ تولید گندم از طریق حاصلضرب خلأ عملکرد در هکتار در سطح زیر کشت دیم برای هر استان کشور، محاسبه شد. برای برازش نمودار تحلیل خط مرزی از رویه PROC NLIN و همچنین برای رسم کلیه نقشه‌ها از رویه PROC MAP در نرم‌افزار SAS نسخه 9.0 استفاده شد.

۲-۳- نتایج و بحث

نتایج تحلیل خط مرزی نشان داد که در شرایط بارندگی بیشتر از ۲۵ میلی‌متر (حداقل بارندگی که در مقادیر بیشتر از آن، احتمال دسترسی به عملکرد وجود داشت) تا ۲۰۱ میلی‌متر، به‌ازای هر میلی‌متر

---

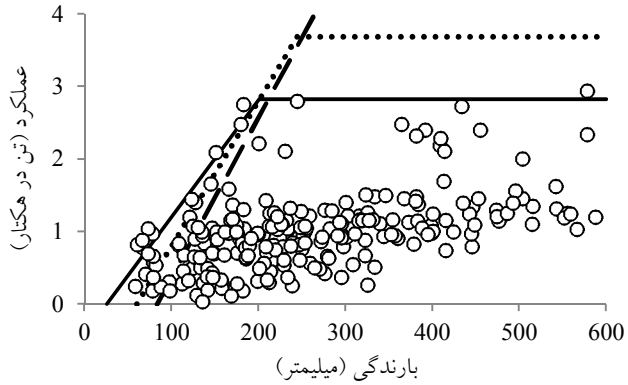
۱. تاریخ کاشت گندم در ایران به‌طور متداول در انتهای پاییز و تاریخ برداشت آن به‌طور عمده در انتهای فصل بهار می‌باشد. بنابراین فصل رشد گندم در دو سال تقویمی متفاوت قرار می‌گرد. به‌طوری که ابتدای فصل رشد در انتهای یک سال تقویمی (میلادی) و انتهای فصل رشد در اواسط سال تقویمی بعد قرار می‌گیرد. بنابراین در این مطالعه منظور از مجموع بارندگی در طول فصل رشد، مجموع بارندگی در ماه‌های اکتبر، نوامبر و دسامبر در سال قبل از سال برداشت گندم و بارندگی در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می و ژوئن واقع در سال برداشت گندم می‌باشند.

افزایش بارندگی، مقدار عملکرد قابل دسترس ١٦ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌یابد (شکل ۲-۱، جدول ۲-۱). سادراس و رگت (۲۰۰٤) نیز از تابع دوتکه‌ای برای توصیف عملکرد گندم دیم در مقابل بارندگی برای مناطق نیمه خشک جنوب‌شرق استرالیا استفاده کردند، ایشان گزارش کردند که حداقل با ۲٤٤ میلی‌متر بارندگی، بیشترین عملکرد قابل دسترس برابر با ۳/۸٦ تن در هکتار بود، همچنین ایشان مقدار حداقل بارندگی برای حصول عملکرد برای مناطق نیمه خشک جنوب‌شرق استرالیا را برابر ٦۰ میلی‌متر بیان کردند (در مطالعه ایشان مجموع آب بارندگی و آب موجود در خاک لحاظ شده بود). در مطالعه این محققان، مقدار بهره‌وری از آب برابر ۲۰ کیلوگرم در هکتار بر میلی‌متر در هکتار گزارش شده است (شکل ۱-۲، نقطه چین). در مطالعه‌ای دیگر مقدار بهره‌وری آب برای گندم دیم در استرالیا برابر ٦±۱۳ کیلوگرم بر هکتار بر میلی‌متر گزارش شده است که در این مطالعه نیز مقدار بارندگی‌ها فصل تابستان در محاسبات لحاظ نشده بود و مقدار آب موجود در خاک نیز در محاسبات لحاظ شده بود (سادراس و همکاران، ۲۰۰۲). فرنچ و اسکولتز (۱۹۸٤) نیز مقدار این شاخص در گندم برای محیط‌های مدیترانه‌ای را برابر ۲۰ کیلوگرم بر هکتار بر میلی‌متر آب مصرفی، گزارش کردند. سادراس و آنگوس (۲۰۰٦) بیان کردند که در محیط‌های خشک به‌ازای هر میلی‌متر افزایش تبخیر و تعرق مقدار عملکرد گندم می‌تواند به‌میزان ۲۲ کیلوگرم در هکتار افزایش یابد. پاتریگنانی و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند که در ایالت اوکلاهاما مقدار افزایش عملکرد قابل دسترس گندم دیم به‌ازای هر میلی‌متر افزایش بارندگی برابر ١٤ کیلوگرم در هکتار بود.

بر اساس تحلیل خط مرزی بیشترین عملکرد قابل دسترس گندم دیم برابر ۲/۸۳ تن در هکتار برآورد شد که برای حصول این عملکرد حداقل به ۲۰۱ میلی‌متر بارندگی در طول فصل رشد نیاز بود (شکل ۲-۱، جدول ۲-۱). میانگین بارندگی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ (مجموع نه ماه از سال به غیر ماه‌های تابستان)، در پانزده استان کشور شامل ایلام، آذربایجان شرقی و غربی، بوشهر، چهارمحال بختیاری، خوزستان، زنجان، قزوین، کردستان، کرمانشاه، کهکیلویه و بویراحمد، گلستان، لرستان، مازندران و همدان بیشتر از ۲۰۱ میلی‌متر بود. به‌عبارتی دیگر در این استان‌ها از نظر مقدار بارندگی برای رسیدن به عملکرد ۲/۸۳ تن در هکتار، محدودیتی وجود ندارد.

با استفاده از تحلیل خط مرزی بیشترین عملکرد گندم دیم برای شهرستان گرانت واقع در ایالت واشنگتن امریکا برابر ۲/۷ تن در هکتار گزارش شده است که این مقدار عملکرد با ۵۰۵ میلی‌متر بارندگی سالیانه قابل حصول بوده است (پاتریگنانی و همکاران، ۲۰۱٤). سادراس و آنگوس (۲۰۰٦).

نشان دادند که با ۲۳۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق در استرالیا و محیط‌های خشک عملکرد قابل حصول برای گندم برابر ۳/۷ تن در هکتار بود. به‌طورکلی ایشان رابطه مقدار عملکرد قابل حصول گندم (Yield) با مقدار تبخیر و تعرق (E) را به‌صورت yield=0.022E-1.32 برآورد کردند که بر اساس این رابطه برای دسترسی به ٦ تن عملکرد (بیشترین عملکرد در مطالعه ایشان) به ۳۳۳ میلی‌متر تبخیر تعرق نیاز بود. اختلاف موجود در ارقام زراعی، می‌تواند یکی از دلایل اصلی تفاوت حداکثر عملکرد مربوط به مطالعات در مناطق مختلف جهان باشد. مدیریت ضعیف اراضی دیم در کشور نیز می‌تواند یکی دیگر از دلایل پایین بودن حداکثر عملکرد قابل حصول در کشور باشد. خیلی غیرمحتمل است که تمامی کشاورزان یک منطقه در یک فصل زراعی از بهترین روش‌های مدیریتی استفاده کنند و یا اینکه بتوانند کلیه تنش‌ها را در جهت رسیدن به پتاسیل عملکرد مدیریت کنند (اگلی و هاتفیلد، ۲۰۱٤). تخمین پایین‌تر از حد عملکرد پتانسیل در اینگونه مطالعات میدانی، می‌تواند به علت عدم دسترسی به نهاده‌ها، نبود ضمانت کافی برای فروش محصول و همچنین ضعف اطلاعات یا عدم دسترسی به اطلاعات کافی از سوی کشاورزان باشد (ون‌ایترسوم و همکاران، ۲۰۱۳). بر اساس گزارش لوبل و ارتیز- موناستریو (۲۰۰٦)، مدیریت نقش بسیار مهمی در نوسانات عملکرد دارد، به‌طوری که طی مطالعه‌ای که ایشان در دره یاگویی مکزیک انجام دادند بیان کردند که ۷۰ تا ۹۰ درصد از نوسانات عملکرد در این منطقه به‌دلیل مدیریت بود و نقش خاک و شرایط اقلیمی در تغییرات عملکرد پایین بود. به‌عبارتی ساده‌تر، پایین بودن میانگین عملکرد گندم دیم در استان‌های کشور، خود باعث تخمین کمترِ بیشینه عملکرد قابل دسترس نسبت به سایر مناطق جهان شده است (شکل ۲-۱)، که ضعف مدیریتی در مزارع و عدم دسترسی کشاورزان به ماشین‌آلات مدرن و نهاده‌ها، می‌توانند از دلایل پایین بودن عملکردها در کشور باشند.



شکل ۲-۱- عملکرد قابل دسترس گندم دیم (خط ممتد) از طریق رابطه عملکرد با مجموع بارندگی نه ماه از سال میلادی (کل بارندگی در سال بدون احتساب بارندگی‌های فصل تابستان) در بیست و دو استان کشور از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ که هر نقطه نشان‌دهنده اطلاعات یک استان در یکی از این سال‌ها است؛ خط نقطه‌چین: تحلیل خط مرزی انجام شده برای عملکرد قابل دسترس در مناطق نیمه خشک جنوب‌شرق استرالیا برای عملکرد گندم دیم در مقابل مجموع بارندگی و آب موجود در خاک با شیب خط ۰/۰۲ تن بر هکتار بر میلی متر و بیشترین عملکرد ۳/٦۸ تن در هکتار (Sadras and Roget, 2004). خط منقطع: تحلیل خط مرزی گزارش شده برای عملکرد پتانسیل گندم دیم در اوکلاهاما امریکا با شیب خط ۰/۰۲۲ تن بر هکتار بر میلی‌متر و عرض از مبدا برابر ۱/۸۳- (Patrignani et al, 2014).

جدول ۲-۱- پارامترهای مدل دوتکه‌ای برازش داده شده بر تغییرات عملکرد گندم دیم در مقابل بارندگی (شکل ۲-۱). a: عرض از مبدا خط؛ b: بهره‌وری از آب باران تن بر بر هکتار میلی‌متر؛ c: نقطه چرخش یا مقدار بارندگی (میلی‌متر) که پس از آن عملکرد گندم دیم ثابت شده است؛ d: مقدار عملکرد گندم دیم پس از نقطه c (تن در هکتار).

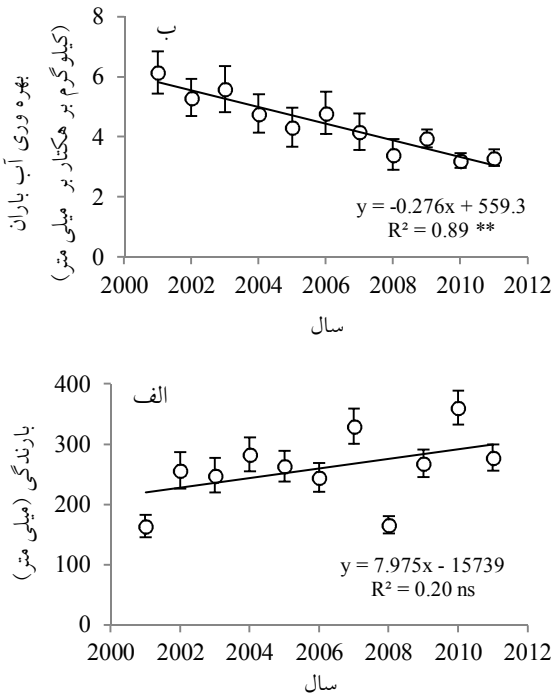
ضریب معادله	مقدار±خطای استاندارد	حد پایین ضریب#	حد بالای ضریب#
a	-۰/٤۱ ±۰/۱۹	-۰/۸٤	۰/۰۳
b	۰/۰۱٦ ± ۰/۰۰۲	۰/۰۱۳	۰/۰۲۰
c	۲۰۱/۰۰ ± ۱۳/۱٦	۱۷۱/٦٤	۲۳۰/۳٥
d	۲/۸۳ ± ۰/۱٤	۲/۸۰	۳/۱٤
R^2		۰/۸۸**	

حدود اطمینان ضرایب در سطح اطمینان ۹۵ درصد محاسبه شده است.

** نشان‌دهنده معنی‌داری رگرسیون در سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌باشد.

بر اساس اطلاعات حاصل از شکل ۱-۲ و سطح زیرکشت گندم در استان‌های مختلف، متوسط عملکرد گندم دیم قابل دسترس در کشور برابر ۲/۵۲ تن در هکتار برآورد شد. این در حالی است که عملکرد واقعی برای کشور برابر ۱/۰۱ تن در هکتار می‌باشد. اختلاف بین عملکرد قابل دسترس و عملکرد واقعی نشان‌دهنده خلأ عملکرد است، بنابراین مقدار خلأ عملکرد گندم دیم در کشور به‌طور متوسط برابر ۱/۵۱ تن در هکتار می‌باشد. به‌عبارتی دیگر بر اساس شرایط بارندگی موجود در کشور، در اراضی گندم دیم کشور نسبت به عملکردهای واقعی در حدود ٦۰ درصد خلأ عملکرد وجود دارد که با این شرایط، خلأ موجود در اراضی دیم کشور بیشتر از عملکرد واقعی می‌باشد. پاتریگنانی و همکاران (۲۰۱٤) بر اساس نتایج تحلیل خط مرزی و رابطه بین عملکرد و بارندگی، مقدار خلأ عملکرد گندم دیم در بخش‌های مختلف ایالت اکلاهاما را بین ۵۲۰ تا ۹٤۰ کیلوگرم در هکتار برآورد کردند. مقدار خلأ عملکرد گندم دیم در ویکتوریا استرالیا برابر ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (ون ایترسوم و همکاران، ۲۰۱۳).

در شکل (۲-۲ الف) روند مجموع بارندگی در نه ماه از سال میلادی (به غیر از ماه‌های فصل تابستان) برای مجموع ۲۲ استان مورد مطالعه، نشان داده شده است. در طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ مقدار بارندگی در نه ماه از سال میلادی برای کشور تغییر معنی‌داری نداشت. این در حالی است که در همین بازه زمانی مقدار بهره‌وری از بارندگی برای تولید گندم دیم در کشور دارای یک روند نزولی بود که متوسط آن در این بازه زمانی برابر ٤/۵ کیلوگرم به‌ازای هر میلی متر بارندگی به‌دست آمد (شکل ۲-۲ ب). روند بارندگی در کنار روند بهره‌وری آب برای تولید گندم دیم در کشور نشان‌دهنده این موضوع است که وضعیت استفاده از آب باران در اراضی گندم دیم کشور در طی این بازه زمانی، کمتر شده است. مقدار متوسط بهره‌وری از آب در اراضی گندم دیم جنوب‌شرق استرالیا، فلات لوئیز چین، شمال دشت بزرگ امریکا، حوضه مدیترانه و جنوب دشت بزرگ امریکا به‌ترتیب برابر ۹/۹، ۹/۸، ۸/۹، ۷/٦ و ۵/۳ کیلوگرم دانه بر هکتار میلی‌متر آب می‌باشد (سادراس و آنگوس، ۲۰۰٦) که با فرض ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی در طول فصل رشد گندم، عملکرد دیم این محصول با این مقادیر بهره‌وری آب به‌ترتیب برابر ۲۹۷۰، ۲۹٤۰، ۲٦۷۰، ۲۲۸۰ و ۱۵۹۰ کیلوگرم در هکتار است.



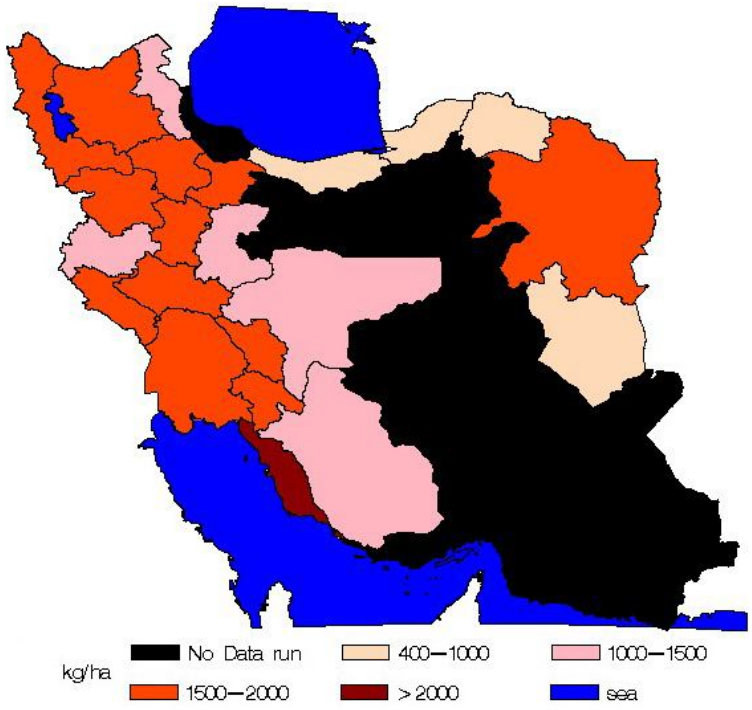
شکل ۲-۲- (الف) روند تغییرات مقدار بارندگی در نه ماه از سال و (ب) بهره‌وری آب برای تولید گندم دیم از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ در کشور. هر نقطه نشان‌دهنده میانگین بارندگی یا بهره‌وری آب در ۲۲ استان مورد مطالعه در هر سال می‌باشد.

بنابراین در کشور برای تولید گندم دیم از نظر بهره‌وری آب باران به خوبی عمل نمی‌شود و در مواقعی که با افزایش بارندگی امکان افزایش عملکرد وجود دارد، این مهم اتفاق نمی‌افتد. به‌عبارتی دیگر در مزارع گندم دیم کشور، بهره‌وری از آب باران پایین است و زمانیکه مقدار بارندگی افزایش می‌یابد، مقدار بهره‌وری از این نهاده با ارزش علاوه بر این اینکه افزایش نمی‌یابد، حتی کمتر نیز می‌شود (شکل ۲-۲). این نتایج نشان می‌دهد که در مزارع گندم دیم کشور با اعمال مدیریت مناسب در جهت افزایش بهره‌وری از آب باران می‌توان به افزایش عملکرد امیدوار بود. از سایر راهکارهای افزایش بهره‌وری آب باران در اراضی دیم می‌توان به استفاده کافی از عناصر غذایی، استفاده از ارقام زراعی مناسب، مدیریت مناسب علف‌های هرز و آفات، مدیریت مناسب خاک‌ورزی و حفظ بقایای

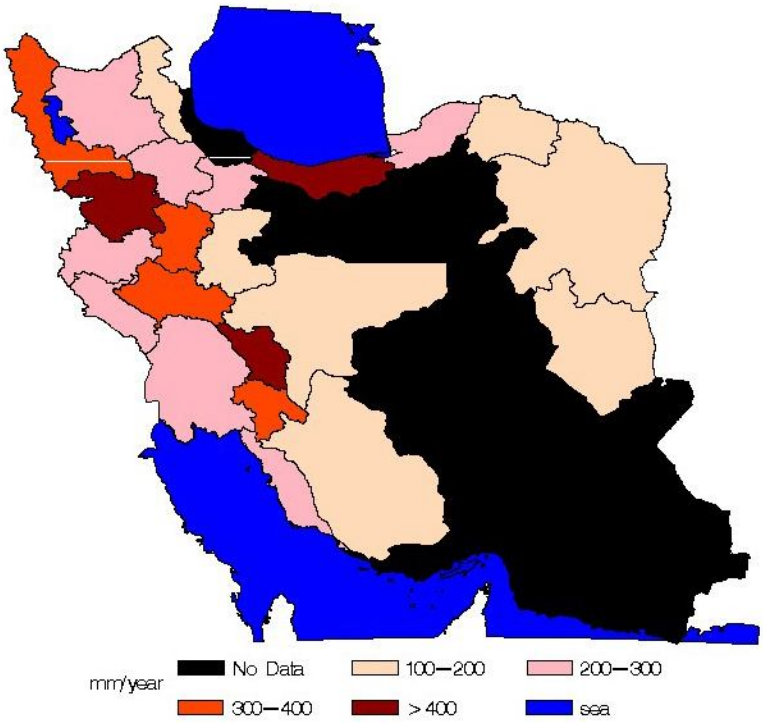
گیاهی بر سطح خاک اشاره کرد. کشت‌های زودهنگام وافزایش طول فصل رشد خصوص در مناطق دارای فصل زمستان سرد می‌تواند بهره‌وری از آب را افزایش دهد (سادراس و همکاران، ۲۰۱۱). افزایش عملکرد گندم در دشت بزرگ امریکا بین سال‌های ۱۹۵۵ تا ۱۹۸۸ به‌دلیل استفاده از ارقام مناسب و کودپذیر، به‌خصوص کود نیتروژن، حاصل شد (بل و همکاران، ۱۹۹۵؛ برانکورت هولمل و همکاران، ۲۰۰۳). در ایالت اوکلاهامای امریکا از سال ۱۹۱۹ تا ۱۹۹۷ به‌دلیل اصلاح ارقام گندم، عملکرد گندم با سرعت ۱۸/۸ کیلوگرم در هکتار در سال افزایش داشته است (خلیلی و همکاران، ۲۰۰۲). سادراس و آنگوس (۲۰۰٦) گزارش کردند که با افزایش مقدار تبخیر و تعرق در گندم دیم، مقدار کارایی مصرف آب کاهش یافت. ایشان بیان کردند که در هر دو شرایط مصرف و عدم مصرف کود نیتروژن، با افزایش مقدار تبخیر و تعرق مقدار خلأ عملکرد به‌صورت خطی افزایش یافت، ولی مقادیر خلأ عملکرد در شرایط مصرف کود نیتروژن کمتر بود. از طرفی عواملی مانند شور و قلیا بودن خاک و سمیت عناصری مانند بُر، باعث کاهش بهره‌وری از آب ذخیره شده در خاک، می‌شود (سادراس و همکاران، ۲۰۰۲). نکته قابل توجه این است که در سایر تحقیقات، راهکارهای افزایش و دلایل کاهش بهره‌وری از منابع در کشت تا حدودی مشخص شده است اما برای اجرای این راهکارها نیاز به آموزش کشاورزان و افزایش آگاهی آنها برای مدیریت بهتر اراضی دیم می‌باشد. این در حالی است که در کشور، افزایش عملکرد گندم بیشتر در اراضی آبی دنبال می‌شود، به‌طوری که میانگین عملکرد گندم دیم کشور در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ نسبت به سال زراعی ٦۲-۱۳٦۱ به مقدار ۳۸۲ کیلوگرم در هکتار افزایش داشته است این در حالی است که این مقدار افزایش عملکرد در اراضی آبی برابر ۱۷٤٦ کیلوگرم در هکتار بوده است (www.dbagri.maj.ir/zrt/).

در شکل ۲-۳ وضعیت خلأ عملکرد گندم دیم برای استان‌های مختلف نشان داده شده است. در دوره زمانی مورد مطالعه (از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱) استان بوشهر با میانگین بارندگی برابر ۲۱۵/۱ میلی‌متر در نه ماه از سال میلادی، بیشترین مقدار خلأ عملکرد گندم دیم در کشور (۲۱۳۷ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. استان‌های گلستان و مازندران به‌ترتیب با ٤۷۵ و ٥٦۸ کیلوگرم در هکتار کمترین خلأ عملکرد گندم دیم را به خود اختصاص دادند. از بین ۱۸ استان کشور که بیش از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار خلأ عملکرد داشتند به غیر از استان خراسان رضوی، بقیه در غرب کشور واقع شده‌اند. از بین ۱۷ استان واقع شده در غرب کشور که دارای بیشترین خلأ عملکرد بودند، در ۱۳ استان میزان بارندگی در نه ماه از سال میلادی بیش از ۲۰۰ میلی‌متر در طول فصل رشد بود (شکل ۲-٤). از بین

این استان‌ها، مقدار بارندگی در ۹ استان بیش از استان گلستان بود (۲۳۱/۹ میلی‌متر) که این استان در کنار استان مازندران کمترین خلأ عملکرد را دارا هستند (شکل ۲-۳). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که خلأ عملکرد در بیشتر استان‌های کشور به‌دلیل مقدار بارندگی نیست بلکه سایر عوامل مدیریتی و شاید نحوه توزیع بارندگی‌ها منجر به ایجا خلأ عملکرد شده است. برای اطمینان بیشتر باید در استان‌های مختلف مطالعات بیشتری در زمینه بررسی عوامل مدیریتی و اثر توزیع بارندگی بر عملکرد گندم دیم در کشور انجام گیرد.



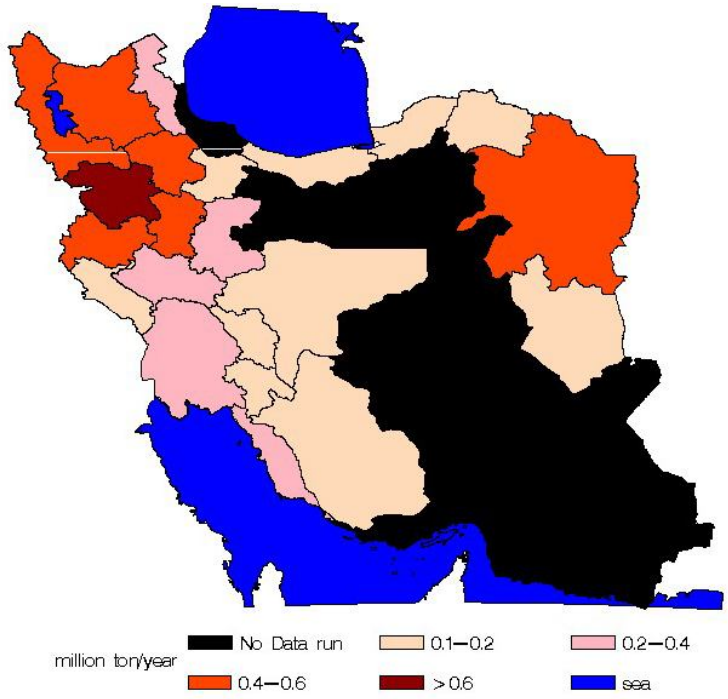
شکل ۲-۳- وضعیت خلأ عملکرد گندم دیم بر حسب کیلوگرم در هکتار به تفکیک استان‌های تولیدکننده این محصول در کشور.



شکل ۲-٤- میانگین بارندگی در نه ماه از سال میلادی (به غیر از ماه‌های فصل تابستان) بر حسب میلی‌متر از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ در کشور.

در شکل ۲-۵ خلأ تولید گندم دیم در کشور نشان داده شده است که از حاصلضرب عملکرد در سطح زیر کشت هر استان مقدار تولید و حاصلضرب خلأ عملکرد در سطح زیرکشت، خلأ تولید گندم حاصل شده است. مقدار کل تولید و خلأ تولید گندم دیم در کشور به‌ترتیب برابر ٤/١٣ و ٦/١٨ میلیون تن می‌باشد. برای اولویت‌بندی استان‌ها جهت از بین بردن خلأ عملکرد باید سطح زیر کشت اراضی دیم نیز مد نظر قرار گیرد. نتایج بررسی خلأ تولید گندم دیم در کشور نشان داد که استان کردستان با ۰/٨٤ میلیون تن در سال بیشترین مقدار خلأ تولید گندم دیم را دارا بود که نسبت به سایر استان‌ها، اختلاف چشمگیری داشت. بعد از این استان، استان همدان با ۰/٥٦ میلیون تن خلأ تولید گندم دیم در رتبه دوم و استان زنجان با ۰/٥٢ میلیون تن خلأ تولید، به‌عنوان سومین استان با بیشترین خلأ می‌باشند. در دوره زمانی مورد مطالعه (از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱) میانگین سطح زیر کشت گندم دیم در استان

کردستان برابر ٤٥٤ هزار هکتار بود که بیشترین سطح زیر کشت در کشور بود. میانگین بارندگی در این استان در نه ماه از سال میلادی برابر ٤۳٤ میلی‌متر به‌دست آمد که بعد از استان‌های چهارمحال و بختیاری و مازندران در رتبه سوم کشور قرار داشت (شکل ۲-٤؛ لازم به ذکر است که استان گیلان در محاسبات لحاظ نشده است). با وجود وضعیت مناسب بارندگی در این استان، میانگین عملکرد واقعی، عملکرد پتانسیل دیم و خلأ عملکرد به‌ترتیب برابر ۰/۹۸، ۲/۸۳ و ۱/۸۵ تن در هکتار به‌دست آمد (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۵- وضعیت خلأ تولید گندم دیم در استان‌های کشور بر حسب میلیون تن در سال.

میانگین بارندگی استان‌های همدان و زنجان به‌ترتیب برابر ۳۲۲ و ۲۰۹ میلی‌متر در سال میلادی محاسبه شد. میانگین سطح زیر کشت گندم دیم در استان‌های همدان و زنجان به‌ترتیب برابر ۳۱۵ (رتبه پنجم کشور) و ۳٤۳ هزار هکتار (رتبه دوم کشور) بود. به‌دلیل بالا بودن سطح زیرکشت و همچنین بالا بودن خلأ عملکرد در این دو استان، مقدار خلأ تولید نیز در این استان‌ها زیاد بود (شکل ۵-۲).

بر اساس نتایج حاصل از خلأ عملکرد موجود در اراضی دیم و سطح زیر کشت گندم دیم در استان‌های مختلف، مقدار خلأ تولید گندم دیم در کشور برابر ٦/١٨ میلیون تن در سال برآورد شد. با توجه به اینکه میزان تولید گندم دیم در کشور به‌طور متوسط برابر ٤/١٣ میلیون تن در سال است، در صورتی که ١٠٠ درصد خلأ عملکرد در اراضی گندم دیم برطرف شود، می‌توان مقدار تولید گندم دیم را تا ١٥٠ درصد افزایش داد. با توجه به اینکه میزان کل تولید گندم کشور (مجموع دیم و آبی) و گندم آبی به‌ترتیب در حدود ١٣ و ٨/٨٧ میلیون تن می‌باشد (www.dbagri.maj.ir/zrt/) با برطرف کردن ١٠٠ درصدی خلأ عملکرد گندم دیم می‌توان مقدار تولید گندم کل در کشور را به‌میزان ٤٦ درصد افزایش داد و با تولید ١٩ میلیون تن گندم در سال به خودکفایی کامل در تولید گندم دست یافت. در صورتی که ٨٠ درصد از خلأ موجود در تولید گندم دیم برطرف شود، مقدار تولید گندم کل در کشور به مقدار ٣٧ درصد افزایش خواهد یافت و به ١٨ میلیون تن در سال خواهد رسید که در این حالت نیز برای سال ٢٠١٣ خودکفایی حاصل خواهد شد.

تولید کل گندم و میزان واردات گندم از سال ٢٠٠٠ تا ٢٠١١ به طور متوسط برابر ١٢/٥ و ٢/٦ میلیون تن در سال بوده است (FAOSTAT, 2015). بر اساس سرانه مصرف گندم در کشور میزان کل نیاز گندم در کشور در سال ٢٠١٣ برابر ١٤,٥ میلیون تن است. بر اساس روند افزایش جمعیت، نیاز کشور به گندم در سال ٢٠٥٠ به ١٨,٣ میلیون تن خواهد رسید. بنابراین برای تامین نیاز کشور به گندم و جلوگیری از وابستگی به واردات گندم، برطرف کردن خلأ عملکرد تولید گندم دیم می‌تواند یکی از راهکارهای مهم برای تامین امنیت غذایی در کشور در نظر گرفته شود.

٢-٤- نتیجه‌گیری

در شرایط بارندگی بیشتر از ٢٥ میلی‌متر تا ٢٠١ میلی‌متر در طول فصل رشد گندم، به‌ازای هر میلی‌متر افزایش بارندگی، مقدار بهره‌وری بالقوه مصرف آب باران برای تولید گندم دیم ١٦ کیلوگرم بر هکتار بر میلی‌متر است. این در حالی است که میانگین کنونی بهره‌وری از آب باران برای تولید گندم دیم در کشور در حدود ٣/٨ کیلوگرم بر هکتار بر میلی‌متر در هکتار می‌باشد. میانگین عملکرد گندم دیم قابل پتانسیل بالقوه فعلی ٢/٥٢ تن در هکتار تخمین زده شد. میانگین عملکرد واقعی و خلأ عملکرد در کشور به‌ترتیب برابر ١/٠١ و ١/٥١ (٦٠ درصد) تن در هکتار برآورد گردید. مقدار کل

تولید گندم دیم و خالأ تولید در کشور به‌ترتیب برابر ٤/۱۳ و ٦/۱۸ میلیون تن می‌باشد. استان کردستان با ۰/۸ میلیون تن در سال بیشترین خالأ تولید را به خود اختصاص داد. بعد از این استان، همدان و زنجان با ۰/٥٦ و ۰/٥۲ میلیون تن بیشترین خالأ تولید گندم دیم را دارا هستند. این در حالی است که استان‌های بوشهر و خوزستان به‌ترتیب با ۲/۱٤ و ۱/۹۱ تن در هکتار بیشترین خالأ عملکرد گندم را دارند. در صورتی که خالأ تولید گندم در کشور ۱۰۰ و یا ۸۰ درصد برطرف شود، به‌ترتیب به‌میزان ٦ میلیون تن و ٤/۸ میلیون تن به تولید کنونی گندم در کشور افزوده خواهد شد و مقدار تولید به‌ترتیب به ۱۹ و ۱۸ میلیون تن در سال خواهد رسید.

۲-۵- منابع

سلطانی، ا.، و فرجی، س. ۱۳۹۰. رابطه آب خاک و گیاه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲٤٦ ص.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۰. آمارنامه کشاورزی، جلد ۲. معاونت برنامه‌ریز و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۱. آمارنامه کشاورزی، جلد ۲. معاونت برنامه‌ریز و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۲. آمارنامه کشاورزی، جلد ۲. معاونت برنامه‌ریز و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۹۳. آمارنامه کشاورزی، جلد ۲. معاونت برنامه‌ریز و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.

Bell, M.A., Fischer, R.A., Byerlee, D., and Sayre, K. 1995. Genetic and agronomic contributions to yield gains: A case study for wheat. Field Crops Research, 44, 55-65.

Brancourt-Hulmel, M., Doussinault, G., Lecomte, C., Berard, P., Buanec, B.L., and Trottet, M. 2003. Genetic improvement of agronomic traits of winter wheat cultivars released in France from 1946 to 1992. Crop Science, 43, 37-45.

Cornish, P.S., and Murray, G.M. 1989. Low rainfall rarely limits wheat yields in southern New South Wales. Austr. J. Agric. Res. 29, 77-83.

Egli, D.B., and Hatfield, J.L. 2014. Yield gaps and yield relationships in central U.S. soybean production systems. Agron. J. 106 (2), 560-566.

FAOSTAT. 2015. http://faostat3.fao.org/download/E/EF/E

French, R.J., and Schultz, J.E. 1984. Water-use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment.1. The relation between yield, water-use and climate. Austr. J. Agric. Res. 35, 743-764.

http://dbagri.maj.ir/zrt/

Khalil, I.H., Carver, B.F., Krenzer, E.G., MacKown, C.T., and Horn, G.W. 2002. Genetic trends in winter wheat yield and test weight under dual-purpose and grain-only management systems. Crop Science, 42, 710-715.

LobellD, B., and Ortiz-Monasterio, J.I. 2006.Regional importance of crop yield constraints: Linking simulation models and geostatisticsto interpret spatial patterns. Ecological Modelling, 196, 173-182.

Patrignani, A., Lollato, R.P., Ochsner, T.E., Godsey, C.B., and Edwards, J.T. 2014. Yield gap and production gap of rainfed Winter wheat in the southern great plains. Agron. J. 106, 1329-1339.

Sadras, V.O., Grassini, P., and Steduto, P. 2011. Status of water use efficiency of main crops. SOLAW background thematic report - TR07.

Sadras, V.O., Roget, D.K., and Leary, G.O. 2002. On-farm assessment of environmental and management constraints to wheat yield and efficiency in the use of rainfall in the Mallee. Austr. J. Agric. Res. 53, 587-598.

Sadras, V.O., and Angus, J.F. 2006. Benchmarking water-use efficiency of rainfed wheat in dry environments. Austr. J. Agric. Res. 57, 847-856.

Sadras, V.O., and Roget, D.K. 2004. Production and environmental aspects of cropping intensification in a semiarid environment of southeastern Australia. Agron. J. 96, 236-246.

van Ittersum, M.K., Cassman, K.G., Grassini, P., Wolf, J., Tittonell, P., and Hochman, Z. 2013. Yield gap analysis with local to global relevance-a review. Field Crops Research, 143, 4-17.

www.weather.ir

فصل سوم: مسیر خودکفایی تولید گندم در ایران

۳-۱- مقدمه

بررسی روند داده‌های عملکرد و سطح زیرکشت گندم نشان می‌دهد که در سال‌های گذشته، در کشور، افزایش تولید گندم به‌طور عمده بر پایه دو راهکار افزایش عملکرد و سطح زیر کشت اراضی آبی حاصل شده است. به‌طوری که از اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ تا اواخر دهه ۲۰۱۱، عملکرد گندم آبی در کشور با سرعت سالیانه ۷۰ کیلوگرم در هکتار از ۲ تن به ۳/۵ تن افزایش یافته است. در همین بازه زمانی سطح زیر کشت اراضی گندم آبی از ۲/۱۵ به ۲/۵۱ میلیون هکتار افزایش یافته است. به‌عبارتی در این دوره زمانی، عملکرد و سطح زیر کشت گندم آبی به‌ترتیب ۷٦ و ۱۷ درصد رشد داشته است. این در حالی است که در همین بازه زمانی سطح اراضی دیم به‌میزان ۱/۵ درصد کاهش و عملکرد گندم دیم ۳۱ درصد (از ۰/۷ به ۱/۰۱ تن در هکتار رسیده است) افزایش یافته است (این نتایج بر اساس تجزیه داده‌های خام وزرات کشاورزی توسط نویسندگان به‌دست آمده است).

مقایسه سرعت افزایش تولید با میزان واردات گندم از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که هدف‌گذاری دولت طی سی سال گذشته برای افزایش تولید گندم با سرعت افزایش جمعیت همگام نبوده است، به‌طوری که در این دوره زمانی میانگین واردات گندم برای هر سال، در حدود ۲/۹ میلیون تن در سال بوده است. مقدار واردات در این سال‌ها بین ۰/۱ (سال ۲۰۰۵) تا ۷/٤ (سال ۲۰۱٤) میلیون تن متغیر بوده است. طی این ۱۵ سال، فقط در ۵ سال میزان واردات کمتر از یک میلیون تن بوده است (www.tccim.ir).

در صورت عدم دستیابی ایران به خودکفایی در تولید گندم، نیاز کشور باید از بازارهای جهانی تامین شود. بررسی وضعیت بازارهای جهانی در آینده، حاکی از آن است که با روند کنونی افزایش

جمعیت دنیا، مقدار واردات گندم افزایش و کشورهای صادرکننده محدودتر خواهند شد. جمعیت کشورهای واردکننده گندم (بیش از ۹۰ کشور در جهان) از ٤/۳۵ میلیارد نفر در سال ۲۰۱۰ به ٤/۹۲ میلیارد نفر در سال ۲۰۲۰ و ۵/٤۳ میلیارد نفر در سال ۲۰۳۰ خواهد رسید (ویلنبوکل، ۲۰۱۱). به‌عبارتی در سال ۲۰۳۰، جمعیت کشورهای واردکننده گندم در جهان در حدود ۱/۱ میلیارد نفر بیشتر خواهد شد. این موضوع باعث افزایش تقاضا برای گندم در بازارهای جهانی خواهد شد. تقاضا، در سال ۲۰۵۰ مجموع واردات گندم در این کشورها به ۱۵۳ میلیون تن (۱۲٤ درصد افزایش نسبت به سال ۲۰۱۰) خواهد رسید. به‌عنوان مثال، کشور هند در سال ۲۰۵۰ به ۱۲/۵ میلیون تن واردات گندم نیاز خواهد داشت. این در حالی است که مقدار واردات این کشور در سال ۲۰۱۰ فقط ۰/۳ میلیون تن بوده است. در جنوب صحرای آفریقا مقدار واردات گندم در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۰ به مقدار ۲۳/۱ میلیون تن (۱۸۸ درصد) افزایش خواهد یافت (ویگند و آنالیست، ۲۰۱۱).

بر اساس افزایش جهانی تقاضا برای گندم، قیمت این محصول در سال ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ نسبت به سال ۲۰۱۰ به‌ترتیب ۲۸ و ۷۵ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین قیمت گندم در کشورهای آسیای مرکزی به‌ترتیب ۱۹/۵ و ۵۰/۲ درصد افزایش خواهد داشت (ویلنبوکل، ۲۰۱۱). افزایش تقاضا برای مواد غذایی در کنار تغییر الگوی مصرف مواد غذای در کشورهای در حال توسعه مانند چین و هند، افزایش تجارت سوخت‌های زیستی، افزایش قیمت سوخت و اثرات منفی تغییر اقلیم بر تولید محصولات کشاورزی از مهمترین عوامل افزایش قیمت جهانی غذا می‌باشند (کونسیکائو و مندوزا، ۲۰۰۹).

رای افزایش تولید و کاهش تقاضا برای محصولات کشاورزی چند راهکار کلی وجود دارد که عبارتند از: برطرف کردن خلأ عملکرد، افزایش کارایی مصرف منابع و افزایش عملکرد پتانسیل گیاهان به‌منظور افزایش تولید و کاهش ضایعات، تغییر رژیم غذایی به‌منظور کاهش تقاضا (فولی و همکاران، ۲۰۱۱). پرادهان و همکاران (۲۰۱٤) در مطالعه‌ای تمام سطح جهان را به مناطق ۱۰×۱۰ کیلومتر تقسیم‌بندی کردند و میزان خودکفایی تولید غذا در مقیاس محلی، ملّی و جهانی را مورد بررسی قرار دادند. ایشان بیان کردند که با برطرف کردن ۱۰۰ درصدی خلأ عملکرد محصولات کشاورزی در سطح جهان، مقدار تولید انرژی حاصل از محصولات کشاورزی در جهت تغذیه، می‌تواند تا دو برابر افزایش یابد. همچنین ایشان گزارش کردند که در سال ۲۰۰۰ با برطرف کردن ۵۰ و ۱۰۰ درصدی خلأ عملکرد محصولات کشاورزی در مناطق مختلف جهان (در مقیاس محلی) به‌ترتیب ۲/۲ تا ۲/۹ میلیارد

نفر از نظر تولید غذا می‌توانستند به خودکفایی کامل برسند. در سال ۲۰۰۰ در حدود ۱/۹ میلیارد نفر از جمعیت جهان در مقیاس محلی خودکفایی کامل داشتند. در سطح ملّی نیز در حدود ٤/٤ میلیارد نفر از نظر تولید غذا خودکفا بودند و در حدود ۱ میلیارد نفر نیازمند تجارت بین‌المللی غذا بودند (پرادهان و همکاران، ۲۰۱٤).

کاهش ضایعات غذا نیز می‌تواند نقش موثری در افزایش دسترسی به غذا داشته باشد. در سطح جهان در حدود ٢٤ درصد از انرژی غذای تولید شده از طریق ضایعات از دسترس انسان خارج می‌شود. متوسط ضایعات برای غلات، میوه و سبزیجات و محصولات غده‌ای و ریشه‌ای به‌ترتیب ۲۲، ۳۹ و ۳۳ درصد می‌باشد (کومو و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین کاهش ضایعات غذا می‌تواند یکی از راهکارهای امیدبخش ایجاد امنیت غذایی در جهان باشد. به‌عنوان مثال مقدار ضایعات غلات در کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه به‌ترتیب برابر ۳۵ و ۳۰ درصد گزارش شده است (گوستاوسن و همکاران، ۲۰۱۱). زمان و مکان ضایعات غلات در کشورهای صنعتی با کشورهای در حال توسعه متفاوت است. در کشورهای صنعتی بیشتر ضایعات در زمان مصرف (۲۵ درصد) و مابقی در زمان برداشت، انتقال، انبارداری، فرآوری و توزیع (در مجموع ۱۰ درصد) می‌باشد. اما در کشورهای در حال توسعه، از زمان برداشت محصول از مزرعه تا قبل از مصرف بیشترین ضایعات (۲۱ درصد) رخ می‌دهد. در این کشورها مقدار ضایعات غلات در زمان مصرف در حدود ۹ درصد است (گوستاوسن و همکاران، ۲۰۱۱). به‌عبارتی دیگر در کشورهای در حال توسعه با ورود و استفاده از فن‌آوری مناسب در بخش‌های کشاورزی، انبارداری، فرآوری و توزیع غلات، می‌توان مقدار ضایعات در این بخش را به‌صورت چشمگیری کاهش داد.

در ایران و کشورهای خاورمیانه امکان گسترش سطح زیرکشت اراضی خیلی کم است. افزایش تولید از طریق افزایش اراضی سطح زیرکشت گندم آبی و سایر محصولات آبی در صورتی که به‌صورت اصولی و علمی انجام نشود می‌تواند باعث بروز عواقب خسارت‌باری از نظر زیست‌محیطی در ایران شود. به‌عنوان مثال، پدیده فرونشست زمین در ایران دلیل مهمی بر وجود فشار زیاد بر منابع آب‌های زیرزمینی می‌باشد که در سال‌های گذشته این پدیده در اکثر مناطق ایران مشاهده شده است (موتاق و همکاران، ۲۰۰۸؛ موسوی و همکاران، ۲۰۰۱؛ امیراسلانی و دراگوویچ، ...). در ایران بیش از ۸۳ درصد از منابع آبی برای تولید محصولات زراعی و باغی اختصاص داده می‌شود (مکونن و هوکسترا، ۲۰۱۱).

در یک منطقه اختلاف بین متوسط عملکردهایی که برای یک محصول (موسوم به عملکرد واقعی) به‌دست می‌آید با بیشترین عملکرد قابل دسترس (موسوم به عملکرد پتانسیل) را خلأ عملکرد می‌گویند. کاهش خلأ عملکرد یکی از مراحل مهم افزایش تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (فولی و همکاران، ۲۰۱۱). کاهش خلأ عملکرد و دسترسی به عملکرد پتانسیل محصولات کشاورزی کار آسانی نیست ولی با یک مدیریت مناسب می‌توان به عملکردهایی نزدیک به عملکرد پتانسیل (موسوم به عملکرد قابل حصول) دست یافت. در مناطق مختلف، عوامل مختلفی می‌توانند باعث ایجاد خلأ عملکرد شوند. اولین قدم برای کاهش خلأ عملکرد، محاسبه مقدار عملکرد پتانسیل و سپس شناسایی عوامل ایجادکننده خلأ می‌باشند. خوشبختانه در کشور در سال‌های اخیر مطالعات مربوط به خلأ عملکرد گسترش یافته است. به‌عنوان مثال، بررسی دلایل خلأ عملکرد گندم آبی در گرگان (ترابی و همکاران، ۱۳۹۰؛ حجارپور و همکاران، ۱۳۹٤)، گندم دیم در بندرگز (نکاحی و همکاران، ۱۳۹۲)، سویا در گرگان و علی‌آباد کتول (نه‌بندانی و همکاران، ۱۳۹۵) و نخود دیم در زنجان (مقدادی و همکاران، ۱۳۹٤) نمونه‌هایی از این مطالعات می‌باشند.

ایران از نظر سرانه مصرف گندم، یکی از پرمصرف‌ترین کشورهای جهان می‌باشد. بنابراین با توجه به شرایط بازارهای جهانی و با توجه به افزایش جمعیت، برای ایجاد امنیت غذایی، رسیدن به خودکفایی در تولید گندم برای ایران امری حیاتی است. از طرفی دیگر بر اساس سند اقتصاد مقاومتی، سیاست‌گذران و مسئولین کشور قصد دارند با رفع خلأ عملکرد گندم اقدام به کاهش سطح زیرکشت این محصول نماید تا از اراضی و آب حاصل از این طریق در جهت افزایش تولید سایر محصولات مهم از قبیل گیاهان روغنی و قندی استفاده نمایند (اسفندیارپور، ۱۳۹٤). بنابراین افزایش عملکرد در واحد سطح گندم راهکاری است که مد نظر سیاست‌مداران می‌باشد. همچنین کاهش ضایعات گندم، یکی دیگر از راهکارهایی است که می‌تواند باعث کاهش نیاز به این محصول شود. تاکنون در مورد اینکه افزایش عملکرد و کاهش سطح تولید گندم آبی و دیم و یا کاهش ضایعات چقدر می‌تواند در رسیدن ایران به خودکفایی تاثیرگذار باشد، مطالعات زیادی انجام نشده است. همچنین در مورد تاثیر ترکیب این راهکارها در افزایش تولید (کاهش سطح زیر کشت و میزان افزایش عملکرد گندم آبی و دیم در کنار کاهش ضایعات) با در نظر گرفتن افزایش جمعیت برای ایجاد امنیت غذایی در آینده، مطالعه‌ای انجام نشده است. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی سناریوهای رسیدن به خودکفایی تولید گندم با ترکیب گزینه‌ها افزایش عملکرد در واحد سطح (رفع خلأ عملکرد)، کاهش سطح زیر کشت و کاهش ضایعات پس از برداشت در ایران می‌باشد.

۳-۲- مواد و روش‌ها

مقدار عملکرد قابل دسترس برای گندم آبی در ایران گزارش نشده است. اما میانگین عملکرد قابل دسترس کشور برای مجموع دیم و آبی گزارش شده است (مولر و همکاران، ۲۰۱۲). از طرفی مقدار عملکرد قابل دسترس برای گندم دیم در فصل قبل همین مطالعه برآورد شده است. بنابراین در این مطالعه مقدار عملکرد قابل دسترس برای گندم آبی در کشور با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

$$AIY = \frac{AIDY \times (IA + DA) - (DA \times ADY)}{IA}$$ رابطه (۱)

در رابطه ۱، AIY: عملکرد قابل دسترس گندم آبی بر حسب تن در هکتار؛ AIDY: میانگین عملکرد مجموع آبی و دیم بر حسب تن در هکتار حاصل از گزارش مولر و همکاران (۲۰۱۲)؛ IA: سطح زیر کشت گندم آبی بر حسب میلیون هکتار؛ DA: سطح زیرکشت گندم دیم بر حسب میلیون هکتار؛ ADY: عملکرد قابل دسترس گندم دیم بر حسب تن در هکتار که در همین مطالعه برآورد شد. بر اساس گزارش مولر و همکاران (۲۰۱۲) مقدار عملکرد قابل دسترس گندم در کشور (مجموع دیم و آبی) برابر ٤/٥٣ تن در هکتار می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج همین مطالعه در بخش قبل، مقدار عملکرد گندم دیم قابل دسترس برابر ۲/۵۲ تن در هکتار است.

در ایران در مورد ضایعات گندم اطلاعات چندانی در دسترس نیست. بنابراین برای محاسبه ضایعات پس از برداشت از رابطه زیر استفاده شد:

$$\mathrm{L} = \frac{\mathrm{CWP} - \mathrm{IWP}}{\mathrm{CWP}} \times 100$$ رابطه (۲)

که در رابطه ۲، L: درصد ضایعات گندم پس از برداشت شامل مجموع ضایعات در بخش‌های انبارداری، انتقال، فرآوری و مصرف است؛ CWP: مقدار سرانه تامینی گندم در کشور که برابر ۱۸۲,۲ کیلوگرم برای هر نفر در سال در نظر گرفته شد؛ IWP: سرانه گندم جذبی هر نفر بر اساس سبد غذایی مطلوب در کشور که برابر ۱۲۲,۷ کیلوگرم در سال برای هر نفر می‌باشد (صالحی، ۱۳۹۲). در این مطالعه مقدار سرانه جذبی گندم تا سال ۲۰۵۰ ثابت در نظر گرفته شده است و مقادیر مازاد بر این مقدار، به‌عنوان ضایعات در نظر گرفته شده است که با اعمال مدیریت و با استفاده از فناوری‌های نوین

تا حدودی قابل کاهش می‌باشد. در واقع با ثابت در نظر گرفتن سرانه جذبی و کاهش ضایعات می‌توان سرانه تولید مورد نیاز برای هر نفر را کاهش داد. با تغییر رابطه ۲، رابطه ۳ حاصل می‌شود که از طریق آن، مقدار سرانه تامینی گندم بر اساس سطوح مختلف ضایعات گندم محاسبه و در سناریوها مورد استفاده قرار گرفت:

$$WP_L = \frac{IWP}{(1 - (\frac{L}{100}))}$$ رابطه (۳)

که در رابطه ۳، WP_L: سرانه تولید مورد نیاز گندم بر اساس کیلوگرم در سال برای هر نفر بر اساس L درصد ضایعات گندم؛ L: درصد ضایعات مورد نظر؛ IWP: سرانه مطلوب گندم که برابر ۱۲۲/۷ کیلوگرم برای هر نفر در سال می‌باشد. به‌عنوان مثال اگر مقدار ضایعات ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد باشد، بر اساس رابطه ۳ مقدار سرانه تامینی برای هر نفر به‌ترتیب برابر ۱۳٦/۲، ۱۵۲/۹و ۱۷۵/۳ کیلوگرم برای هر نفر خواهد شد.

در جدول ۳-۱ اطلاعات مربوط به سناریوهای مورد بررسی در این مطالعه نشان داده شده است. به‌طور کلی، سناریوها بر اساس ترکیبی از تغییر سطح زیرکشت و رفع خلأ عملکرد گندم آبی و دیم و تغییر در میزان ضایعات گندم تا سال ۲۰۵۰ طراحی شده‌اند. بعد از طراحی سناریوها مقدار مصرف، واردات و صادرات گندم در هر یک از سناریوها از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰ محاسبه شد. به‌عنوان مثال در مورد رفع خلأ عملکرد گندم آبی به این شکل بود که مقدار عملکرد در سال ۲۰۱۵ برابر ۳/٤٤ تن در هکتار و در سال ۲۰۵۰ برابر ٦/۸ تن در هکتار (برطرف کردن ۸۰ درصدی خلأ عملکرد) در نظر گرفته شد. سپس فرض شد که بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰ مقدار عملکرد به‌صورت خطی افزایش یابد. با استفاده از این رابطه خطی، مقدار عملکرد در سال‌های بین ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰ برای هر یک از سال‌ها درون‌یابی شد و در محاسبه مقدار تولید گندم در هر سال مورد استفاده قرار گرفت. برای سایر عوامل شامل افزایش جمعیت، برطرف کردن خلأ عملکرد گندم آبی و دیم، کاهش ضایعات، سرانه تولید مورد نیاز گندم بر اساس درصد ضایعات، کاهش سطح زیرکشت گندم دیم و آبی نیز به همین شکل عمل شد (جدول ۳-۲).

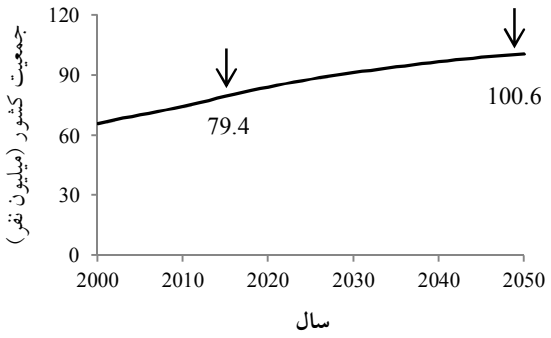
جدول ۳-۱- تحلیل نیاز به تولید گندم در ایران و راهکارهای ایجاد خودکفایی این محصول تا سال ۲۰۵۰.

سناریو	شماره سناریو	توضیحات
حفظ شرایط فعلی	I	✓ عملکرد و سطح زیر کشت گندم دیم، عملکرد و سطح زیر کشت گندم آبی و مقدار ضایعات پس از برداشت در سال ۲۰۵۰ نسبت به ۲۰۱۵ تغییری نکند فقط جمعیت از ۷۹/٤ در سال ۲۰۱۵ به ۱۰۰,٦ میلون نفر در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد.
رفع خلأ عملکرد گندم آبی	II	✓ عملکرد گندم آبی از ۳/٤٤ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ٦/۸ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (برطرف کردن ۸۰ درصد خلأ عملکرد قابل دسترس گندم آبی)، عملکرد و سطح زیر کشت گندم دیم، سطح زیر کشت گندم آبی و مقدار ضایعات پس از برداشت تغییری نکند.
رفع خلأ عملکرد گندم دیم	III	✓ عملکرد گندم دیم از ۱/۰۱ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۲/۵۲ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (۱۰۰ درصد برطرف کردن خلأ)، سطح زیر کشت گندم دیم، عملکرد و سطح زیر کشت گندم آبی و مقدار ضایعات پس از برداشت تغییری نکند.
کاهش ضایعات	IV	✓ مقدار ضایعات پس از برداشت از ۳۰ درصد در سال ۲۰۱۵ به ۱۰ درصد در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد، عملکرد و سطح زیر کشت گندم دیم، عملکرد و سطح زیر کشت گندم آبی تغییری نکند.
رفع خلأ عملکرد گندم آبی و دیم	V	✓ عملکرد گندم آبی از ۳/٤٤ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ٦/۸ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (برطرف کردن ۸۰ درصد خلأ عملکرد قابل دسترس گندم آبی)، عملکرد گندم دیم از ۱/۰۱ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۲/۵۲ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (۱۰۰ درصد برطرف کردن خلأ)، سطح زیر کشت گندم دیم، سطح زیر کشت گندم آبی و مقدار ضایعات پس از برداشت تغییری نکند.
رفع خلأ عملکرد گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات	VI	✓ عملکرد گندم آبی از ۳/٤٤ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ٦/۸ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (برطرف کردن ۸۰ درصد خلأ عملکرد قابل دسترس گندم آبی)، عملکرد گندم دیم از ۱/۰۱ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۲/۵۲ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (۱۰۰ درصد برطرف کردن خلأ)، مقدار ضایعات پس از برداشت از ۳۰ درصد در سال ۲۰۱۵ به ۱۰ درصد در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد، سطح زیر کشت گندم دیم و سطح زیر کشت گندم آبی تغییری نکند.
رفع خلأ عملکرد گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی	*VII	✓ عملکرد گندم آبی از ۳/٤٤ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ٦/۸ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (برطرف کردن ۸۰ درصد خلأ عملکرد قابل دسترس گندم آبی)، عملکرد گندم دیم از ۱/۰۱ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۲/۵۲ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (۱۰۰ درصد برطرف کردن خلأ)، مقدار ضایعات پس از برداشت از ۳۰ درصد در سال ۲۰۱۵ به ۱۰ درصد در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد، سطح زیر کشت گندم آبی از ۲/٤٦ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۱/۵ میلیون هکتار در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد و سطح زیر کشت گندم دیم تغییری نکند.
رفع خلأ عملکرد گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی و کاهش سطح دیم	*VIII	✓ عملکرد گندم آبی از ۳/٤٤ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ٦/۸ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (برطرف کردن ۸۰ درصد خلأ عملکرد قابل دسترس گندم آبی)، عملکرد گندم دیم از ۱/۰۱ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۲/۵۲ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ افزایش یابد (۱۰۰ درصد برطرف کردن خلأ)، مقدار ضایعات پس از برداشت از ۳۰ درصد در سال ۲۰۱۵ به ۱۰ درصد در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد، سطح زیر کشت گندم آبی از ۲/٤٦ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۱/۵ میلیون هکتار کاهش یابد و سطح زیرکشت گندم دیم از ۳/۹ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۳ میلیون هکتار در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد.

* در سناریوهای VII و VIII کاهش اراضی دیم و آبی گندم بر اساس پروژه افزایش ضریب خوداتکایی محصولات اساسی در چهارچوب اقتصاد مقاومتی لحاظ شده است (اسفندیارپور، ۱۳۹٤).

۳-۳- نتایج

سناریو I: در این سناریو فرض بر این است که شرایط تولید و مصرف در ایران تا سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۵ تغییری نداشته باشد (جدول ۳-۱). در شکل ۳-۱ روند افزایش جمعیت از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۵۰ برای کشور ایران نشان داده شده است. بر اساس پیش‌بینی‌ها، جمعیت کشور در سال ۲۰۵۰ به ۱۰۰/٦ میلیون نفر خواهد رسید، بنابراین جمعیت در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۵ به‌میزان ۲۱/۲ میلیون نفر (۲۷ درصد) افزایش خواهد یافت. در صورتی که سرانه مصرف گندم در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۵ تغییری نکند (۱۸۲/۲ کیلوگرم در سال)، با توجه به افزایش جمعیت، مقدار مصرف این محصول از ۱٤/۵ میلیون تن در سال ۲۰۱۵ به ۱۸/۳ میلیون تن خواهد رسید. مقدار تولید گندم در کشور در سال ۲۰۱۵ برابر ۱۲/٤ تن می‌باشد که ۳۲ درصد از این مقدار تولید از اراضی دیم و ٦۸ درصد از اراضی آبی حاصل می‌شود. بنابراین به‌دلیل افزایش جمعیت، در صورت عدم افزایش تولید و یا تغییر در سرانه مصرف، ایران در سال ۲۰۵۰ به ۵/۹ میلیون تن واردات گندم نیاز خواهد داشت (جدول ۳-٤).



شکل ۳-۱- روند افزایش جمعیت کشور ایران از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۵۰. بر روی شکل جمعیت کشور برای سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۵۰ نشان داده شده است (FAOSTAT, 2015).

سناریو II: این سناریو بر اساس رفع خلأ عملکرد گندم آبی تا سال ۲۰۵۰ طراحی شده است (جدول ۳-۱). برای افزایش عملکرد گندم آبی از ۳/٤٤ تن در هکتار کنونی تا ٦/۸ تن در هکتار (برطرف کردن ۸۰ درصد از خلأ عملکرد قابل دسترس) درسال ۲۰۵۰، باید در هر سال نسبت به سال قبل به‌میزان

۹٦ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد وجود داشته باشد (جدول ۳-۱). در صورتی که در این سال‌ها سطح زیرکشت گندم آبی برابر ۲/٤٦ میلیون هکتار در سال ثابت بماند، با افزایش ۹٦ کیلوگرمی عملکرد در هر سال (جدول ۳-۲)، مقدار تولید گندم آبی در کشور به‌میزان ۲۳٦ هزار تن در سال افزایش خواهد داشت. مقدار تولید در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۵ به‌میزان ۸/۳ میلیون تن (٦٤ درصد) افزایش خواهد یافت. این در حالی است که مقدار تولید در آن سال به مقدار ۲/۳ میلیون تن بیشتر از مقدار تقاضا خواهد بود. با توجه به این سناریو مقدار تولید و تقاضا در سال ۲۰۳۵ به تعادل خواهد رسید و بعد از آن سال تولید مازاد بر نیاز خواهد شد (شکل ۳-۲، جدول ۳-۳). لازم به ذکر است که اگر عملکرد کنونی گندم آبی کشور برابر ٦/۸ تن در هکتار بود، در سال ۲۰۱۵ ایران می‌توانست علاوه بر تامین نیاز داخلی، صادرکننده ٦/۲ میلیون تن گندم باشد (جدول ۳-٤).

سناریو III: اثر رفع خلأ عملکرد گندم دیم تا سال ۲۰۵۰ در ایران در این سناریو مد نظر قرار گرفته است (جدول ۳-۱). عملکرد کنونی گندم دیم در کشور برابر ۱/۰۱ تن در هکتار می‌باشد. عملکرد قابل دسترس برای اراضی دیم کشور ۲/۵۲ تن در هکتار است. در صورتی که در کشور برای برطرف کردن خلأ عملکرد گندم دیم برنامه‌ریزی بلندمدتی انجام شود، می‌توان با افزایش عملکرد به‌میزان ٤۳ کیلوگرم در هکتار در سال، مقدار عملکرد را از ۱/۰۱ تن در هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۲/۵۲ تن در هکتار در سال ۲۰۵۰ رساند. افزایش سالیانه ٤۳ کیلوگرم عملکرد گندم در کشور با احتساب سطح زیر کشت کنونی اراضی گندم دیم، معادل ۱٦۸ هزار تن تولید در کشور خواهد بود (جدول ۳-۱). بر اساس این سناریو مقدار تولید گندم در کشور (در صورت ثابت بودن سطح زیرکشت اراضی دیم) در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۵ به‌میزان ۵/۸۹ میلون تن (٤۵ درصد) افزایش خواهد داشت. در صورتی که هدف افزایش تولید گندم، فقط از طریق افزایش عملکرد در اراضی دیم دنبال شود، ایران می‌تواند در سال ۲۰۵۰ از نظر تولید گندم خودکفا شود (جدول ۳-۳). اگر عملکرد گندم دیم در سال ۲۰۱۵ برابر ۲/۵۲ تن در هکتار بود، ایران توانایی صادرات ۳/۸ میلیون تن گندم در این سال را داشت (جدول ۳-٤).

سناریو IV: کاهش ضایعات گندم تا سال ۲۰۵۰ ملاک اصلی برای طراحی این سناریو می‌باشد (جدول ۳-۱). کاهش سرانه تولید مورد نیاز به‌ازای هر نفر از طریق کاهش ضایعات یکی از راه‌های کاهش واردات این محصول است. سرانه مصرف کنونی گندم (مجموع ضایعات و سرانه جذبی) برای هر نفر در کشور در حدود ۱۸۲ کیلوگرم در سال می‌باشد. این در حالی است که بر اساس گزارش موسسه

تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی ایران، مقدار سرانه جذبی مطلوب برای گندم در حدود ۱۲۳ کیلوگرم برای هر نفر در سال برآورد شده است (صالحی، ۱۳۹۲). با مقایسه این دو عدد، مشخص می‌شود که در حال حاضر مصرف گندم در کشور در حدود ۳۰ درصد بیش از نیاز در حد مطلوب، می‌باشد. در این مطالعه این مازاد مصرف نسبت به سرانه مطلوب جذبی، به‌عنوان ضایعات گندم در کشور در نظر گرفته شد. با کاهش ضایعات گندم تا ۱۰ درصد (به‌عبارتی سرانه تولید مورد نیاز برای هر نفر برابر ۱۳۶٫۳ کیلوگرم در سال شود)، در سال ۲۰۵۰ می‌توان بدون افزایش تولید گندم، مقدار واردات این محصول را از ۵/۹ میلیون تن به ۱٫۳ میلیون تن در سال ۲۰۵۰ کاهش داد (جدول ۳-٤). در صورتی که سرانه تولید مورد نیاز گندم در سال ۲۰۱۵ برابر ۱۳۶/۳ کیلوگرم در سال بود، علاوه بر عدم نیاز به واردات گندم در سال ۲۰۱۵، ایران می‌توانست ۱/۵ میلون تن صاردات داشته باشد (جدول ۳-٤).

سناریو V: در این سناریو رفع هم‌زمان خلأ عملکرد گندم دیم و آبی در ایران تا سال ۲۰۵۰ مورد بررسی قرار گرفته است (جدول ۱-۳). افزایش هم‌زمان عملکرد در اراضی آبی و دیم گندم می‌تواند باعث افزایش قابل‌توجهی در تولید شود. با افزایش عملکرد گندم آبی به ٦٫۸ تن در هکتار و گندم دیم به ۲/۵۲ تن در هکتار و با حفظ سطح زیر کشت فعلی، ایران می‌تواند در سال ۲۰۵۰ به‌عنوان صادرکننده ۸/۲ میلیون تن گندم باشد. در صورتی که در دوره زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰، روند افزایش عملکرد گندم آبی و دیم به‌ترتیب با سرعت ۹٦ و ٤۳ کیلوگرم در هکتار در سال رخ دهد (جدول ۳-۲)، به‌دلیل افزایش هم‌زمان عملکرد گندم آبی و دیم، در سال ۲۰۲۵ میزان نیاز به واردات به صفر خواهد رسید (جدول ۳-۳). بر اساس سرعت افزایش عملکرد، عملکرد گندم آبی و دیم در این سال به‌ترتیب باید برابر ۵/۳٦ و ۱/۸۷ تن در هکتار باشد، همچنین جمعیت کشور در این سال در حدود ۸۸ میلیون نفر خواهد بود. با افزایش هم‌زمان عملکرد گندم دیم و آبی، سرعت افزایش تولید گندم در کشور برابر ٤۰۳ هزار تن در سال خواهد بود، که این مقدار افزایش تولید بیشتر از سرعت مصرف گندم با توجه به افزایش جمعیت خواهد بود، بنابراین با ادامه هم‌زمان روند افزایش عملکرد آبی و دیم، ایران می‌تواند پس از سال ۲۰۲٤، علاوه بر تامین نیاز داخلی خود، تبدیل به صادرکننده گندم شود.

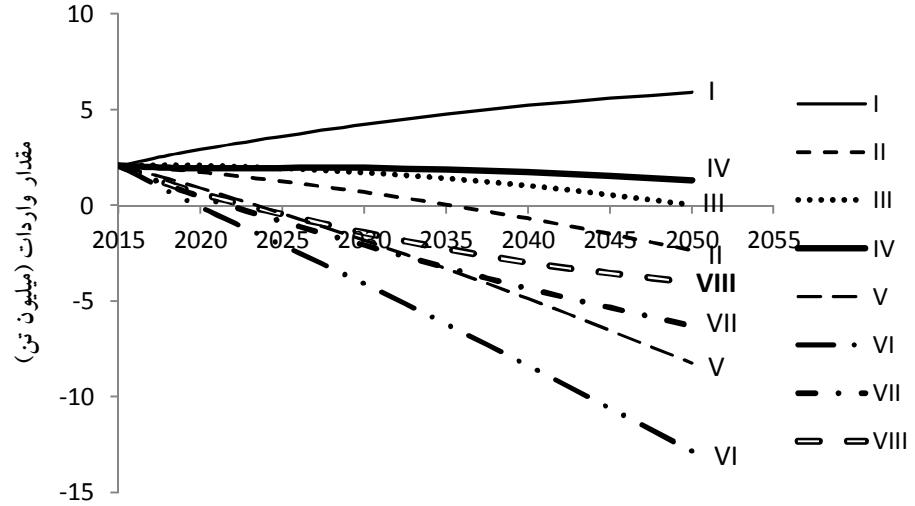
جدول ۳-۲- روند تغییرات فاکتورهای تاثیرگذار بر تولید و مصرف گندم در سال‌های بین ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰ مربوط به سناریوهای مختلف.

سال	عملکرد آبی (تن در هکتار)	عملکرد دیم (تن در هکتار)	اراضی آبی (میلیون هکتار)	اراضی دیم (میلیون هکتار)	ضایعات (درصد از کل مصرف)	سرانه جذبی گندم برای هر نفر (کیلوگرم در سال)	سرانه تولید مورد نیاز برای هر نفر (کیلوگرم در سال)
۲۰۱۵	۳,٤٤	۱,۰۱	۲,٤٦	۳,۹۰	۳۰	۱۲۳	۱۸۲
۲۰۲۰	۳,۹۲	۱,۲۳	۲,۳۲	۳,۷۷	۲۸	۱۲۳	۱۷۰
۲۰۳۰	٤,۸۸	۱,٦٦	۲,۰۵	۳,۵۱	۲۲	۱۲۳	۱۵۷
۲۰٤۰	۵,۸٤	۲,۰۹	۱,۷۷	۳,۲۵	۱٦	۱۲۳	۱٤٦
۲۰۵۰	٦,۸۰	۲,۵۲	۱,۵	۳,۰۰	۱۰	۱۲۳	۱۳٦
سرعت تغییرات (واحد در سال)	۰,۰۹٦	۰,۰٤۳	-۰,۰۲۷	-۰,۰۲۵۷	-۰,۵۷۱	۰	-۱,۳۱۱

سناریو I: عدم تغییر تولید، سناریو II: رفع خلأ گندم آبی، سناریو III: رفع خلأ گندم دیم، سناریو IV: کاهش ضایعات، سناریو V: رفع خلأ گندم آبی و دیم، سناریو VI: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات، سناریو VII: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی، سناریو VIII: رفع خلأ گندم آب و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی و کاهش سطح دیم.

سناریو VI: در این سناریو به ارزیابی ترکیب اثرات رفع خلأ عملکرد گندم دیم و آبی در کنار اثر کاهش ضایعات گندم بر تولید و مصرف گندم تا سال ۲۰۵۰ پرداخته شده است (جدول ۳-۱). در صورتی که افزایش عملکرد دیم و آبی هم‌زمان با کاهش ضایعات گندم اتفاق بیافتد، علاوه بر تولید بیشترین گندم در کشور، در مدت زمان کمتری می‌توان به خودکفایی رسید. به‌طوری که در این سناریو در سال ۲۰۲۱ (طی فقط ٦ سال) امکان دسترسی به خودکفایی وجود دارد (جدول ۳-۱). مقدار عملکرد گندم آبی و دیم و سرانه تولید مورد نیاز در سال ۲۰۲۰ به‌ترتیب برابر ۳/۹۲ و ۱/۲۳ تن در هکتار و ۱۷۵/٦ کیلوگرم برای هر نفر در سال خواهد بود که با این شرایط، مقدار تولید گندم برابر مقدار مصرف در کشور خواهد بود. بر اساس این سناریو مقدار تولید گندم در این سال به ۱٤/٤

میلیون تن خواهد رسید. سرعت تولید گندم در این سناریو برابر ٤۰۳ هزار کیلوگرم در سال خواهد بود. با توجه به اینکه در این سناریو هم‌زمان با افزایش تولید، کاهش ضایعات نیز وجود دارد، بنابراین در این سناریو مقدار صادرات گندم در سال ۲۰۵۰ با مقدار ۱۲/۸ میلیون تن، بیشترین میزان در بین سناریوهای مورد بررسی خواهد بود (شکل ۳-۲، جدول ۳-٤).



شکل ۳-۲- روند تغییرات نیاز به واردات گندم برای سناریوهای مختلف؛ سناریو I: عدم تغییر تولید، سناریو II: رفع خلأ گندم آبی، سناریو III: رفع خلأ گندم دیم، سناریو IV: کاهش ضایعات، سناریو V: رفع خلأ گندم آبی و دیم، سناریو VI: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات، سناریو VII: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی، سناریو VIII: رفع خلأ گندم آب و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی و کاهش سطح دیم (مقادیر منفی نشان‌دهنده مازاد و مقادیر مثبت بیانگر کمبود می‌باشند).

جدول ۳-۳- رابطه بین سال (x) و مقدار واردات (y) بر حسب میلیون تن، در سناریوهای مختلف.

شماره سناریو	رابطه	سال میلادی از نظر خود کفایی در تولید گندم	توان صادرات در سال ۲۰۵۰ (میلیون تن)
I	$Y=-0.001681x^2+6.9403x-7159.37$	عدم امکان خود کفایی	ورادکننده
II	$Y=-0.001681x^2+6.7041x-6683.51$	2035	2.3
III	$Y=-0.001718x^2+6.9236x-6974.46$	2050	0
IV	$Y=-0.001385x^2+5.6041x-5668.81$	عدم امکان خود کفایی	واردکننده
V	$Y=-0.001718x^2+6.6874x-6498.60$	2024	8.2
VI	$Y=-0.001422x^2+5.3512x-5008.04$	2021	12.8
VII	$Y=0.001211x^2-5.1662x+5493.00$	2023	6.3
VIII	$Y=0.002290x^2-9.4856x+9817.37$	2025	4.0

سناریو I: عدم تغییر تولید، سناریو II: رفع خلأ گندم آبی، سناریو III: رفع خلأ گندم دیم، سناریو IV: کاهش ضایعات، سناریو V: رفع خلأ گندم آبی و دیم، سناریو VI: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات، سناریو VII: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی، سناریو VIII: رفع خلأ گندم آب و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی و کاهش سطح دیم

سناریو VII: این سناریو همانند سناریو VI می‌باشد، با این تفاوت که سطح اراضی گندم آبی در این سناریو تا سال ۲۰۵۰ کاهش یافته است (جدول ۳-۱). در این سناریو با وجود اینکه سطح زیرکشت گندم آبی کاهش یافته است، باز هم امکان دسترسی به خودکفایی در تولید گندم وجود دارد. در این سناریو بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰، سطح زیر کشت گندم آبی با سرعت ۲۷ هزار هکتار در سال کاهش می‌یابد (جدول ۳-۱). به‌طوری که سطح زیر کشت از ۲,٤٤ میلیون هکتار در سال ۲۰۱۵ به ۱,۵ میلیون هکتار در سال ۲۰۵۰ برسد. بر اساس این سناریو، ایران در سال ۲۰۲۳ (طی ۸ سال) می‌تواند در تولید گندم به خودکفایی برسد. بعد از سال ۲۰۲۳ به‌دلیل اینکه سرعت تولید (۲۲۰ هزار تن در سال) بیشتر از سرعت افزایش جمعیت خواهد بود، مقدار تولید بیشتر از مقدار مصرف می‌شود، بنابراین بر اساس این سناریو بعد از این سال، امکان صادرات گندم از کشور وجود دارد. بر اساس این سناریو مقدار عملکرد گندم آبی و دیم در سال شروع خودکفایی (سال ۲۰۲۳) به‌ترتیب برابر ٤/۲ و ۱/۳۵ تن در هکتار، سرانه تولید مورد نیاز گندم هر نفر ۱۷۱/۱ کیلوگرم در سال و سطح زیر کشت گندم آبی به

۲/۲٤ میلیون هکتار خواهد رسید. به‌عبارتی حتی با کاهش ۹ درصدی سطح زیرکشت تولید گندم آبی تا سال ۲۰۲۳، با مقدار مصرف برابر شده است. در این سناریو مقدار صادرات گندم در سال ۲۰۵۰ برابر ٦/۳ میلیون تن خواهد بود (شکل ۳-۲، جدول ۳-٤).

سناریو VIII: طراحی این سناریو بر اساس ترکیبی از رفع خلأ عملکرد گندم دیم و آبی، کاهش ضایعات گندم، کاهش سطح اراضی گندم آبی و دیم می‌باشد (جدول ۳-۱). همانند سناریوهای V، VI و VII در این سناریو نیز امکان خودکفایی تولید گندم در کوتاه‌مدت وجود دارد. بر اساس این سناریو سطح زیرکشت گندم دیم بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۵ با سرعت ۲۵/۷ هزار هکتار در سال کاهش می‌یابد. کاهش سطح زیر کشت گندم دیم در این سناریو نسبت به سناریو VII باعث کاهش تولید خواهد شد. به هر حال با وجود کاهش تولید ناشی از کاهش سطح زیر کشت، در سال ۲۰۲۳ امکان خودکفایی در تولید گندم وجود دارد. بر اساس این سناریو در این سال مقدار تولید گندم برابر ۱٤/۵ میلیون تن خواهد بود که برابر با مقدار مصرف خواهد بود. برای این سناریو در سالی که مقدار تولید و مصرف برابر می‌شود (سال ۲۰۲۵)، مقدار عملکرد گندم آبی و دیم به‌ترتیب برابر ٤/۱ و ۱/٤ تن در هکتار، سرانه تولید مورد نیاز گندم برای هر نفر برابر ۱۷۳ کیلوگرم در سال، سطح زیر کشت اراضی دیم و آبی به‌ترتیب برابر ۲/۲۷ و ۳/۷ میلیون هکتار خواهند بود. در این سناریو طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۵۰، سرعت افزایش تولید گندم برابر ۱۵٤ هزار تن در سال است و مقدار تولید گندم در سال ۲۰۵۰ به ۱۷/۷ میلیون تن خواهد رسید (جدول ۳-٤)، در صورتی که مقدار مصرف در آن سال برابر ۱۳/۷ میلیون تن است. بنابراین در آن سال امکان صادرات ٤ میلیون تن گندم از ایران وجود خواهد داشت (شکل ۳-۲، جدول ۳-٤).

جدول ۳-٤- مقادیر مرتبط با تولید و مصرف گندم در سناریوها برای سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۵۰ (مقادیر مرتبط با سال ۲۰۱۵ با این فرض آورده شده‌اند که اگر تمام تغییرات مربوط به سال ۲۰۵۰ در سال ۲۰۱۵ وجود داشت وضعیت تولید و مصرف در سناریوهای مختلف چگونه می‌شد در این جدول مقادیر منفی کمبود به معنی میزان مازاد می‌باشند).

سال		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2015	عملکرد دیم (تن در هکتار)	۱,۰۱	۱,۰۱	۲,۵۲	۱,۰۱	۲,۵۲	۲,۵۲	۲,۵۲	۲,۵۲
	سطح زیر کشت دیم (میلیون هکتار)	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳
	تولید دیم (میلیون تن)	۳,۹	۳,۹	۹,۸	۳,۹	۹,۸	۹,۸	۹,۸	۷,٦
	عملکرد آبی (تن در هکتار)	۳,٤٤	٦,۸	٦,۸	٦,۸	٦,۸	٦,۸	٦,۸	٦,۸
	سطح زیر کشت آبی (میلیون هکتار)	۲,٤٦	۲,٤٦	۲,٤٦	۲,٤٦	۲,٤٦	۲,٤٦	۱,۵	۱,۵
	تولید آبی (میلیون تن)	۸,۵	۱٦,۷	۸,۵	۸,۵	۱٦,۷	۱٦,۷	۱۰,۲	۱۰,۲
	کل تولید (میلیون تن)	۱۲,٤	۲۰,۷	۱۸,۳	۱۲,٤	۲٦,٦	۲٦,٦	۲۰,۰	۱۷,۸
	جمعیت کشور (میلیون نفر)	۷۹,۵	۷۹,۵	۷۹,۵	۷۹,۵	۷۹,۵	۷۹,۵	۷۹,۵	۷۹,۵
	سرانه تولید مورد نیاز (کیلوگرم در سال)	۱۸۲,۲	۱۸۲,۲	۱۸۲,۲	۱۳٦,۳	۱۸۲,۲	۱۳٦,۳	۱۳٦,۳	۱۳٦,۳
	نیاز خالص (میلیون تن)	۹,۸	۹,۸	۹,۸	۹,۸	۹,۸	۹,۸	۹,۸	۹,۸
	مقدار ضایعات (میلیون تن)	٤,۷	٤,۷	٤,۷	۱,۱	٤,۷	۱,۱	۱,۱	۱,۱
	مقدار کل مصرف (میلیون تن)	۱٤,۵	۱٤,۵	۱٤,۵	۱۰,۹	۱٤,۵	۱۰,۹	۱۰,۹	۱۰,۹
	مقدار کمبود (میلیون تن)	۲,۱	-٦,۲	-۳,۸	-۱,۵	-۱۲,۱	-۱۵,۷	-۹,۱	-٦,۹
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
2050	عملکرد دیم (تن در هکتار)	۱,۰۱	۱,۰۱	۲,۵۲	۱,۰۱	۲,۵۲	۲,۵۲	۲,۵۲	۲,۵۲
	سطح زیر کشت دیم (میلیون هکتار)	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳,۹	۳,۰
	تولید دیم (میلیون تن)	۳,۹	۳,۹	۹,۸	۳,۹	۹,۸	۹,۸	۹,۸	۷,٦
	عملکرد آبی (تن در هکتار)	۳,٤٤	٦,۸	۳,٤٤	۳,٤٤	٦,۸	٦,۸	٦,۸	٦,۸
	سطح زیر کشت آبی (میلیون هکتار)	۲,٤٦	۲,٤٦	۲,٤٦	۲,٤٦	۲,٤٦	۲,٤٦	۱,۵	۱,۵
	تولید آبی (میلیون تن)	۸,۵	۱٦,۷	۸,۵	۸,۵	۱٦,۷	۱٦,۷	۱۰,۲	۱۰,۲
	کل تولید (میلیون تن)	۱۲,٤	۲۰,۷	۱۸,۳	۱۲,٤	۲٦,٦	۲٦,٦	۲۰,۰	۱۷,۸
	جمعیت کشور	۱۰۰,٦	۱۰۰,٦	۱۰۰,٦	۱۰۰,٦	۱۰۰,٦	۱۰۰,٦	۱۰۰,٦	۱۰۰,٦
	سرانه تولید مورد نیاز (کیلوگرم در سال)	۱۸۲,۲	۱۸۲,۲	۱۸۲,۲	۱۳٦,۳	۱۸۲,۲	۱۳٦,۳	۱۳٦,۳	۱۳٦,۳
	نیاز خالص (میلیون تن)	۱۲,۳	۱۲,۳	۱۲,۳	۱۲,۳	۱۲,۳	۱۲,۳	۱۲,۳	۱۲,۳
	مقدار ضایعات (میلیون تن)	٦,۰	٦,۰	٦,۰	۱,٤	٦,۰	۱,٤	۱,٤	۱,٤
	مقدار کل مصرف (میلیون تن)	۱۸,۳	۱۸,۳	۱۸,۳	۱۳,۷	۱۸,۳	۱۳,۷	۱۳,۷	۱۳,۷
	مقدار کمبود (میلیون تن)	۵,۹	-۲,۳	۰	۱,۳	-۸,۲	-۱۲,۸	-٦,۳	-٤,۰

سناریو I: عدم تغییر تولید، سناریو II: رفع خلأ گندم آبی، سناریو III: رفع خلأ گندم دیم، سناریو IV: کاهش ضایعات، سناریو V: رفع خلأ گندم آبی و دیم، سناریو VI: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات، سناریو VII: رفع خلأ گندم آبی و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی، سناریو VIII: رفع خلأ گندم آب و دیم و کاهش ضایعات و کاهش سطح گندم آبی و کاهش سطح دیم.

۳-٤- بحث

نکته مهم در طراحی سناریوها و در نظر گرفتن مقدار رفع ۸۰ درصدی خلأ عملکرد گندم آبی و ۱۰۰ درصدی خلأ عملکرد گندم دیم تا سال ۲۰۵۰ بود. در مورد رفع خلأ عملکرد گندم دیم باید به این نکته توجه کرد که در فصل قبل همین مطالعه میزان خلأ عملکرد گندم دیم در ایران بر اساس ارقام و فن‌آوری کنونی کشور برآورد شده است، بنابراین مقدار عملکرد پتانسیل و قابل دسترس گندم دیم بر اساس مقدار بارندگی موجود در کشور در مقایسه با کشورهای صنعتی مانند استرالیا (سادراس و رگت، ۲۰۰٤) و امریکا (پاتریگنانی و همکاران، ۲۰۱٤) پایین‌تر می‌باشد و می‌توان با استفاده از ارقام مناسب برای شرایط دیم و مدرن‌تر کردن فن‌آوری تولید در کشور، عملکرد پتانسیل گندم دیم و به دنبال آن عملکرد قابل دسترس را تا سال ۲۰۵۰ افزایش داد و به عدد ۲,۵ تن در هکتار رساند. به همین دلیل با در نظر گرفتن این شرایط، در سناریوهای مورد بررسی مقدار برطرف کردن ۱۰۰ درصدی خلأ عملکرد گندم دیم در کشور تا سال ۲۰۵۰، در نظر گرفته شده است. اما مقدار رفع خلأ عملکرد ۸۰ درصد گندم آبی در این مطالعه بر اساس تجربیات سایر کشورها در افزایش عملکرد گندم آبی در نظر گرفته شده است. به‌عنوان مثال مقدار خلأ عملکرد گندم در کشورهایی مانند مصر، ایرلند، شیلی، نیوزلند، بلژیک، مکزیک، فرانسه، آلمان و انگلیس به‌ترتیب برابر ٤، ٤، ٦، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۲۳، ۲۷ و ۳۳ درصد گزارش شده است (لیو و همکاران، ۲۰۰۷). این در حالی است که در حال حاضر عملکرد گندم آبی در کشورهای شیلی، مصر، مکزیک، بلژیک و انگلیس به‌ترتیب برابر ۵ (انگلر و پیزو، ۲۰۱۳)، ٦/۳ (لیو و همکاران، ۲۰۰۷)، ٦ (فیچر و ادمیدس، ۲۰۱۰)، ۷/۹ (لیو و همکاران، ۲۰۰۷) و ۸ (فیچر و ادمینز، ۲۰۱۰) تن در هکتار گزارش شده است. بنابراین با توجه به شرایط موجود در کشورهای دیگر، برطرف کردن خلأ عملکرد ۸۰ درصدی گندم آبی و دسترسی به عملکرد ٦/۸ تن در هکتار در ایران تا سال ۲۰۵۰ دور از انتظار نیست.

بررسی روند افزایش عملکرد در سایر کشورها نشان می‌دهد که افزایش سالیانه ۹٦ کیلوگرمی عملکرد گندم آبی و ٤۳ کیلوگرم برای عملکرد گندم دیم برای کشور ایران دور از دسترس نیست. به‌عنوان مثال عملکرد گندم در سه کشور فرانسه، آلمان و انگلیس از ۳/۵ تن در هکتار در سال ۱۹٦۰ به‌صورت خطی به ۷/۵ تن در هکتار در سال ۲۰۰۰ رسیده است (برون و همکاران، ۲۰۰۹). به‌عبارتی در طی بازه زمانی بین ۱۹٦۰ تا ۲۰۰۰ (طی ٤۰ سال)، سالیانه عملکرد گندم در این کشورها در حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داشته است. برای کشور شیلی عملکرد گندم آبی با سرعت ۱٤۰

کیلوگرم در سال از ۱/۵ تن در هکتار، در سال ۱۹۸۵ به ۵ تن در هکتار، در سال ۲۰۰۵ رسیده است (انگلر و پیزو، ۲۰۱۳). در کشور مکزیک عملکرد گندم با سرعت ۱۰۰ کیلوگرم در سال از ۱/۵ تن در هکتار، در سال ۱۹۵۰ به ٤/٥ تن در هکتار، در سال ۱۹۸۰ رسیده است و از سال ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۰۵ با سرعت ٦۰ کیلوگرم در سال افزایش داشته که در سال ۲۰۰۵ عملکرد به ٦ تن در هکتار رسیده است (فیچر و ادمینز، ۲۰۱۰).

برای محاسبه ضایعات پس از برداشت از طریق رابطه ۲ به این دلیل است که مقدار سرانه انرژی غذایی تامین شده (واردات و تولید با کسر صادرات) برای هر نفر در ایران در حدود ٤۲۲٦ کیلوکالری در روز می‌باشد (نتایج حاصل از محاسبات نویسندگان برای ۸٤ محصول کشاورزی و دامی بر اساس داده‌های FAOSTAT از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱). این در حالی است که سرانه انرژی مطلوب جذبی برای هر نفر در ایران ۲٦٤٤ کیلوکالری در روز گزارش شده است (صالحی، ۱۳۹۲). با این تفاسیر به‌طور کلی ۳۷ درصد از انرژی تامین شده در کشور به‌دلیل ضایعات از دسترس خارج می‌شوند. لازم به توضیح است که سرانه مصرف انرژی غذایی به‌میزان ۲۰۰۰ کیلوکالری در روز به‌عنوان حد بحرانی، ۲۰۰۰ تا ۲۵۰۰ کیلوکالری در روز به‌عنوان مصرف کم انرژی، ۲۵۰۰ تا ۳۰۰۰ کیلوکالری به‌عنوان حد بهینه و بیشتر از ۳۰۰۰ کیلوکالری به‌عنوان مصرف زیاد بیان شده است (پورکا و همکاران، ۲۰۱۳).

با توجه به وضعیت کنونی منابع آب در ایران، افزایش عملکرد گندم دیم و آبی و کاهش سطح اراضی دیم و آبی به‌عنوان راهکاری مناسب‌تری در جهت افزایش تولید و در عین‌حال منجر به کاهش فشار بر منابع آبی کشور شود. با افزایش جمعیت ایران تا سال ۲۰۵۰ فشار وارده بر منابع آب بیشتر خواهد شد به‌طوری که که در اوایل قرن ۲۱ سرانه مجموع آب آبی (Blue water[1]) و آب سبز (Green water[2]) موجود برای هر نفر در ایران در حدود ۱۰۰۰ تا ۱۳۰۰ مترمکعب در سال می‌باشد که در سال ۲۰۵۰، با توجه به افزایش جمعیت، سرانه آب آبی و سبز در ایران به‌ترتیب به ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ مترمکعب کاهش خواهد یافت (راک‌استورم و همکاران، ۲۰۰۹). به‌طور متوسط سرانه آب مورد نیاز برای تولید غذای هر نفر در جهان در حدود ۱۳۰۰ مترمکعب آب شیرین در سال است (فالکنمارک و راک‌استورم، ۲۰۰٤). با ادامه روند کنونی افزایش جمعیت، ایران از نظر وضعیت آب در شرایط بحرانی قرار خواهد گرفت. مقایسه مصرف آب برای تولید محصولات کشاورزی در ایران با سایر کشورها

۱. منابع آب موجود در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و منابع آب‌های زیرزمینی

۲. آب باران و آب ذخیره شده در خاک سطحی

حاکی از آن است که در این کشور، فشار زیادی به منابع آب وارد می‌شود. به‌عنوان مثال سهم آب آبی برای تولید محصولات کشاورزی در استرالیا با اقلیمی شبیه به اقلیم ایران برابر ۱۳ درصد، برای کشور قزاقستان با اقلیم خشک و نیمه خشک برابر ١٤ درصد، برای کشورهای برزیل، فرانسه، ترکیه روسیه و امریکا به‌ترتیب برابر ۳، ٤، ۱۵، ۳ و ۱۲ درصد می‌باشد (مکونن و هوکسترا، ۲۰۱۱). مولدن و همکاران (۲۰۰۷) بیان کرد که برای سرمایه‌گذاری در اراضی دیم چند دلیل مهم وجود دارد (۱) در اراضی دیم عملکرد واقعی در مقایسه با عملکرد پتانسیل و عملکرد قابل دسترس بسیار پایین است (۲) در مقایسه با اراضی آبی، مقدار سرمایه‌گذاری کمتری برای افزایش تولید در اراضی دیم لازم است (۳) توسعه اراضی کشاورزی آبی دارای هزینه‌های زیاد زیست‌محیطی و اجتماعی است (از قبیل تکه‌تکه کردن کردن رودخانه‌ها و تالاب‌ها، کمبود آب، ایجاد شرایط غرقاب و شور شدن اراضی، تغییر مکان زندگی مردم برای ساخت سدها و مخازن بزرگ آب و اثرات زیست‌محیطی سدها). از نظر هیدرولوژیکی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی بدون نیاز به آبیاری، حتی در مناطق نیمه خشک نیز مقدار بارندگی کافی وجود دارد (راک‌استورم و همکاران، ۲۰۰۷). تبخیر آب از خاک، نفوذ عمقی آب و رواناب سطحی می‌توانند از دلیل پایین بودن بهره‌وری آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک باشند که باعث هدررفت ۷۰-۸۵ درصد از آب بارندگی می‌شوند (راک‌استورم و فالکنمارک، ۲۰۰۰). به هر حال بدون سرمایه‌گذاری بر روی روش‌های جمع‌آوری آب، پژوهش‌های بخش کشاورزی و حمایت حقوقی و زیربنایی روستاییان، امکان افزایش بهره‌وری امکانپذیر نیست (دی‌فریچر و ویچلنز، ۲۰۱۰). راک‌استورم و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که در مناطق گرمسیری دارای مشکل خشکی، با افزایش اراضی دیم از طریق سرمایه‌گذاری روی حفاظت آب و خاک، به کارگیری فنون جدید برداشت آب و انجام آبیاری تکمیلی می‌توان بهره‌وری از آب را دو تا چهار برابر افزایش داد.

بر اساس نتایج حاصل از سناریوهای مورد بررسی در این مطالعه، در کنار توجه به اراضی دیم، رفع خلأ عملکرد گندم آبی به همراه کاهش اراضی گندم آبی می‌تواند نقش بسیاری مهمی در ایجاد خودکفایی تولید گندم به همراه کاهش فشار بر منابع آب کشور داشته باشد. در سایر مطالعات نیز اهمیت رفع خلأ عملکرد برای ایجاد امنیت غذایی به خوبی نشان داده شده است. به‌عنوان مثال، با افزایش ۷۷ درصدی عملکرد غلات آبی در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۰۰، مقدار برداشت از منابع آبی در سال ۲۰۵۰ به‌میزان ۳۲ درصد افزایش خواهد داشت. این در حالی است که با افزایش ۳۵ درصدی عملکرد غلات آبی و جبران مابقی نیاز جهان به غلات از طریق افزایش ۳۳ درصدی

اراضی آبی غلات جهان، مقدار برداشت از منابع آبی جهان در سال ۲۰۵۰ به‌میزان ۵۷ درصد افزایش خواهد یافت (فریچر و ویچلنز، ۲۰۱۰). در کشور بنگلادش با رساندن عملکرد گندم به ۰٫۸ عملکرد پتانسیل این محصول، مقدار تولید در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۰، در حدود ۲٦ تا ۳٦ درصد افزایش می‌یابد. در همین کشور با افزایش عملکرد برنج مقدار تولید به میزان ۹۸ تا ۱۳٤ درصد افزایش خواهد داشت (مینودین و کربای، ۲۰۱۵). اهمیت رفع خلأ عملکرد به قدری است که با افزایش عملکرد ذرت، گندم و برنج به عملکرد قابل دسترس در نقاط مختلف جهان، مقدار تولید این محصولات به ترتیب می‌تواند ٦٤، ۷۱ و ٤۷ درصد افزایش یابد (مولر و همکاران، ۲۰۱۲). لازم به ذکر است که دلایل خلأ عملکرد در مناطق مختلف متفاوت می‌باشد و حتی سهم عوامل مختلف (آب، کود، آفات و ...) در ایجاد خلأ عملکرد یک منطقه متغیر است (مولر و همکاران، ۲۰۱۲).

تکیه بر افزایش تولید در واحد سطح همیشه دلالت بر خودکفایی نیست. کاهش مصرف گندم از طریق کاهش ضایعات پس از برداشت، در کنار افزایش تولید می‌توانند اطمینان بیشتری برای خودکفایی را در پی داشته باشد. اهمیت کاهش ضایعات به حدی است که فولی و همکاران (۲۰۱۱) کاهش ضایعات محصولات کشاورزی را به‌عنوان یکی از راه‌های مهم جهت دستیابی به امنیت غذایی جهان بیان کرده است. در حدود یک سوم از غذای تولید شده هرگز مصرف نمی‌شود (گوستاوسون و همکاران، ۲۰۱۱)، این بخش از غذا یا دور ریخته می‌شود یا در چرخه تامین و ارایه مواد غذایی توسط آفات مصرف یا از بین می‌رود. در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است که نصف غذای تولید شده هدر می‌رود (لاندکویست و همکاران، ۲۰۰۸). حتی برخی از محصولات فاسدشدنی، ممکن است پس از برداشت و قبل از مصرف تا ۱۰۰ درصد از بین بروند (پارفیت و همکاران، ۲۰۱۰). در کشورهای در حال توسعه بیش از ٤۰ درصد غذا، پس از برداشت یا در طی شرایط انبارداری و انتقال از بین می‌رود. در کشورهای صنعتی مقدار هدررفت در این بخش پایین است ولی بیش از ٤۰ درصد غذا توسط مصرف‌کنندگان تلف می‌شود (گوستاوسون و همکاران، ۲۰۱۱).

۳-۵- نتیجه‌گیری

جمعیت ایران در حال افزایش است به‌طوری‌که در سال ۲۰۵۰ نسبت به سال ۲۰۱۵ جمعیت کشور در حدود ۲۱/۱ میلیون نفر (۲۷ درصد) افزایش خواهد داشت. افزایش جمعیت به معنی افزایش تقاضا برای محصولات غذایی مانند گندم است. این در حالی است که مقدار تولید گندم در سال ۲۰۱۵ در کشور برابر ۱۲/٤ میلیون تن (گندم مورد نیاز ٦٤/۵ میلیون نفر از جمعیت کشور) و مقدار واردات این محصول ۲/۱ میلیون تن (گندم مورد نیاز ۱۱/۵ میلیون نفر از جمعیت کشور) تخمین زده شد. در صورتی که در کشور تا سال ۲۰۵۰ در جهت افزایش تولید و کاهش تقاضای این محصول تدابیری اندیشیده نشود، مقدار واردات گندم در آن سال به ۵/۹ میلیون تن (گندم مورد نیاز ۳۲/٦ میلیون نفر از جمعیت کشور) خواهد رسید. بر اساس سیاست اقتصاد مقاومتی، سیاست‌گذارن کشور در نظر دارند که با کاهش خلأ عملکرد گندم در کشور اقدام به افزایش تولید این محصول نمایند. همچنین ایشان در نظر دارند که این افزایش به قدری باشد که امکان کاهش سطح زیرکشت اراضی گندم دیم و آبی نیز در کشور حاصل شود. با توجه به نتایج این مطالعه رسیدن به این هدف دور از دسترس نیست. نتایج این تحقیق نشان داد که در صورتی که فقط سیاست کاهش ۸۰ درصدی خلأ عملکرد گندم آبی تا سال ۲۰۵۰ پیگیری شود، بدون تغییر در سایر عوامل شامل سطح و عملکرد گندم دیم، سطح گندم آبی و مقدار ضایعات پس از برداشت نسبت به سال ۲۰۱۵، در سال ۲۰۵۰ ایران به‌میزان ۲/۳ میلیون تن مازاد بر نیاز تولید گندم خواهد داشت. اما در صورتی که تا سال ۲۰۵۰ هم‌زمان با رفع ۸۰ درصدی خلأ عملکرد گندم آبی، سایر عوامل شامل رفع ۱۰۰ درصدی خلأ عملکرد گندم دیم، کاهش حدود ۲۰ درصدی ضایعات نیز پیگیری شوند، با وجود کاهش ۱ میلیون هکتاری از اراضی آبی و ۰/۹ میلیون هکتاری اراضی دیم، ایران می‌تواند در سال ۲۰۵۰ در حدود ٤ میلیون تن تولید گندم مازاد بر نیاز داشته باشد. همان‌طور که گفته شد بر اساس سیاست اقتصاد مقاومتی یکی از اهداف دولت، کاهش سطح اراضی گندم و به دنبال آن افزایش سطح اراضی سایر محصولات مهم از قبیل گیاهان روغنی و قندی می‌باشد. بنابراین به‌نظر می‌رسد که برای اجرای این سیاست باید کاهش خلأ عملکرد گندم آبی و دیم جهت افزایش تولید و کاهش ضایعات پس از برداشت گندم جهت کاهش تقاضا، به‌صورت هم‌زمان پیگیری شوند.

۳-٦- منابع

ترابی، ب.، سلطانی، ا.، گالشی، س.، و زینلی، ا. ۱۳۹۰. تحلیل عوامل محدودکننده عملکرد در گرگان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ٤: ۱-۱۷.

حجارپور، ا.، سلطانی، ا.، و ترابی، ب. ۱۳۹٤. استفاده از تحلیل خط مرزی در مطالعات خلأ عملکرد: مطالعه موردی در گرگان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۸: ۱۸۳-۲۰۱.

صالحی. ۱۳۹۲. سبد غذایی مطلوب برای جامعه ایران. انتشارات اندیشه ماندگار. ۵۷ ص.

مقدادی، ن.، سلطانی، ا.، کامکار، ب.، و حجارپور، ا. ۱۳۹٤. پهنه‌بندی اگرواکولوژیکی استان زنجان جهت برآورد پتانسیل و خلاء عملکرد نخود دیم. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۳.

نکاحی، م.ز.، سلطانی، ا.، سیاهمرگویی، آ.، و باقرانی، ن. ۱۳۹۳. خلأ عملکرد مرتبط با مدیریت زراعی در گندم: مطالعه موردی استان گلستان- بندرگز. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۷: ۱۳۵-۱۵٦.

نه‌بندانی، ع.، سلطانی، ا.، زینلی، ا.، مهماندویی، م.، حسینی، ف.، و شاه‌حسینی، ع. ۱۳۹۵. خلأ عملکرد سویا در منطقه گرگان و علی‌آبادکتول با استفاده از روش تحلیل خط مرزی. بوم‌شناسی کشاورزی. ۱۰:

اسفندیارپور، ا. ۱۳۹٤. افزایش ضریب خوداتکایی محصولات اساسی (گندم). وزارت جهاد کشاورزی. پروژه افزایش ضریب خوداتکایی ۸ محصول اساسی کشور.

Amiraslani, F., and Dragovich, D 2011. Combating desertification in Iran over the last 50 years: An overview of changing approaches. J. Environ. Manage. 92, 1-13.

Brown, M.E., Hintermann, D., and Higgins, N. 2009. Markets, climate change and food security in West Africa. Environmental Science and Technology. 43, 8016-8020.

Conceicao, P., and Mendoza, R.U. 2009. Anatomy of the global food crisis. Third World Quarterly. 30 (6), 1159-1182.

de Fraiture, C., and Wichelns, D. 2010. Satisfying future water demands for agriculture. Agricultural Water Management. 97, 502-511.

Engler, A., and del Pozo, A. 2013. Assessing long- and short-term trends in cereal yields: the case of Chile between 1929 and 2009. Agricultural economics. 40, 55-67.

Falkenmark, M., and Rockstrom, J. 2004. Balancing Water for Humans and Nature: TheNew Approach in Ecohydrology. Earthscan, London.

FAOSTAT. 2015. http://faostat3.fao.org/download/E/EF/E

Fischer, R.A., and Edmeades, G.O. 2010. Breeding and cereal yield progress. Crop science. 50, 85-98.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., et al. 2011. Solutions for a cultivated planet. Nature. 478, 337-342.

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., and Meybeck, A. 2011. Global food losses and food waste. Food and agriculture organization of the united nations, Rome.

Kummu, M., de Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O., and Ward, P.J. 2012. Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland and fertiliser use. Science of the Total Environment. 438, 477-489.

Liu, J., Williams, J.R., Zehnder, A.J.B., and Yang, H. 2007. GEPIC – modelling wheat yield and crop water productivitywith high resolution on a global scale. Agricultural Systems. 94, 478-493.

Lundqvist, J., de Fraiture, C., and Molden, D. 2008. Saving Water: From Field to Fork – Curbing Losses and Wastage in the Food Chain. SIWI Policy Brief. SIWI.

Mainuddin, M., and Kirby, M. 2015. National food security in Bangladesh to 2050. Food Security. 7 (3), 633-646.

Mekonnen, M.M., and Hoekstra, A.Y. 2011. National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption. published by UNESCO-IHE Institute for Water Education, in collaboration with University of Twente, Enschede and Delft University of Technology, Delft.

Molden, D., Oweis, T., Steduto, P., Bindraban, P., Hanjra, M.A., and Kijne, J. 2010. Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. Agricultural Water Management. 97, 528-535.

Motagh, M., Walter, T.R., Sharifi, M.A., Fielding, E., Schenk, A., Anderssohn, J., and Zschau, J. 2008. Land subsidence in Iran caused by widespread water reservoir overexploitation. Geophysical Research Letters 35, L16403.

Mousavi, S.M., Shamsai, A., Hesham El Naggar, M., and Khamehchian, M. 2001. A GPS-based monitoring program of land subsidence due to groundwater withdrawal in Iran. Can. J. Civil Engin. 28 (3), 452-464.

Mueller, N.D., Gerber, J.S., Johnston, M., Ray, D.K., Ramankutty, N., and Foley, J.A. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. Nature. 490, 254-257.

Parfitt, J., Barthel, M., and Macnaughton, S. 2010. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. Philosophical Transactions of the Royal Society. 365, 3065-3081.

Patrignani, A., Lollato, R.P., Ochsner, T.E., Godsey, C.B., and Edwards, J.T. 2014. Yield gap and production gap of rainfed Winter wheat in the southern great plains. Agron. J. 106, 1329-1339.

Porkka, M., Kummu, M., Siebert, S., and Varis, A. From food insufficiency towards trade dependency: a historical analysis of global food availability. PLOS ONE. 8 (12), e82714.

Pradhan, P., Ludeke, M.K.B., Reusser, D.E., and Kropp, J.P. 2014. Food self-sufficiency across scales: how local can we go? Environmental Science Technology. 48, 9463-9470.

Rockstrom, J., Hatibu, N., Oweis, T.Y., Wani, S., Barron, J., Bruggeman, A., Farahani, J., Karlberg, L., and Qiang, Z. 2007. Managing water in rainfed agriculture, in Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, edited by D. Molden, pp. 315-352, Earthscan, London.

Rockstrom, J., and Falkenmark, M. 2000. Semiarid crop production from a hydrological perspective: gap between potential and actual yields. Critical Reviews in Plant. Science. 19 (4), 319-346.

Rockstrom, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H., Rost, S., and Gerten, D. 2009. Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change. Water Resources Research. 45, 1-16.

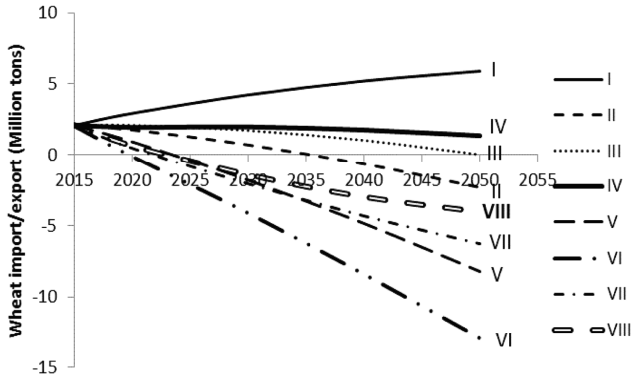
Sadras, V.O., and Roget, D.K. 2004. Production and environmental aspects of cropping intensification in a semiarid environment of southeastern Australia. Agron. J. 96, 236-246.

Weigand, C., and Analyst, M. 2011. Wheat import projections towards 2050. U.S wheat Associates.

Willenbockel, D. 2011. Exploring food price scenarios towards 2030 with a global multi-region model. Institute of Development Studies at the University of Sussex, UK.

www.tccim.ir

Other Information (including tables and figures)



The trend of wheat import/export in different scenarios. Scenario I: the current condition; II: Closing irrigated wheat yield gap; III: Closing Rainfall wheat yield gap; IV: Wheat waste decreasing: V: Closing both irrigated and rainfall wheat yield gap; VI: Closing both irrigated and rainfall wheat yield gap+ wheat waste decreasing; VII: Closing both irrigated and rainfall wheat yield gap+ wheat waste decreasing+ irrigated wheat area declining; VIII: Closing both irrigated and rainfall wheat yield gap+ wheat waste decreasing+ both irrigated and rainfall wheat area declining. In this Fig minus values indicate the amount of wheat exporting ability and positive values show the amount of import.

Vice Presidency of Research and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR). This material may be reprinted provided that the article and the author(s) are acknowledged.

Highlights

Wheat requirement is 14.5 Mt in 2015 and estimated to be 18.3 Mt in 2050, based on current wheat per capita and population in 2015 and 2050. Whole wheat land area is as such 6.3 Mha in Iran in 2015. Iran may need to import around 5.9 Mt wheat in 2050 if the yield isn't increased until then. The current wheat yield is only 2.2 tha^{-1} and it is necessary to increase the yield by 3 tha^{-1} (34 percent more than current yield) by 2050 to meet the wheat requirement in the country then. The scenario analysis' results showed that we can achieve wheat self-sufficiency in next 5 years' time (by increasing irrigated and rainfall yield+waste minimization+current wheat cultivated area). Iran can produce surplus amount of wheat with appropriate management practices by 2050 despite the population will be increased to 100.6 million. Under the scenario where irrigated and rainfed area get decreased by 1 and 0.9 million ha respectively+enhance wheat yield by closing yield gap to 80 and 100 percent in irrigated and rainfed production, respectively+ minimize wheat waste from 30% to 10%, still Iran can produce 4 Mt more than required amount in 2050. By decreasing, wheat cultivation area, Iran can reduce current pressure on water resources to a greater extent.

Introduction (Hypothesis and aims)

Achieving wheat self-sufficiency is a major aim in Iran. Importing 2.9 million tons per year over last 14 years indicates that Iran is far from its aim. This study aims in analysis of wheat production, its import and export based on long-term data available in Iran. Also in this study, we investigated the effects of increase in population, enhancing wheat yield by closing yield gap by 80 and 100 percent in irrigated and rainfed area reducing the wheat cultivated area from 6.3 Mha to 4.4 Mha (reduce 0.9 Mha of irrigated and 1 Mha of rainfed areas) by 2050 from now. And wheat waste minimization from 30% to 10% in eight scenarios. In these 8 scenarios, effects of each of above mentioned parameters either separately or in combination had been considered on wheat production and consumption from 2015 to 2050.

Importance

The evaluation of current crop production situation and estimating the future can be useful to make policy for the country.

Vice Presidency of Research and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR). This material may be reprinted provided that the article and the author(s) are acknowledged.

FactSheet

Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources

NO: 94-337-11

Date: 15/05/2017

Title: Analysis of wheat production and the strategies to reach self-sufficiency by 2050 in Iran

Author(s): Afshin Soltani, Seyyed Majid Alimagham

Finding source: Research No: 94-337-11

Keywords: Wheat production; Irrigated and rainfall lands; Wheat waste; Yield gap; Food security; Wheat self-sufficiency

Vice Presidency of Research and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources (GUASNR). This material may be reprinted provided that the article and the author(s) are acknowledged.

Abstract

Achieving wheat self-sufficiency is a major aim in Iran. Importing 2.9 million tons per year over last 14 years indicates that Iran is far from its aim. The evaluation of current crop production situation and estimating the future can be useful to make policy for the country. This study aims in analysis of wheat production, its import and export based on long-term data available in Iran. Also in this study, we investigated the effects of increase in population, enhancing wheat yield by closing yield gap by 80 and 100 percent in irrigated and rainfed area reducing the wheat cultivated area from 6.3 Mha to 4.4 Mha (reduce 0.9 Mha of irrigated and 1 Mha of rainfed areas) by 2050 from now. And wheat waste minimization from 30% to 10% in eight scenarios. In these 8 scenarios, effects of each of above mentioned parameters either separately or in combination had been considered on wheat production and consumption from 2015 to 2050. Wheat requirement is 14.5 Mt in 2015 and estimated to be 18.3 Mt in 2050, based on current wheat per capita and population in 2015 and 2050. Whole wheat land area is as such 6.3 Mha in Iran in 2015. Iran may need to import around 5.9 Mt wheat in 2050 if the yield isn't increased until then. The current wheat yield is only 2.2 tha^{-1} and it is necessary to increase the yield by 3 tha^{-1} (34 percent more than current yield) by 2050 to meet the wheat requirement in the country then. The scenario analysis' results showed that we can achieve wheat self-sufficiency in next 6 years' time (by increasing irrigated and rainfall yield+waste minimization+current wheat cultivated area). Iran can produce surplus amount of wheat with appropriate management practices by 2050 despite the population will be increased to 100.6 million. Under the scenario where irrigated and rainfed area get decreased by 1 and 0.9 million ha respectively+enhance wheat yield by closing yield gap to 80 and 100 percent in irrigated and rainfed production, respectively+ minimize wheat waste from 30% to 10%, still Iran can produce 4 Mt more than required amount in 2050. By decreasing, wheat cultivation area, Iran can reduce current pressure on water resources to a greater extent.

Keywords: Wheat production; Irrigated and rainfall lands; Wheat waste; Yield gap; Food security; Wheat self-sufficiency

Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

Vice Presidency for Research and Technology

Research Report

Analysis of wheat production and the strategies to reach self-sufficiency by 2050 in Iran

By:
A. Soltani

Co-Worker:
S.M. Alimagham

Spring 2017