نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، ص. ۱۰۲-۸۹

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 2, Autumn And Winter 2025, 89-102

مقاله علمی -پژوهشی

# پیامدهای کاهش آب در بخش کشاورزی و ظرفیت سازگاری به آن از طریق فشرده‌سازی

سیدرضا امیری[۱*]، سید مجید عالیمقام[۲]، افشین سلطانی[۳*] و شهرزاد میرکریمی[۴]

## چکیده

ایران به دلیل داشتن اقلیم خشک و نیمه‌خشک همواره با مشکل کمبود آب مواجه بوده است. در چند دهه اخیر برداشت بیش‌ازحد از منابع آب برای کشاورزی منجر به وقوع پیامدهای محیط زیستی در کشور شده است. برای کاهش آسیب به محیط‌زیست، باید مقدار برداشت آب از منابع کاهش یابد. کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی می‌تواند پیامدهایی از قبیل کاهش خودکفایی تولید، افزایش هزینه‌های واردات غذا و بیکاری کشاورزان به دلیل رها کردن اراضی (اراضی غیرقابل آبیاری به دلیل کمبود آب) داشته باشد. در این مطالعه با استفاده از سیستم SEA اقدام به بررسی و کمّی‌سازی پیامدهای کاهش اختصاص آب به بخش کشاورزی و چگونگی مواجه با این پدیده از طریق فشرده‌سازی تولید (یعنی افزایش راندمان آبیاری و رفع خلأ عملکرد) اقدام شد. نتایج این مطالعه نشان داد که در صورت کاهش آب کشاورزی از ۸۶ به ۳۹ میلیارد مترمکعب (به‌عنوان حد ایمن برای جلوگیری از اثرات منفی بر محیط‌زیست) و عدم تغییر در مدیریت تولید محصولات کشاورزی، مقدار تولید آبی از ۹۸/۵۳ میلیون تن به ۴۳/۷۵ میلیون تن، ضریب خودکفایی تولید محصولات گیاهی از ۸۵ درصد به ۴۲ درصد، سطح اراضی زیرکشت آبی از ۸/۴ به ۳/۷ میلیون هکتار خواهند رسید. همچنین ۲/۱۶ میلیون شغل به دلیل رهاسازی اراضی توسط کشاورزان از بین خواهد رفت. در صورت فشرده‌سازی تولید تا سال ۲۰۵۰ به طوریکه راندمان آبیاری به ۶۰ درصد برسد و عملکرد محصولات به ۸۰ درصد از عملکرد پتانسیل آن‌ها افزایش یابد و با مصرف ۳۹ میلیارد مترمکعب آب، می‌توان در حدود حال حاضر محصولات گیاهی در کشور تولید کرد (۸۸/۵۲ میلیون تن تولید گیاهی در کشت آبی با ۳۹ میلیارد مترمکعب آب در مقایسه با ۹۸/۵۳ میلیون تن با ۸۶ میلیارد مترمکعب آب که با احتساب رفع خلأ در شرایط دیم تولید گیاهی کل ۱۰۹/۵۹ در مقابل ۱۰۹/۲۱ میلیون تن فعلی خواهد بود) و مقدار ضریب خودکفایی باوجود کاهش چشمگیر مصرف آب نسبت به شرایط حال حاضر تغییری نکند. بنابراین، فشرده‌سازی یکی از ابزارهای بسیار مهم برای سازگاری با کم‌آبی است که از طریق آن می‌توان از کاهش تولیدات به دلیل کاهش اختصاص منابع آب آبیاری به کشاورزی جلوگیری کرد.

**واژه‌های کلیدی:** بیکاری، تغییر اقلیم، زمین رهاشده، هزینه واردات محصولات کشاورزی

## مقدمه

آب نقش کلیدی در تولید محصولات کشاورزی در ایران دارد. اضافه برداشت از منابع آب باعث تحمیل فشار سنگینی به محیط‌زیست در کشور شده است. سالانه ۸۶ میلیارد مترمکعب (معادل ۹۲ درصد از کل آب مصرفی در کشور) به بخش کشاورزی اختصاص داده می‌شود که بیش از ظرفیت پایدار کشور است. (Madani, 2014؛ مسگران و آزادی، ۱۳۹۷). تأثیر منفی اضافه برداشت از منابع آبی در کشور را می‌توان در وقوع پدیده‌هایی مانند

[۱] داش شیار، گروه مهند سی تولید و ژنتیک گیاهی ، داش شکده ک شاورزی، داش شگاه سراوان، ایران
[۲] دانش‌آموخته دکتری، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
[۳] ا ستاد، داش شکده تولید گیاهی، داش شگاه علوم ک شاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
[۴] دانش‌آموخته دکتری، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
(*نویسندگان مسئول: R.amiri@saravan.ac.ir& Afshin.Soltani@gmail.com)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۱۹

خشک شدن دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و تالاب‌ها (Madani et al., 2016)، پایین آمدن سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی (Torkamanitombeki et al., 2018؛ Lashkaripour and Hojjati and Boustani, 2010؛ Ghafoori, 2011)، وقوع طوفان‌های گرد و غبار در بسیاری از مناطق کشور (Gerivani et al., 2011؛ Broomandi et al., 2017) و وقوع پدیده فرونشست زمین (Dehghani et al., 2010) مشاهده کرد.

برداشت بیش‌ازحد از منابع آبی در کشور باعث ایجاد آسیب‌های جدی در محیط‌زیست کشور شده است. ازاین‌رو، در سال‌های اخیر سیاست کلان کشاورزی در کشور به سمت افزایش راندمان آبیاری بوده است تا از این طریق بتوان مقدار برداشت آب از منابع را کاهش داد. هرچند که در سال‌های اخیر شاهد افزایش نسبی راندمان آبیاری در کشور بودیم ولی تاکنون این سیاست به موفقیت قابل‌توجه در جهت کاهش برداشت آب دست نیافته است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). گسترش اراضی آبی از آب حاصل‌شده از افزایش راندمان آبیاری و نیز جایگزینی محصولاتی که به آبیاری بیشتر نیاز دارند، دلیل عدم موفقیت این سیاست در کاهش برداشت آب از منابع بوده است (مسگران و آزادی، ۱۳۹۷).

افزایش کارایی استفاده از منابع (به عبارتی دیگر فشرده‌سازی کشاورزی[1]) راهکار مهمی در افزایش تولید محصولات کشاورزی هم‌زمان با حفظ محیط‌زیست هست (Foley et a;., 2011;Tilman et al., 2011; Soltani et al., 2021). فشرده‌سازی تولید به معنی افزایش تولید در واحد سطح از طریق افزایش راندمان استفاده از منابع (آب، کود، سموم و...) است و درصورتی‌که توأم با توجه به محیط‌زیست باشد، فشرده‌سازی پایدار[2] حاصل خواهد شد (Pretty et al., 2011). در سیستم SEA[3] که برای کمّی‌سازی تأثیر فشرده‌سازی بر تولید محصولات کشاورزی در ایران مورد استفاده قرار می‌گیرد (Soltani et al., 2020a)، فشرده‌سازی از طریق افزایش راندمان آبیاری با یا بدون کاهش خلأ عملکرد[4] محصولات گیاهی شبیه‌سازی می‌شود. رفع خلأ عملکرد یکی از راه‌هایی هست که می‌تواند اثر منفی کاهش تولید محصولات کشاورزی ناشی از کاهش سطح اراضی آبی را جبران کند. بر اساس مطالعه انجام‌شده در مورد خلأ عملکرد محصولات مهم زراعی کشور، مشخص شده است که در کشور خلأ عملکرد زیادی در تولید محصولات کشاورزی در کشور وجود دارد (Soltani et al., 2020a؛ نه‌بندانی و همکاران، ۱۳۹۶؛ ترابی و همکاران، ۲۰۱۱؛ ترابی و همکاران، ۱۳۹۰؛ نجفی‌راد، ۱۳۹۳؛ حجارپور و همکاران، ۱۳۹۴).

اختلاف بین عملکرد پتانسیل با عملکرد واقعی کشاورزان در یک منطقه را خلأ عملکرد می‌گویند. عملکرد پتانسیل یا همان حداکثر عملکرد قابل‌برداشت از ارقام سازگار فعلی گیاهان، در شرایطی است که آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز به‌طور مؤثری کنترل می‌شوند، با انجام آبیاری و کوددهی، محدودیت آب و عناصر غذایی رفع می‌گردد و سایر عملیات زراعی نیز به‌صورت مطلوب انجام می‌گیرند (Van Ittersum et al., 2013). با توجه به اینکه رابطه عملکرد با مصرف نهاده‌های مختلف به‌صورت خطی نیست، رفع کامل خلأ عملکرد و دسترسی به عملکرد پتانسیل از نظر اقتصادی و محیط زیستی مقرون به‌صرفه نیست. بنابراین، به‌طور معمول در برنامه‌های رفع خلأ عملکرد محصولات گیاهی، دسترسی به ۷۰ تا ۸۰ درصد از عملکرد پتانسیل مورد هدف قرار می‌گیرد (Schils et al., 2018; Fischer et al., 2015).

کاهش سطح زیرکشت اراضی آبی یکی از راه‌های مؤثر برای کاهش آب مصرفی در بخش کشاورزی است (Deihimfard et al., 2022). هرچند که کاهش سطح اراضی می‌تواند منجر به کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی شود، اما کاهش اراضی آبی می‌تواند عواقبی برای کشور داشته باشد که می‌توان به (الف)کاهش تولید محصولات کشاورزی و (ب) بیکاری کشاورزان به دلیل رهاسازی اراضی توسط آن‌ها اشاره کرد (مسگران و آزادی، ۱۳۹۷). بنابراین، کاهش اراضی آبی می‌تواند منجر به کاهش خودکفایی کشور در تولید محصولات کشاورزی شود. بر اساس سرشماری بخش کشاورزی در سال ۱۳۹۳، در حدود ۴ میلیون نفر کشاورز در کشور وجود دارد (نتایج حاصل از سرشماری کشاورزی کشور در سال ۱۳۹۳). این تعداد شغل معادل حدود ۱۷/۳ درصد از کل مشاغل موجود در کشور است.

[1] Agriculture intensification
[2] Sustainable Intensification
[3] **S**ystem for int**E**grated **A**ssessment of water, land, food and environment
[4] Yield Gap

تاکنون در کشور، تأثیر هم‌زمان کاهش آب تخصیصی به کشاورزی، افزایش راندمان آبیاری و رفع خلأ عملکرد بر میزان تولید محصولات کشاورزی و خودکفایی تولید و همچنین تأثیر این عوامل در کاهش سطح اراضی کشاورزی و تأثیر آن در بیکاری کشاورزان مطالعه‌ای انجام نشده است. هدف از مطالعه حاضرکمّی‌سازی اثرات ناشی از تنظیم آب کشاورزی در حد پایدار و برآورد امکان جبران پیامدها با فشرده‌سازی کشاورزی بود.

## مواد و روش‌ها

### تولید و تقاضا

این مطالعه با استفاده از سیستم SEA انجام شد. مقادیر تقاضا برای محصولات کشاورزی بر اساس اطلاعات جمعیت کشور در حال حاضر ، سبد غذایی کنونی کشور و تلفات و ضایعات کنونی محصولات کشاورزی توسط سیستم SEA محاسبه شد (Soltani et al., 2020a). مقادیر تلفات/ضایعات شامل کلیه محصول از دست رفته از زمان برداشت در مزرعه (برای محصولات دامی از درب کشتارگاه یا دامداری) تا مصرف‌کننده است. همچنین مقادیر تلفات/ضایعات بر اساس وزن تر و شامل مجموع بخش خوراکی و غیرخوراکی (مانند پوست میوه‌ها و سبزی‌ها) هر یک از محصولات است (Soltani et al., 2020a).

### فشرده‌سازی تولید

در مدل SEA امکان بررسی فشرده‌سازی تولید (افزایش راندمان آبیاری و رفع خلأ عملکرد) محصولات مختلف بر تولید و مقدار زمین مورد نیاز، وجود دارد (Soltani et al., 2020a). در این سیستم برای اعمال تغییرات مورد نظر جهت فشرده‌سازی تولید، از روابط ۱ و ۲ استفاده می‌شود:

$$RY_t = gCLOSE * (0.8 - RY_{cur}) + RY_{cur} \quad (۱)$$

$$IrrEff_t = eIMPRV * (0.6 - IrrEff_{cur}) + IrrEff_{cur} \quad (۲)$$

که در این روابط:

$RY_t$: مقدار عملکرد نسبی پس از رفع خلأ عملکرد (عملکرد نسبی از تقسیم عملکرد واقعی بر عملکرد پتانسیل حاصل می‌شود). ۰/۸ بیشترین عملکرد نسبی قابل‌دسترس است که به‌عنوان هدف نهایی در نظر گرفته می‌شود (Van Ittersum et al., 2013).

gCLOSE: کسری از خلأ عملکرد قابل مدیریت است که رفع آن مد نظر می‌باشد (۰ تا ۱۰۰ درصد). ۸۰ درصد کل خلأ قابل مدیریت فرض شده است.

$RY_{cur}$: مقدار عملکرد نسبی در حال حاضر

$IrrEff_t$: راندمان آبیاری مد نظر برای سناریو مورد نظر یا همان راندمان آبیاری هدف (بالاترین راندمان آبیاری قابل دسترس برابر ۰/۶ (۶۰ درصد) در نظر گرفته شده است)

eIMPRV: کسری از فاصله راندمان آبیاری کنونی و راندمان آبیاری ۶۰ درصد (۰ تا ۱).

$IrrEff_{cur}$: راندمان آبیاری در شرایط کنونی که برابر ۳۸ درصد می‌باشد (Soltani et al., 2020b).

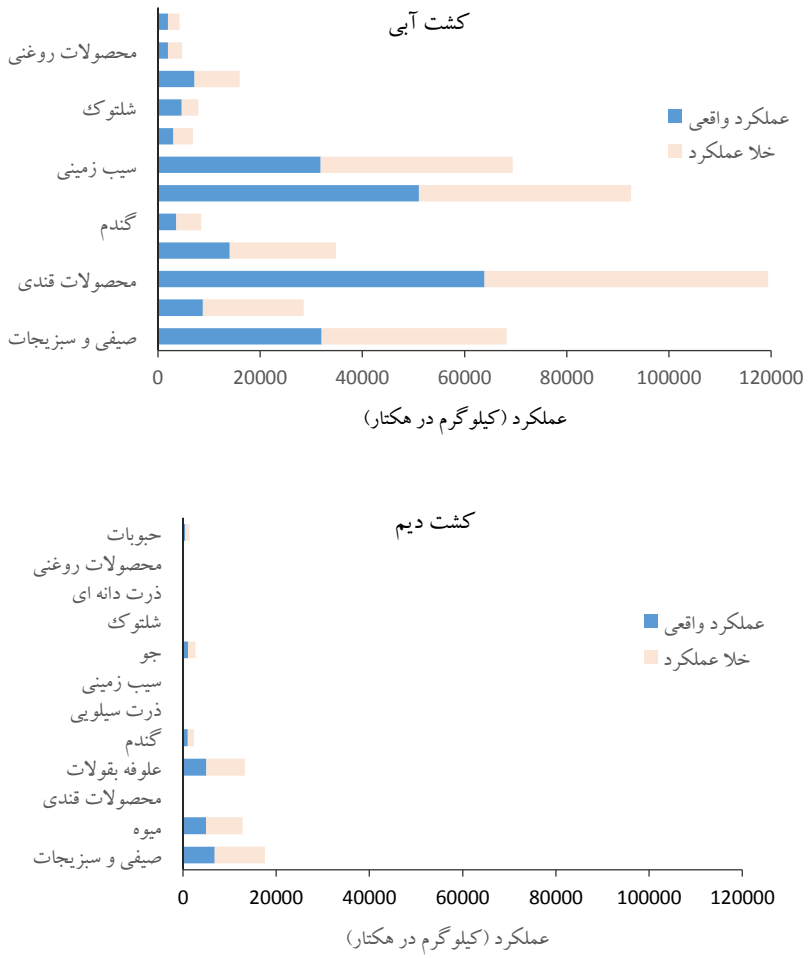
بر اساس این روابط، بهبود ۱۰۰ درصدی راندمان آبیاری به معنی افزایش راندمان آبیاری از ۳۸ به ۶۰ درصد و بهبود ۵۰ درصدی راندمان آبیاری به معنی افزایش راندمان آبیاری از ۳۸ به ۴۹ درصد خواهد بود. برای رفع خلأ عملکرد قابل مدیریت، به‌عنوان مثال، گیاهی که در حال حاضر عملکرد نسبی برابر ۰/۴ بود، رفع ۱۰۰ درصدی خلأ عملکرد قابل مدیریت این گیاه به معنی رساندن عملکرد این گیاه به ۰/۸درصد از عملکرد پتانسیل آن است. همچنین منظور از ۵۰ درصد رفع خلأ عملکرد قابل مدیریت، یعنی عملکرد نسبی این گیاه از ۰/۴ کنونی به ۰/۶ افزایش یابد.

## نتایج و بحث

### خلأ عملکرد

تولید کنونی محصولات گیاهی در شرایطی انجام می‌شود که خلأ عملکرد زیادی در مزارع ایران وجود دارد. در شکل ۱ مقادیر عملکرد واقعی هر یک از محصولات و مقدار عملکرد پتانسیل آن‌ها نشان داده شده‌اند. مقدار میانگین عملکرد نسبی (عملکرد واقعی نسبت به عملکرد پتانسیل) برای محصولات گیاهی در شرایط کشت آبی برابر ۰/۴۶ (دامنه تغییرات بین ۰/۳۱ درصد تا ۰/۵۹ درصد) و در شرایط دیم برابر ۰/۴۰ (دامنه تغییرات بین ۰/۳۶ درصد تا ۰/۴۵) به دست آمد. در شرایط کشت آبی، کمترین عملکرد نسبی با مقدار ۰/۳۱ برای میوه‌ها و بیشترین عملکرد نسبی با مقدار ۰/۵۹ برای برنج بود (شکل ۱). که به معنی ۶۹ درصد خلأ عملکرد نسبی

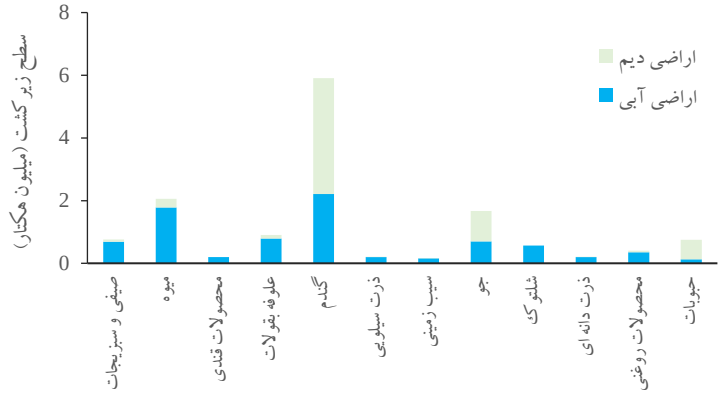
برای میوه‌ها و ۴۱ درصد برای برنج است. در شرایط دیم، بیشترین عملکرد نسبی با مقدار ۰/۴۵ برای گندم (معادل ۵۵ درصد خلأ عملکرد نسبی) و کمترین مقدار عملکرد نسبی با مقدار ۰/۳۶ برای حبوبات (معادل ۶۴ درصد خلأ عملکرد نسبی) مشاهده شد (شکل ۱).




**شکل ۱- مقدار عملکرد کنونی محصولات گیاهی (میله‌های آبی)، عملکرد پتانسیل (مجموع دو ستون آبی و قرمز) و خلأ عملکرد (میله‌های قرمز) برای هر یک از محصولات گیاهی در کشور به تفکیک شرایط کشت آبی و دیم (در جدول ضمیمه ۱، عملکرد واقعی، پتانسیل و خلأ عملکرد به تفکیک گیاهان مختلف ارائه شده است) (Soltani et al., 2020a)**

## سطح زیرکشت

گندم با ۵/۹ میلیون هکتار سطح زیرکشت (۲/۲ میلیون هکتار اراضی آبی و ۳/۷ میلیون هکتار اراضی دیم)، بیشترین اراضی کشاورزی در کشور را به خود اختصاص داده است که معادل ۳۷ درصد از کل سطح زیرکشت محصولات گیاهی در کشور است (شکل ۲). میوه‌ها با مجموع ۲۱/۱ میلیون هکتار (۱/۸ میلیون هکتار اراضی آبی و ۰/۳ میلیون هکتار اراضی دیم) بعد از گندم بیشترین سطح زیرکشت را دارا هستند (شکل ۲). بنابراین، بیش از نیمی از سطح زیرکشت محصولات گیاهی به گندم و میوه‌ها اختصاص دارد. دیگر محصولات گیاهی نیز ۵۰ درصد مابقی اراضی کشاورزی را به خود اختصاص داده‌اند.

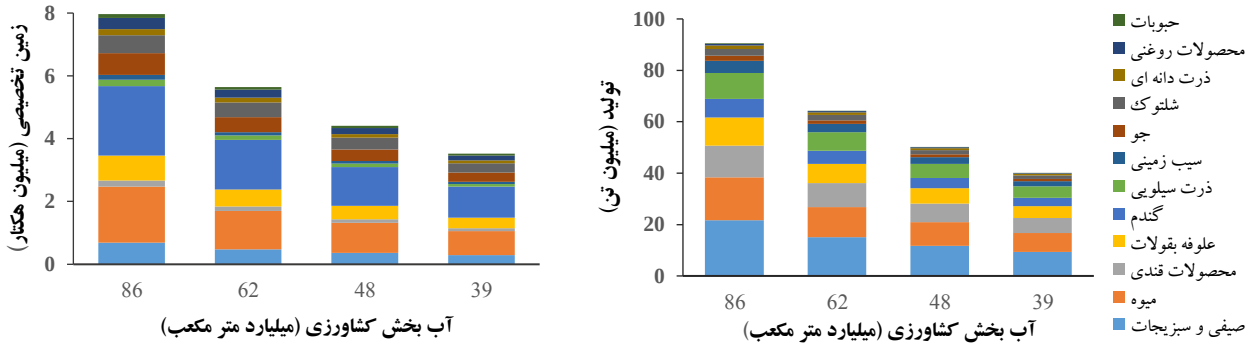



**شکل ۲- سطح زیرکشت محصولات گیاهی مختلف در کشور به تفکیک کشت آبی و دیم. (Soltani et al., 2020a)**

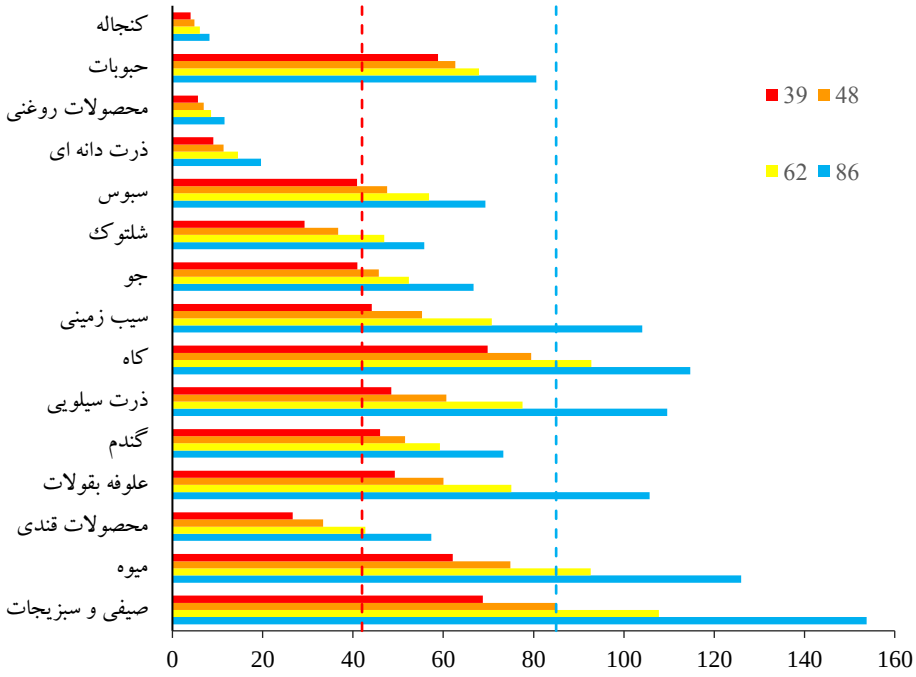
## پیامدهای کاهش اختصاص آب به بخش کشاورزی خودکفایی

مقدار تولید محصولات گیاهی در شرایط کنونی، با اختصاص ۸۶ میلیارد مترمکعب آب به بخش کشاورزی، برابر ۹۰/۵۴ میلیون تن است. در صورتیکه مقدار آب تخصیصی با مدیریت فعلی و بدون فشرده‌سازی از ۸۶ میلیارد کنونی به ۶۲ و یا ۳۹ میلیارد مترمکعب کاهش یابد، مقدار تولید این محصولات به ترتیب به ۶۴/۲۸ میلیون تن (۲۹ درصد کاهش نسبت به حال حاضر) و ۴۰/۱۰ میلیون تن (۵۶ درصد کاهش نسبت به حال حاضر) کاهش خواهد یافت (شکل ۳). مسگران و آزادی (۱۳۹۷) گزارش کردند که در صورت تخصیص ۴۱/۳ میلیارد مترمکعب آب به بخش کشاورزی، مقدار تولید آبی محصولات گیاهی در سال ۱۳۹۵ به میزان ۴۴/۶ میلیون تن کاهش می‌یافت و مقدار تولید از ۹۴ میلیون تن به ۴۹/۴ میلیون تن می‌رسید.

بدیهی است که کاهش تولید محصولات گیاهی می‌تواند منجر به افت ضریب خودکفایی تولید محصولات کشاورزی در کشور شود. درصورتی‌که فرض کنیم که مقدار تقاضا برای محصولات گیاهی برابر مقدار تقاضا برای حال حاضر باشد، با کاهش مقدار آب تخصیصی به بخش کشاورزی از ۸۶ میلیارد مترمکعب به ۳۹ میلیارد مترمکعب، مقدار متوسط ضریب خودکفایی تولید محصولات گیاهی در کشور از ۸۵ درصد کنونی به ۴۲ درصد افت خواهد کرد (شکل ۴).



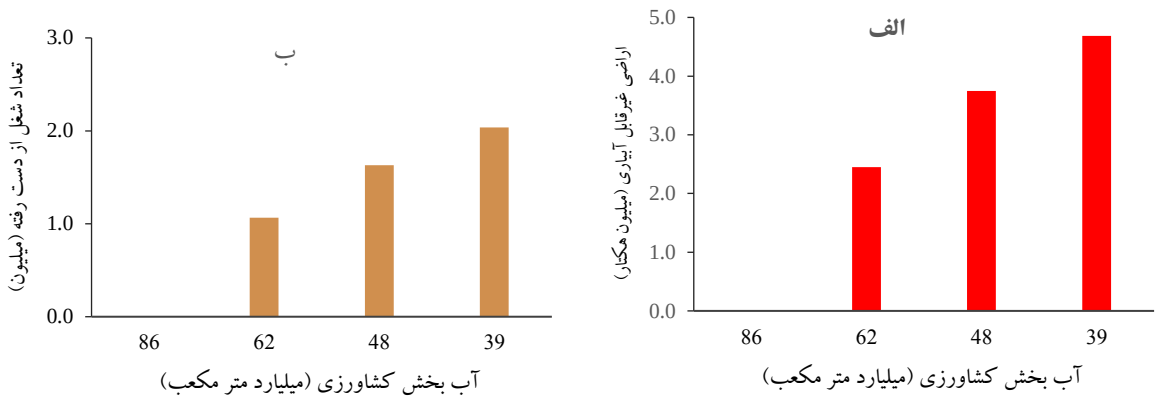

**شکل ۳- مقدار سطح زیرکشت و تولید آبی برای محصولات گیاهی مختلف برای چهار مقدار مختلف تخصیص آب به بخش کشاورزی. (Soltani et al., 2020a)**



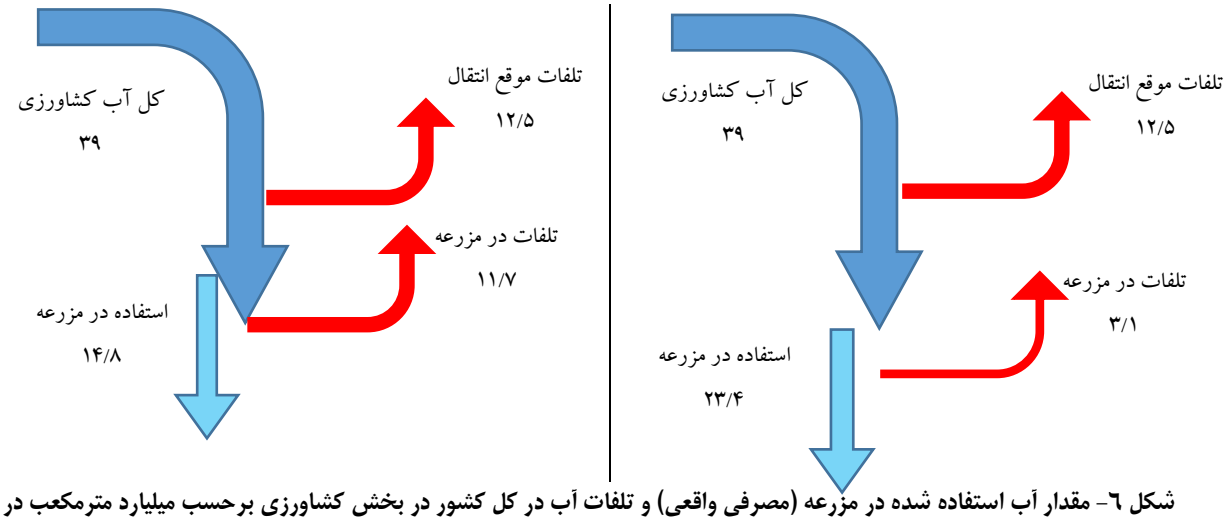

**شکل ٤- ضریب خودکفایی تولید محصولات گیاهی در شرایط تخصیص مقادیر مختلف آب به بخش کشاورزی شامل ٨٦، ٦٢، ٤٨ و ٣٩ میلیارد مترمکعب. خط‌چین آبی مقدار متوسط ضریب خودکفایی همه محصولات در شرایط حال حاضر (تخصیص ٨٦ میلیارد مترمکعب آب به کشاورزی) و خط‌چین قرمز نشان‌دهنده مقدار متوسط ضریب خودکفایی برای تولید همه محصولات در شرایط تخصیص ٣٩ میلیارد مترمکعب آب به بخش کشاورزی با فرض مدیریت کنونی تولید محصولات است. (Soltani et al., 2020a)**

## رهاسازی اراضی و مسئله اشتغال

کاهش آب تخصیصی به بخش کشاورزی از ۸۶ میلیارد مترمکعب کنونی به ۳۹ میلیارد مترمکعب، باعث کاهش ۴/۷ میلیون هکتاری سطح اراضی زیر کشت آبی (معادل ۵۶ درصد از اراضی آبی کنونی) در کشور خواهد شد (شکل ۵). در شرایط کاهش تخصیصی آب به بخش کشاورزی از ۸۶ میلیارد مترمکعب کنونی به ۶۲ میلیارد مترمکعب ۱/۱ میلیون کشاورز و به ۳۹ میلیارد مترمکعب ۲ میلیون کشاورز به دلیل رهاسازی اراضی خود ناشی از عدم آبیاری این اراضی، شغل خود را از دست خواهند داد (شکل ۵). کاهش سطح زیر کشت آبی، به دلیل نبود آب برای آبیاری آن‌ها است. با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک کشور و عدم احتمال تبدیل اراضی آبی رها شده به اراضی دیم، کاهش شاغلان بخش کشاورزی می‌تواند از پیامدهای منفی کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی باشد (شکل ۵). لازم به ذکر است که با توجه به اینکه در شرایط حال حاضر، تولید محصولات در شرایط دیم در مقایسه با کشت آبی ناچیز است. بنابراین می‌توان بیان کرد که حتی تغییر اراضی آبی رها شده و کشت دیم این اراضی در مناطق مستعد (مانند مناطق شمالی کشور) تغییر چشمگیری در مقدار تولید ایجاد نخواهد کرد. این موضوع می‌تواند عواقب اجتماعی در کشور در پی داشته باشد. مگر اینکه این افراد بیکار شده با ایجاد مشاغل جدید، مشغول به کار شوند.




**شکل ۵- الف:کاهش سطح زیرکشت غیرقابل آبیاری نسبت به حال حاضر به دلیل کاهش تخصیص آب به بخش کشاورزی. ب: تعداد شغل از بین رفته نسبت به شرایط حال حاضر (Soltani et al., 2020a)**

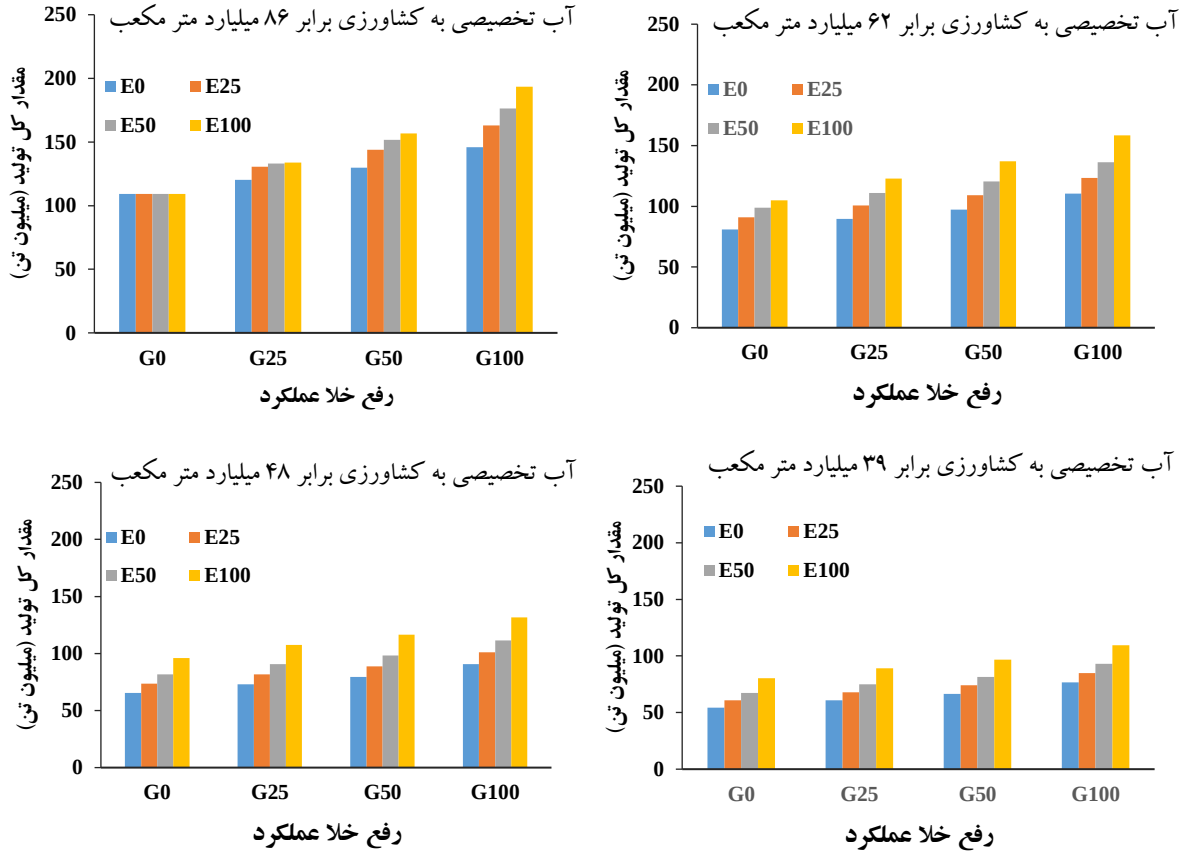



**شکل ٦- مقدار آب استفاده شده در مزرعه (مصرفی واقعی) و تلفات آب در کل کشور در بخش کشاورزی برحسب میلیارد مترمکعب در سال در شرایطی که مقدار تخصیص آب به بخش کشاورزی برابر ۳۹ میلیارد مترمکعب و متوسط راندمان آبیاری در کشور برابر ۳۸ درصد (سمت چپ) و ٦۰ درصد (سمت راست) باشد**

## سناریوهای مختلف افزایش راندمان آبیاری و کاهش خلأ عملکرد

در شکل ۷ تأثیر سطوح مختلف رفع خلأ عملکرد قابل مدیریت هم‌زمان با افزایش راندمان آبیاری در شرایط مقادیر مختلف آب تخصیصی به بخش کشاورزی نشان داده شده‌اند. فشرده‌سازی تولید از طریق رفع خلأ عملکرد قابل مدیریت و افزایش راندمان آبیاری، باوجود کاهش تخصیص آب به بخش کشاورزی، می‌تواند نقش مهمی در افزایش تولید (در شرایط تخصیص ۳۹ میلیارد مترمکعب منجر به کاهش کمتر در تولید) نسبت به شرایط حال حاضر داشته باشد (شکل ۷). در ایران، مقدار راندمان آبیاری در طی بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۵ (از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۴) در حدود ۰/۶۳ درصد در سال افزایش داشته است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). درصورتی‌که با همین روند مقدار راندمان آبیاری در کشور افزایش یابد، می‌توان تا سال ۲۰۵۰ به راندمان آبیاری ۶۰ درصد رسید. درصورتی‌که افزایش راندمان آبیاری سالانه تسریع شود و به میزان ۱ درصد در سال برسد، می‌توان تا سال ۲۰۳۷ به راندمان آبیاری

۶۰ درصد رسید. بنابراین به نظر می‌رسد با بهبود شرایط مدیریتی در جهت افزایش راندمان آبیاری، دسترسی به راندمان آبیاری برابر ۶۰ درصد در میان‌مدت و بلندمدت امکان‌پذیر است.




**شکل ۷- مقادیر کل تولید محصولات گیاهی در کشور در سطوح مختلف رفع خلأ عملکرد قابل مدیریت (G) و افزایش راندمان آبیاری (E) برای سطوح مختلف آب تخصیصی به بخش کشاورزی. اعداد کنار G و E به ترتیب نشان‌دهنده درصد رفع خلأ قابل مدیریت و افزایش راندمان آبیاری در محدوده فعلی تا ٦٠ درصد می‌باشند**

برای رفع ۱۰۰ درصدی خلأ عملکرد قابل مدیریت تا سال ۲۰۳۰، سالانه سرعت افزایش عملکرد محصولات مختلف باید بین ۳/۶ درصد (برای شلتوک) تا ۱۵/۵ درصد (برای میوه‌ها) باشد (جدول ۱). این در حالی است که در طی دوره زمانی ۲۰۰۰ (۱۳۷۹ شمسی) تا ۲۰۱۸ (۱۳۹۷ شمسی)، بیشترین سرعت افزایش عملکرد واقعی در کشور برای دو گیاه چغندرقند (۵/۸۷ درصد در سال) و سیب‌زمینی (۲/۹۴ درصد در سال) مشاهده شده است (جدول ۱). بنابراین، با توجه به نیاز به مقادیر بسیار بالای سرعت افزایش عملکرد و با توجه به پیشینه تغییرات عملکرد برای محصولات مختلف در کشور، دستیابی به رفع ۱۰۰ درصدی خلأ عملکرد قابل مدیریت تا سال ۲۰۳۰ اغراق‌آمیز است. به نظر می‌رسد، با توجه به تجربه موفق در افزایش برخی از محصولات در کشور (جدول ۱)، با نگاهی خوش‌بینانه تا سال ۲۰۳۰ و با تجدیدنظر در سیاست‌های کلان بخش کشاورزی و بهبود مدیریت تولید محصولات کشاورزی، رفع ۲۵ درصدی خلأ عملکرد قابل مدیریت تا آن سال، میسر باشد.

**جدول ۱- سرعت افزایش عملکرد مورد نیاز برای محصولات مختلف (برحسب درصد در سال) حاصل از رفع مقادیر مختلف خلأ عملکرد قابل مدیریت تا ۲۰۳۰ و ۲۰۵۰ در مقایسه با نرخ تغییرات عملکرد این محصولات در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ (معادل ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۷ شمسی) در ایران حاصل از تجزیه داده‌های موجود در FAOSTAT. مقادیر این جدول مربوط به مجموع آبی و دیم می‌باشند**

| مقدار رفع خلأ قابل مدیریت (٪) | ۱۰۰ | | ۵۰ | | ۲۵ | | سرعت تغییرات واقعی عملکرد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| سال هدف | ۲۰۳۰ | ۲۰۵۰ | ۲۰۳۰ | ۲۰۵۰ | ۲۰۳۰ | ۲۰۵۰ | در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ |
| گندم | ۸/۷ | ۲/۹ | ۴/۳ | ۱/۴ | ۲/۲ | ۰/۷ | ns ۰/۲۷ |
| شلتوک | ۳/۶ | ۱/۲ | ۱/۸ | ۰/۶ | ۰/۹ | ۰/۳ | ns −۰/۲۵ |
| حبوبات | ۹/۸ | ۳/۳ | ۴/۹ | ۱/۶ | ۲/۴ | ۰/۸ | * ۱/۵۰ |
| سیب‌زمینی | ۷/۴ | ۲/۵ | ۳/۷ | ۱/۲ | ۱/۹ | ۰/۶ | ** ۲/۹۴ |
| محصولات روغنی | ۹/۰ | ۳/۰ | ۴/۵ | ۱/۵ | ۲/۳ | ۰/۸ | ns۱/۴۰ |
| محصولات قندی | ۴/۹ | ۱/۶ | ۲/۵ | ۰/۸ | ۱/۲ | ۰/۴ | ۵/۸۷ ** برای چغندرقند و ns −۰/۸۲ برای نیشکر |
| میوه | ۱۵/۵ | ۵/۲ | ۷/۷ | ۲/۶ | ۳/۹ | ۱/۳ | ns۰/۴۱ |
| صیفی و سبزی‌ها | ۷/۱ | ۲/۴ | ۳/۶ | ۱/۲ | ۱/۸ | ۰/۶ | ** ۱/۸۳ |
| جو | ۸/۸ | ۲/۹ | ۴/۴ | ۱/۵ | ۲/۲ | ۰/۷ | ns ۰/۷۱ |
| ذرت دانه‌ای | ۷/۹ | ۲/۶ | ۴/۰ | ۱/۳ | ۲/۰ | ۰/۷ | ns ۰/۳۶ |
| ذرت علوفه‌ای | ۴/۶ | ۱/۵ | ۲/۳ | ۰/۸ | ۱/۱ | ۰/۴ | - |
| علوفه بقولات | ۱۰/۰ | ۳/۳ | ۵/۰ | ۱/۷ | ۲/۵ | ۰/۸ | – |

ns عدم معنی‌داری سرعت تغییرات عملکرد؛ * و **معنی‌داری تغییرات سرعت عملکرد به ترتیب در سطح احتمال ۹۵ و ۹۹ درصد

با توجه به مقادیر مورد نیز برای سرعت افزایش عملکرد جهت رفع ۵۰ درصدی خلأ عملکرد قابل مدیریت، به نظر می‌رسد که رفع این مقدار خلأ عملکرد تا سال ۲۰۳۰ امکان‌پذیر نیست ولی می‌توان در سال ۲۰۵۰ امیدوار بود که این مقدار خلأ عملکرد را رفع کرد (جدول ۱). رفع ۱۰۰ درصدی خلأ عملکرد قابل مدیریت محصولات مختلف تا سال ۲۰۵۰ در یک شرایط مدیریتی ایده‌ال می‌تواند قابل‌دسترس باشد. چرا که تجربه سرعت افزایش عملکرد برای سیب‌زمینی و سبزی‌ها نشان می‌دهد که می‌توان تا سال ۲۰۵۰ نیم‌نگاهی به این مقادیر از رفع خلأ عملکرد قابل مدیریت در سایر محصولات دست یافت. لازم به ذکر است که در طی بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ به‌غیراز چهار محصول حبوبات، سیب‌زمینی، چغندرقند و صیفی و سبزی‌ها، در سایر محصولات افزایش عملکرد معنی‌داری در کشور مشاهده نشده است (جدول ۲). بنابراین، در شرایطی می‌توان به رفع خلأ عملکرد محصولات امیدوار بود که تغییراتی گسترده‌ای در شرایط تولید محصولات کشاورزی کشور رخ دهد. در غیر این صورت، با مدیریت کنونی، دسترسی به مقادیر رفع خلأ قابل مدیریت کار آسانی نخواهد بود .

ری و همکاران (۲۰۱۳) سرعت افزایش عملکرد واقعی ذرت، برنج، گندم و سویا را برای دوره زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۸ در مناطق مختلف جهان موردبررسی قرار دادند که بر اساس نتایج این محققان، بیشترین سرعت افزایش عملکرد برای این گیاهان بین ۳ تا ۴ درصد در سال بوده است. بنابراین، برای سناریوهای رفع خلأ عملکرد، افزایش عملکرد با این سرعت معقول به نظر می‌رسد (Ray et al., 2013). سیلوستر-بردلی (۲۰۱۰) گزارش کرد که برای رفع خلأ عملکرد وجود چهار تکنولوژی ضروری است که این چهار تکنولوژی شامل تکنولوژی اصلاح بذر و مهندسی در بخش ماشین‌آلات، تکنولوژی تولید مواد شیمیایی (کود، سموم و ...) و تکنولوژی مرتبط با عملیات مدیریتی در مزارع می‌باشند (Sylvester-Bradley, 2010). برای رفع خلأ عملکرد محصولات مختلف، علاوه بر دسترسی به نهاده‌های کافی در زمان مناسب، نیاز به شناسایی عوامل خلأ در سطح منطقه‌ای و مزارع نیز است. پروژه موفقی که موسسه ICRISAT[1] در زیمباوه برای ذرت، ارزن و سورگوم انجام داده است (Twomlow et al., 2011) مؤید این موضوع است که صرفاً دسترسی به نهاده کافی

[1] International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics

نمی‌تواند در رفع خلأ عملکرد کارساز باشد، بلکه استفاده بهینه از این نهاده نیز بسیار حائز اهمیت است. در این پروژه، ابتدا به کمک مدل‌های شبیه‌سازی اقدام به تخمین تأثیر مقدار کود مصرفی در افزایش عملکرد برای گیاهان شد. بر اساس این مطالعات مشخص شد که با مصرف اندکی کود نیتروژن در مزارع می‌توان عملکرد این محصولات را در زیمباوه تا دو برابر افزایش داد. اجرای نتایج به‌دست‌آمده در سطح وسیع طی ۱۰ سال، منجر به افزایش دو برابری عملکرد این غلات در کشور زیمباوه شد. لازم به ذکر است که با توجه به اینکه برخی کشاورزان در سال‌های ابتدایی طرح، توان خرید کود را نداشتند، دولت زیمباوه با تخصیص یارانه خرید کود به کشاورزان، تهیه کود توسط آن‌ها را تسهیل کرد. از طرفی دیگر، در طی این ۱۰ سال، کشاورزان همکاری کاملی با محققین و مجریان پروژه داشتند تا مدیریت‌های لازم در مزارع به‌صورت کامل اجرا شوند (Twomlow et al., 2011). تجربه موفق افزایش دو برابری عملکرد غلات در زیمباوه نشان‌دهنده این موضوع بود که برای رفع خلأ عملکرد باید به عواملی از قبیل وجود دانش کافی برای شناسایی عوامل خلأ در سطح منطقه و در سطح مزارع، ارتباط کارآمد بین بخش تحقیقات و بخش اجرا جهت انتقال دانش حاصل از تحقیق به کشاورزان، توانمندسازی اقتصادی کشاورزان از طریق اعطای یارانه جهت تأمین نهاده‌ها به حد کافی و در زمان موردنیاز. لازم به ذکر است که تخصیص یارانه می‌تواند موقت باشد، چرا که بعد از افزایش عملکرد در واحد سطح و افزایش تولید، قدرت اقتصادی کشاورزان نیز افزایش خواهد یافت. همچنین، همکاری کشاورزان با محققین و مجریان جهت شناسایی عوامل خلأ و همچنین اجرا عملیات مختلف در مزارع جهت افزایش عملکرد توجه داشتم.

## نتیجه‌گیری

در ایران برداشت آب بیش از ظرفیت پایدار محیطی است. در صورتی می‌توان محیط‌زیست پایدار داشت که برداشت سالانه آب در بخش کشاورزی از ۸۶ میلیارد مترمکعب کنونی به ۳۹ میلیارد مترمکعب بر سد. کاهش این مقدار آب در بخش کشاورزی بدون تغییر در مدیریت تولید محصولات کشاورزی منجر به افت تولید کل محصولات گیاهی از ۱۰۹/۲ به ۵۴/۴ میلیون تن خواهد شد. همچنین مقدار خودکفایی تولید محصولات گیاهی از ۸۵ به ۴۲ درصد افت خواهد داشت. علاوه بر کاهش تولید، کاهش سطح زیر کشت اراضی آبی از ۸/۳۹ به ۳/۷۱ به میزان ۴/۶۸ میلیون هکتار، یکی دیگر از پیامدهای کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی خواهد بود. همچنین رهاسازی اراضی منجر به بیکاری ۲/۱۶ میلیون کشاورز خواهد شد. فشرده‌سازی تولید محصولات گیاهی از طریق رفع خلأ عملکرد و افزایش راندمان آبیاری می‌تواند شدت این پیامدها را در شرایط کاهش مصرف آب در بخش کشاورزی کاهش دهد. با افزایش راندمان آبیاری از ۳۸ درصدی کنونی به ۶۰ درصد و رسیدن به ۸۰ درصد از عملکرد پتانسیل محصولات مختلف، حتی در صورت کاهش مصرف آب از ۸۶ به ۳۹ میلیارد مترمکعب، مقدار تولید آبی (۸۸/۵۳ در مقایسه با ۹۸/۵۳ میلیون تن) و خودکفایی (۸۱ در مقایسه با ۸۵ درصد) را می‌توان در سطحی نزدیک به مقدار کنونی حفظ کرد. ولی همچنان تعداد بیکاران ناشی از رهاسازی اراضی ۲/۰۸ میلیون نفر باقی خواهد ماند. لازم به ذکر است که در مطالعه حاضر به اثرات مثبت فشرده‌سازی در ایجاد اشتغال (مانند نیروی انسانی موردنیاز برای تحقیق، گسترش آموزش و خدمات کشاورزی به کشاورزان جهت رفع خلأ عملکرد و یا نیروی کار موردنیاز در جهت بهبود خطوط انتقال آب جهت افزایش راندمان آبیاری و ...) توجه نشده است. بنابراین، فشرده‌سازی یکی از ابزارهای بسیار مهم برای سازگاری با کم‌آبی و کاهش اختصاص منابع آب به کشاورزی است که باید به آن توجه فوری شود. در واقع با فشرده‌سازی می‌توان از کاهش تولیدات به دلیل کاهش اختصاص منابع آب آبیاری به کشاورزی جلوگیری کرد.

## سپاسگزاری

این گزارش بخشی از گزارش یک طرح تحقیقاتی است که به سفارش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (قرارداد شماره ۲۹۴۶۸/۲۱۱ مورخه ۹۷/۶/۲۵) انجام شده است. لذا از آن‌ها کمال تشکر و قدردانی را داریم.

## منابع

ترابی، ب.، سلطانی، ا.، گالشی، س.، زینلی، ا. و کرگهی، ک. ۱۳۹۲. اولویت عوامل ایجاد خلأ عملکرد گندم در منطقه

گرگان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۶ (۱): ۱۸۹–۱۷۱.

حجارپور، ا.، سلطانی، ا. و ترابی، ب. ۱۳۹۴. استفاده از آنالیز خط مرزی در مطالعات خلأ عملکرد: مطالعه موردی گندم در گرگان. تولید گیاهان زراعی، ۱۹: ۱۰۱–۸۶.

عباسی، ف.، عباسی، ن.، و توکلی، ع. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ چالش‌ها و چشم‌اندازها. نشریه آب و توسعه پایدار، ۴ (۱): ۱۴۴–۱۴۱.

مسگران، م.ب. و آزادی، پ. ۱۳۹۷. برنامه ملی سازگاری با کم‌آبی در ایران. معاونت امور اقتصادی و هماهنگی بودجه، امور اقتصاد مقاومتی و شورای اقتصاد. سازمان برنامه‌وبودجه کشور، مرکز اسناد، مدارک و انتشارات. ۴۴ ص.

ناصری، ا.، عباسی، ف.، و اکبری، م. ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۸ (۶۸): ۳۲–۱۷.

نجفی راد، و. ۱۳۹۳. بررسی خلأ عملکرد کلزا در منطقه علی‌آباد کتول. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

نه‌بندانی، ع.، سلطانی، ا.، زینلی، ا.، حسینی، ف.، شاه‌حسینی، ع.، مه ماندویی، م. ۱۳۹۶. خلأ عملکرد سویا در منطقه گرگان و علی‌آباد کتول با استفاده از روش آنالیز خط مرزی. بوم‌شناسی کشاورزی. ۹ (۳): ۷۶۶–۷۶۰.

Abbaspour, K.C., Faramarzi, M., Ghasemi, S.S. and Yang, H. 2009. Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. Water resources research, 45(10): 1-16.

Broomandi, P., Dabir, B., Bonakdarpour, B. and Rashidi, Y. 2017. Identification of dust storm origin in South–West of Iran. Journal of Environmental Health Science and Engineering, 15(1): 1-16.

Dehghani, M., Zoej, M.J.V., Entezam, I., Saatchi, S.S. and Shemshaki, A. 2010. Interferometric measurements of ground surface subsidence induced by overexploitation of groundwater. Journal of Applied Remote Sensing, 4(1): 041864.

Deihimfard, R., Rahimi-Moghaddam, S., Collins, B. and Azizi, Kh. 2022. Future climate change could reduce irrigated and rainfed wheat water footprint in arid environments. Science of the Total Environment, 807: 150991. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150991

Fischer, R. A. 2015. Definitions and determination of crop yield, yield gaps, and of rates of change. Field Crops Research, 182: 9-18.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C. and Balzer, C. 2011. Solutions for a cultivated planet. Nature, 478(7369): 337.

Gerivani, H., Lashkaripour, G.R., Ghafoori, M. and Jalali, N. 2011. The source of dust storm in Iran: a case study based on geological information and rainfall data. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, 6: 1-15.

Hojjati, M.H. and Boustani, F. 2010. An assessment of groundwater crisis in Iran, case study: Fars province. World Academy of Science, Engineering and Technology, 70: 476-480.

Lashkaripour, G.R. and Ghafoori, M. 2011. The effects of water table decline on the groundwater quality in aquifer of Torbat Jam Plain, Northeast Iran. International Journal of Emerging Sciences, 1(2): 140-153.

Madani, K. 2014. Water management in Iran: what is causing the looming crisis? Journal of environmental studies and sciences, 4(4): 315-328.

Madani, K., AghaKouchak, A. and Mirchi, A. 2016. Iran's socio-economic drought: challenges of a water-bankrupt nation. Iranian Studies, 49(6): 997-1016.

Pretty, J., Toulmin, C. and Williams, S. 2011. Sustainable intensification in African agriculture. International journal of agricultural sustainability, 9(1): 5-24.

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.

Schils, R., Olesen, J.E., Kersebaum, K.C., Rijk, B., Oberforster, M., Kalyada, V., Khitrykau, M., Gobin, A., Kirchev, H., Manolova, V. and Manolov, I et al. 2018. Cereal yield gaps across Europe. European journal of agronomy, 101:109-120.

Soltani, A., Alimagham, S. M., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E. and van Ittersum, M. K. 2020a. Future food self-sufficiency in Iran: A model-based analysis. Global Food Security, 24, 100351. doi:10.1016/j.gfs.2020.100351

Soltani, A., Alimagham, S. M., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E. Ghassemi, S., Vadez, V., Sinclair, T.R. and van Ittersum, M.

management in wheat. Australian Journal of Crop Science, 5 (7): 879-84.

Torkamanitombeki, H., Rahnamarad, J. and Saadatkhah, N. 2018. Groundwater chemical indices changed due to water-level decline, Minab Plain, Iran. Environmental earth sciences, 77(7): 256-269.

Twomlow, S., Rohrbach, D., Dimes, J., Rusike, J., Mupangwa, W., Ncube, B., Hove, L., Moyo, M., Mashingaidze, N. and Mahposa, P. 2011. Micro-dosing as a pathway to Africa's Green Revolution: evidence from broad-scale on-farm trials. In Innovations as key to the green revolution in Africa (pp. 1101-1113). Springer, Dordrecht.

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.

K. 2020b. Modeling plant production at country level as affected by availability and productivity of land and water. Agricultural Systems, 183:102859-102864.

Soltani, E., Soltani, A., Alimagham, M. and Zand, E. 2021. Ecological footprints of environmental resources for agricultural production in Iran: a model-based study. Environmental Science and Pollution Research, 28 (48): 68972–68981.

Sylvester-Bradley, R. 2010. Targets, traits and technologies to achieve sustainable productivity with arable crops in the UK. Aspects of Applied Biology, (105):107-114.

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, 108(50): 20260-20264.

Torabi, B., Soltani, A., Galeshi, S., and Zeinali, E. 2011. Assessment of yield gap due to nitrogen

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 2, Autumn And Winter 2025, 89-102

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، ص. ۱۰۲-۸۹

# Consequences of Water Reduction in Agricultural Sector and its adaptation capacity through Intensification

S. Amiri[1]*, S.M. Alimagham[2], A. Soltani[3]* and S. Karimi[4]

## Abstract

Iran, due to its arid and semi-arid climate, has always faced the problem of water scarcity. In recent decades, over-harvesting of water resources for agriculture has led to environmental consequences in the country. To reduce environmental damage, the amount of water withdrawal from resources should be reduced. Reducing water consumption in the agricultural sector could result in consequences such as reducing self-sufficiency in production, increasing food import costs, and unemployment of farmers due to abandoning land (unirrigable land due to lack of water). In this study, the SEA system was used to examine and quantify the consequences of reducing water allocation to agricultural and how to address this phenomenon through intensification (that is, increasing the irrigation efficiency and eliminating the yield gap). The results of this study showed that if agricultural water use were reduced from 86 to 39 billion cubic meters (as a safe threshold to prevent negative effects on the environment) if agricultural production management remained unchanged, the amount of irrigated production would decrease from 98.53 to 43.75 million tons, the self-sufficiency coefficient for plant production would decrease from 85% to 42%, and the area of irrigated land would shrink from 8.4 to 3.7 million hectares. Also, 2.16 million jobs would be lost due to farmers abandoning their lands. However, if production intensification is implemented by 2050, with irrigation efficiency reaches 60% and the yield of crops increases to 80% of their potential yields, and with the water withdrawal of 39 billion cubic meters, it would be possible to produce roughly the same amount of plant products in the country as currently (88.52 million tons of irrigated crops with 39 billion cubic meters of harvested water compared to current 98.53 million tons with 86 billion cubic meters of harvested water; considering the bridging yield gap under rainfed condition, the total plant production will be 109.59 compared to current 109.21 million tons) and the value of the self-sufficiency coefficient will not change despite the significant reduction in water withdrawal compared to the current conditions. Therefore, intensification is a very important tool for adapting to water scarcity, through which production declines due to reduced water allocation to agriculture can be prevented.

**Keywords**: Abandoned land, Climate change, Import cost of agricultural products, Unemployment

[1] Associate Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, University of Saravan, Iran
[2] Former PhD student, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
[3] Professor, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
[٤] Former PhD student, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran
(* Corresponding Authors Email: R.amiri@saravan.ac.ir & afshin.soltani@gmail.com)
Received:18 May 2024
Accepted: 8 Jun 2024