برآورد تحلیلی آب مورد نیاز تولید گندم در ایران

سید علی اکبرعظیمی دزفولی[1*]، عبدالرضا رکن الدین افتخاری[2]، اوا هایدج[3]، قدیر نظامی پور[4]، بیژن نظری[5]، منوچهر فرج زاده[6]، مهدی کاظم نژاد[7]، هدایت فهمی[8]

۱. دانشجوی دکتری آینده پژوهی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین
۲. استاد رشته برنامه ریزی جغرافیایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳. استاد رشته آینده پژوهی، دانشگاه کوروینوس، بوداپست، مجارستان
٤. استادیار مدیریت راهبردی، دانشگاه دفاع ملی، تهران
۵. استادیار رشته آبیاری زهکشی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین
٦. استاد اقلیم شناسی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، گروه جغرافیای طبیعی
۷. استادیار اقتصاد کشاورزی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی
۸. دانشیار مدیریت منابع آب، دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات

دریافت: ۹۵/۱۲/۱۶ پذیرش: ۹٦/۳/٦

چکیده

به دلیل محدودیت منابع آب در سطح کشور و ضرورت‌های تولید داخلی گندم از منابع آب تجدیدپذیر، محور اصلی مقاله پاسخ دادن به این مسأله است که میزان مصرف آب در تولید ملی گندم چگونه است؟ این پژوهش براساس روش توصیفی- مقطعی در سطح ملی، انجام محاسبات مبتنی بر نیاز خالص آبیاری گندم، اطلاعات سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و پرسش‌نامه براساس نمونه‌گیری هدفمند از خبرگان کشاورزی سطح کشور اجرا شد. نتیجه این‌که سهم مصرف خالص آبیاری برای تولید ۹۱۶۵۱۷۶ تن گندم آبی در سال زراعی یادشده برابر با ۸۱۰۶.۴ میلیون مترمکعب برآورد شد. با در نظر گرفتن عدد ۴۴/۷٪ برای میانگین کارایی کاربرد مزارع، سهم آب در تولید ملی گندم آبی رقمی بالغ بر ۱۸۱۳۵.۱ میلیون مترمکعب برآورد شد. براساس قضاوت خبرگان کشاورزی هر یک از انواع سامانه‌های آبیاری مزارع گندم با توجه به شرایط اقتصادی، اجتماعی و طبیعی نقاط قوت و ضعفی دارند که می‌توان با حضور و مشارکت مؤثر کشاورزان خبره و تشکل‌های کشاورزی در جهت

* نویسنده مسئول مقاله: info@msfs.ir

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

ارتقای کارایی و اثربخشی آن‌ها به انتخاب بهترین نوع سامانه آبیاری اقدام کرد تا مصرف آب در تولید ملی گندم کاهش یابد.

واژگان کلیدی: نیاز خالص آبیاری، مصرف آبیاری گندم، آب مجازی گندم، تحلیل اطلاعات جغرافیایی، قضاوت کشاورزان خبره.

مقدمه

منابع آب جهان میان مرزهای سیاسی و به‌تناسب جمعیت آن‌ها توزیع نشده است. ایران با داشتن حدود ٪۱/۲۲ از خشکی‌های جهان و ٪۱/۱۶ از جمعیت جهانی سهمی ٪۰/۲۵ از کل منابع آب شیرین جهان دارد (FAO, 2003). برخی پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که جمعیت ایران در سال ۱۴۰۵ به ۸۷.۲ میلیون نفر خواهد رسید (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس‌جمهوری، ۱:۱۳۸۸) و براساس شاخص فالکن مارک با سرانه حداقل ۱۷۰۰ مترمکعب (مرکز الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت، ۱۱:۱۳۹۵)، نیاز به حداقل ۱۴۰ میلیارد مترمکعب منابع آب تجدیدپذیر وجود خواهد داشت که با توجه به شرایط اقلیمی کنونی کشور تأمین این میزان به راحتی امکان‌پذیر نخواهد بود. در این شرایط یکی از راه‌کارهای اساسی تناسب‌بخشی میان منابع و مصارف آب از جمله در بخش کشاورزی است. با توجه به اهمیت اقتصادی و اجتماعی کشت داخلی برخی محصولات راهبردی چون گندم که در مستندات قانونی از جمله قانون افزایش بهره‌وری بخش کشاورزی و منابع طبیعی (مجلس شورای اسلامی، ۱۳۸۹) نیز مورد تأکید قرارگرفته‌اند، توجه به مصرف آب در این حوزه‌ها اهمیت می‌یابد.

سطح زیر کشت گندم براساس آخرین سرشماری کشاورزی ۶.۴ میلیون هکتار گزارش شده است که حدود ٪۵۰ از کل سطح زیر کشت زمین‌های زراعی را تشکیل می‌دهد. از این میزان ۲.۴ میلیون هکتار گندم آبی و ۴ میلیون هکتار گندم دیم بوده است که به تولید ۶.۴ میلیون تن گندم آبی و ۲.۹ میلیون تن گندم دیم انجامیده است (آمارنامه زراعی ۲-۱۳۹۱). دسترسی فیزیکی به غذا به عنوان یکی از ابعاد امنیت غذایی در کنار ضرورت حفظ اشتغال موجود، گردش اقتصاد داخلی و حفظ امنیت ملی از شاخص‌های اصلی سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ و سیاست‌های اقتصاد مقاومتی جمهوری اسلامی ایران است (مبینی دهکردی، ۱:۱۳۸۷؛ قریب، ۳۴۵:۱۳۹۱؛ مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی، ۶:۱۳۹۵). اما میزان آب مصرف شده در تولید محصولات فاریاب بخش قابل توجهی از آب شیرین در دسترس کشورهای جهان را به خود اختصاص می‌دهد. به‌گونه‌ای که برخی محققین، کارشناسان و

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

دولت‌مردان با این تصور که تولید ملی گندم بخش عمده‌ای از منابع آب تجدیدپذیر را مصرف می‌کند، قائل به وجود محدودیت‌هایی در راه خودکفایی گندم است و دستیابی به امنیت غذایی از نظر دسترسی فیزیکی به محصولات اساسی به‌ویژه گندم را براساس راهبرد واردات این محصولات یا واردات آب مجازی پیگیری و توصیه می‌کنند (میرچولی و همکاران، ۱۳۹۲؛ کیومرثی و نوذری، ۱۳۹۴؛ زارعی و جعفری، ۱۳۹۴). برآورد سهم مصرف آب در تولید گندم ملی فاز اولیه مطالعه آینده‌پژوهی تأمین آب برای تولید گندم ۱۴۰۴ و ضرورتی اساسی برای برنامه‌ریزی ملی و منطقه‌ای در جهت تناسب‌بخشی میان منابع و مصارف آب در تولید غذای ملی است. این مقاله درصدد پاسخ به این پرسش است که سهم مصرف آب برای تولید ملی گندم چه میزان است؟

۱. چارچوب نظری

برای واکاوی ابعاد مسأله پژوهش و نحوه پاسخ به آن به مفاهیم اصلی و ادبیات پشیبانی‌کننده پژوهش پرداخته می‌شود.

۲-۱- مفاهیم اصلی

الف- تولید پتانسیل[1]

تولید پتانسیل یک محصول در واقع پتانسیل تولید ژنتیکی آن با استفاده از داده‌های اقلیمی نظیر تابش خورشید و درجه حرارت است که برای هر محصول قابل محاسبه است. این میزان تولید از خصوصیت‌های خاک، آب، مدیریت و آفات و بیماری‌ها تاثیر نمی‌پذیرد (عزیزی‌ذهان و همکاران، ۱۳۹۳:۷).

ب- نیاز خالص (پتانسیل) آبیاری گیاه[2]

نیاز خالص آبیاری گیاه مقدار آبی است که باید به یک پوشش گیاهی داده شود تا این پوشش گیاهی در طول دوره رویش آن را مصرف کند و بدون آن‌که با تنش آبی مواجه شود رشد خود را تکمیل نماید و حداکثر مقدار محصول ممکن را تولید کند. ممکن است بخشی از نیازهای آبیاری گیاه از طریق باران‌های مؤثر تأمین شود. علاوه‌بر تأمین تبخیر، تعرق باید مقداری از آب اضافی نیز به زمین وارد شود تا نمک‌های اضافی از منطقه توسعه ریشه‌ها شسته شود.

1. Potential production
2. Potential irrigation requirement

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

مقدار نیاز خالص آبیاری گیاه با رابطه ETc-Pe+L محاسبه می‌شود که در آن ET_c= تبخیر، تعرق گیاه مورد نظر (گندم، جو، ...) در یک دوره زمانی مشخص، K_c= ضریب گیاهی (گندم، جو، ...) همان مرحله یا دوره زمانی از رشد گیاه، L= نیاز آب‌شویی، ET_0= تبخیر، تعرق پتانسیل (مرجع) در همان دوره زمانی یا حداکثر مقدار آبی است که اگر بدون محدودیت وجود داشته باشد می‌تواند توسط سطوح خاک و گیاه تبخیر شود.

پ- نیاز آبیاری گیاه

با توجه به نیاز خالص آبیاری گیاه، نیاز آبیاری گیاه به مقدار آبی گفته می‌شود که متناسب با کارایی آبیاری به عرصه تولید منتقل و به گیاه عرضه می‌شود: (ETc-Pe+L)/E (کمالی و علیزاده، ۱۳۸۶).

ج- کارایی کاربرد آبیاری[1]

هنگامی که ارزیابی کارایی یک نوبت آبیاری (توسط سامانه‌های آبیاری) مورد نظر باشد، مفهوم کارایی کاربرد آبیاری یا کارایی کاربرد مزرعه عبارت خواهد بود از درصدی از آب آبیاری تحویل شده به قطعه زراعی که توسط گیاه مصرف شده باشد (عباسی و همکاران، ۱۶:۱۳۹۴).

چ- مصرف آب

مصرف آب به عنوان پل ارتباطی بین جنبه‌های عرضه و تقاضای آب قرار دارد و تعیین مقدار مصرف آب با توجه به همین دو جنبه صورت می‌گیرد. گاهی ادعا می‌شود که کارایی کنونی سامانه‌های مصرف آب به‌ویژه در کشاورزی پایین است و می‌توان به تنهایی با ارتقای کارایی آبیاری درصد بالایی از نیازهای آبی را در آینده مرتفع کرد، بدون این‌که توسعه‌ای با هدف تأمین منابع آب صورت گیرد. نباید فراموش کرد که هنگام استفاده آب به دلیل ارتباط مصرف آب و چرخه هیدرولوژ تمام آن مصرف نمی‌شود. در نتیجه ممکن است کارایی مصرف آب در بخش‌های مختلف یک سیستم پایین باشد، اما مقدار کارایی کل سیستم مطلوبیت بالایی داشته باشد. این مسأله پارادوکس کارایی آب نامیده می‌شود (میرنظامی، ۴:۱۳۹۲). در مجموع می‌توان مصرف آب را به این شکل تعریف کرد: مقدار آبی که از یک منبع برداشت می‌شود و به دلایلی مانند تبخیر، تعرق و ورود به سفره‌های شور یا آلوده تناسب خود را برای کاربرد مجدد در همان حوزه از دست می‌دهد.

1. Irrigation application efficiency

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

۲. آب مجازی

آب مجازی مقدار آبی است که صرف تولید کالا و یا فرآورده کشاورزی می‌شود و مقدار آن معادل کل آب مصرفی در مراحل مختلف زنجیره تولید از لحظه شروع تا پایان است. صفت مجازی بدان معناست که بخش عمده آب مصرف‌شده طی فرآیند تولید در محصول نهایی وجود فیزیکی ندارد. شرایط اقلیمی، مکان تولید، مدیریت و برنامه‌ریزی و سطح فناوری به‌کار رفته در حجم آب مجازی نهفته در کالا مؤثر است و مقدار آن برای یک کالا در مناطق مختلف جهان، متفاوت است (زارعی و جعفری، ۷۸۴:۱۳۹۴).

۲-۱- مرور ادبیات

در دهه‌های اخیر روش‌های ارتقای بهره‌وری آب و در کنار آن روش‌های ارزیابی مصرف آب در تولید محصولات کشاورزی و در جهت تناسب‌بخشی با نیازهای روزافزون غذایی مورد توجه اغلب کشورهای جهان و به‌ویژه کشورهایی واقع در نواحی خشک و نیمه خشک بوده است (Wallace et al., 1977: 937; FAO, 2012: 2). یکی از روش‌های ارزیابی و کنترل مصارف و منابع آب کشاورزی استفاده از اطلاعات نیاز آبیاری گیاهی و برنامه‌ریزی جغرافیایی براساس ارزیابی اطلاعات مکانی است. کارن و ویرجینی (۱:۲۰۱۲) برای برآورد فشار منابع آب حاصل از برداشت آب در فرآیند تولید محصولات کشاورزی کشورهای مختلف از مجموعه اطلاعات AQUASTAT استفاده کردند که یکی از موارد مهم برای برآورد مصارف آب کشاورزی، جداول نیاز آبیاری محصولات زراعی بوده است(ابراهیم[1] و همکاران، ۲:۲۰۱۶). از نقشه پراکنش جغرافیایی نیاز آبیاری محصول پالم برای مکان‌یابی مناطق مناسب کشت این گیاه با هدف کاهش مصرف آب کشاورزی استفاده شده است. مطالعه مزبور روی عوامل اصلی مؤثر بر رشد گیاه پالم که در بسیاری از مناطق متأثر از نوع خاک، اقلیم و به‌ویژه درجه حرارت است، نشان داد که مناطق جنوبی نیجریه برای کشت پالم برای کاهش مصرف آب مناسب‌تر است. در نتیجه تنظیم برنامه آبیاری و کاهش مصرف آب در جهت تنظیم الگوی کشت محصولات کشاورزی یکی از کاربردهای ارزیابی پراکنش جغرافیایی نیاز آبیاری محصولات کشاورزی است.

در برنامه‌های اجرایی دولتی اشاره‌هایی به برآورد مصرف آب در تولید ملی گندم شده است، اما برداشت‌های مختلف از آن‌ها به دلیل مشخص نبودن جزییات روش محاسبه آن‌ها ممکن است. در گزارش معاونت آب و خاک (۱۳۹۴) میزان کل آب مصرفی برای تولید گندم ۱۱۷۷۰ میلیون مترمکعب گزارش شده، اما روش محاسبه آن مطرح نشده است.

1. Ibrahim

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

در مستندات علمی داخلی به صورت مشخص به برآورد مصرف آب در تولید ملی گندم پرداخته نشده است. روحانی و همکاران (۱۳۸۷) واردات آب مجازی برخی محصولات غذایی را بررسی کرده‌اند، اما پاسخ مسأله را نمی‌دهند. براساس نتایج (سهراب و عباسی، ۱۳۸۸) متوسط کارایی مصرف آب محصول گندم کشور برابر ۰/۶ برآورد شده است. بنا بر تحقیق عزیزی ذهان و همکاران (۱۳۹۳) متوسط وزنی ۱۵ ساله عملکرد گندم در اراضی آبی، دیم و ترکیب آن به‌ترتیب ۳.۴، ۰.۹۶ و ۱.۹ تن در هکتار و متوسط عملکرد گندم کشور ۴۰-۳۰ درصد کمتر از متوسط دنیا گزارش شده است که بخشی از آن به‌دلیل شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک کشور (به‌ویژه در زراعت دیم) و بخش دیگر به‌دلیل عوامل فنی و مدیریتی تولید است. در گزارش عزیزی ذهان (۱۳۹۳) نیاز خالص آبیاری برای ۲.۵ میلیون هکتار گندم آبی حدود ۱۰ میلیارد مترمکعب بیان شده است، اما تشریح مراحل برآورد شاخص تشریح نشده است. میرچولی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از اطلاعات سطح زیر کشت، تولید، عملکرد و نیاز آبیاری محصولات گندم و جو، با بررسی واردات گندم در طول سال‌های ۸۰-۱۳۷۵، به برآورد آب مجازی حاصل از واردات این محصولات در این سال‌ها پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که براساس واردات محصولات گندم طی این سال‌ها به طور متوسط سالانه ۱۲۹۰۶ میلیون مترمکعب شامل ۷۰۵۴ میلیون مترمکعب آب آبی و ۵۸۵۱ میلیون مترمکعب آب سبز ذخیره شده است؛ بنابراین پیشنهاد می‌کنند منابع آب زیرزمینی و باران برای حفظ محیط زیست کشور با واردات گندم مورد نیاز کشور ذخیره شود. زارعی و جعفری (۱۳۹۴) با استناد به مطالعات داخلی و خارجی به محاسبه شاخص‌های آبی محصولات کشاورزی کشور پرداخته‌اند که در میان شاخص‌های محاسبه‌شده میزان آب مجازی برای صادرات و واردات محصولات اصلی براساس نیاز آبیاری خالص گیاهی وجود دارد. در پژوهش مزبور براساس محاسبه تقریبی نیاز آبیاری محصولات و در سطح شهرستان به برآورد آب مجازی صادرات و واردات محصولات از جمله گندم پرداخته‌اند. در این مطالعات به صورت حاشیه‌ای به کارایی مصرف آب پرداخته شده است، اما با وجود ضرورت برنامه‌ریزی ملی در این خصوص تصریحی به برآورد آب مصرفی تولید گندم ملی نشده است. در مجموع با توجه به خلاء مستندات موجود، در زمینه برآورد دقیق مصرف آب در تولید ملی گندم اقدام شد. نجفی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی میزان آب مجازی بکار رفته در تولید گندم و بهره‌وری آب در سطح استانها پرداخته اند. اما اولاً منبع محاسبه نیازآبی گندم استانها را بر اساس برآورد متوسط ملی آن که رقمی با دقت نسبتاً پایینی بوده محاسبه نموده‌اند و ثانیاً در ادامه برآوردی از آب مجازی تولید داخلی و یا به عبارتی مصرف آب در تولید ملی گندم ارایه نداده‌اند. ایشان همچنین بدون مقایسه نیاز خالص آبی گندم با دیگر محصولات زراعی صرفاً براساس سطح زیرکشت گسترده‌تر، گندم را جزو محصولات پر مصرف آب معرفی نموده‌اند.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

۲-۲- الگوی مفهومی پاسخ به مسأله

براساس واکاوی پیشینه پژوهش و بر مبنای الگوی مفهومی معرفی شده در علیزاده و کمالی (۸۷:۱۳۸۴) الگوی مفهومی مطالعه (شکل ۱) برای برآورد مصرف آبیاری در سطوح کشت گندم آبی پیشنهاد شده است. در این الگوی مفهومی ارتباط میان متغیرهای اصلی و فرآیند طی شده برای برآورد مصرف آب تولید ملی گندم نمایش داده شده است: ۱- سازماندهی اطلاعات تولید شهرستانی گندم آبی سرشماری کشاورزی سال ۱۳۹۲ وزارت جهاد کشاورزی و طبقه‌بندی آن‌ها در محیط GIS (شکل ۲)، ۲- سازماندهی اطلاعات دشت‌های کشور براساس اطلاعات امکان برداشت آب از دشت‌ها از وزارت نیرو (جاماب) سال ۱۳۹۲ و طبقه‌بندی آن‌ها در محیط GIS (شکل ۳)، ۳- سازماندهی اطلاعات استخراج‌شده نیاز آبیاری خالص تولید گندم از مجموعه نرم‌افزاری NETWAT و طبقه‌بندی آن‌ها در محیط GIS (شکل ۴)، ۴- برآورد مصرف خالص آبیاری استانی گندم (شکل ۵)، ۵- استفاده از مستندات علمی و اطلاعات خبرگی نمونه هدفمند برای برآورد متوسط وزنی راندمان کاربرد سامانه‌های آبیاری مزارع گندم، ۶- برآورد مصرف آبیاری گندم ملی.

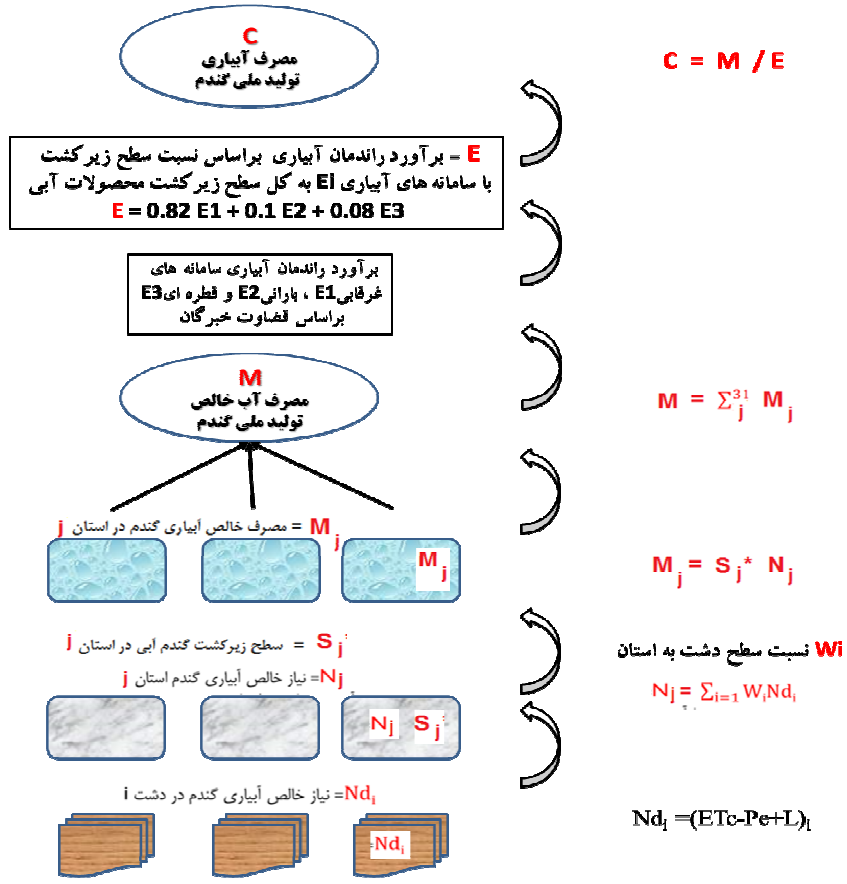
۳. روش پژوهش

این مطالعه مبتنی بر رویکردی توصیفی- مقطعی، خبره‌محور و در مقیاس ملی اجرا شد. برای برآورد سهم مصرف آب در تولید گندم ملی با استناد به کمالی و علیزاده (۱۳۸۶) و کارن و ویرجینی (۲۰۱۲) استفاده شد که متغیرهای اصلی آن و مراحل اجرای مطالعه در شکل ۱ نمایش داده شده است. داده‌ها با استفاده از داده‌های ثانویه و اولیه (پرسش‌نامه مبتنی بر نمونه‌های برآمده از نمونه‌گیری هدفمند از خبرگان کشاورزی کشور برای قضاوت بهتر درباره راندمان آبیاری اراضی گندم آبی) بهره گرفته شده است.

۳-۱- جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری شامل کشاورزان خبره، نمایندگان تشکل‌های کشاورزی و آب، محققین صاحبان مقاله در همایش‌های علمی و سیاست‌گذاران حوزه کشاورزی و آب سراسر کشور بودند. در این مطالعه بانک اطلاعاتی مشتمل بر ۹۰۳۳ نفر از این گروه‌ها تشکیل شد. بنا به ضرورت محدود کردن قلمرو مطالعه و برای برآورد دقیق‌تر از کارایی آبیاری مزارع گندم نیاز به نمونه‌گیری هدفمند بود که نمونه‌گیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای استفاده شد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]



شکل ۱. الگوی مفهومی برآورد آب مصرفی در تولید ملی گندم آبی (یافته‌های پژوهش)

ابتدا از میان ۴۰۱ شهرستان کشور، ۱۶۷ شهرستان با حجم تولید بالای ۲۳۰۰۰ تن گندم[۱] انتخاب شدند. سپس از میان آن‌ها ۱۰۰ شهرستان که با دشت‌های دارای تنش تلاقی داشتند انتخاب شدند. این کار در محیط ArcGIS و برای به‌دست آمدن چارچوب نهایی انجام شد. یک سوم از ۱۷۱ نفر[۲] که واجد شرایط اصلی بودند (کشاورزان خبره و محققین و سیاست‌گذاران با بیش از ۱۰ سال سابقه، حضور در مناطق با ظرفیت تولید گندم بالا و دارای تنش آبی) و نیز فرم ثبت نام کارگاه را تکمیل کرده بودند انتخاب شدند.

۱. بنا به نظر دبیراجرایی بنیاد توانمندسازی گندمکاران ایران

2. http://fa.msfs.ir/index.php/about-joomla/2015-08-26-05-38-50

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

جدول ۱. تعداد جامعه آماری و نمونه آماری در طبقات مختلف جامعه مخاطب

گروه‌های هدف	تعداد در جامعه آماری	تعداد در نمونه
کشاورز	۶۴	۱۶
نماینده تشکل	۴۵	۱۲
محقق	۵۱	۱۵
کارشناس دولتی	۱۱	۴
جمع	۱۷۱	۴۷

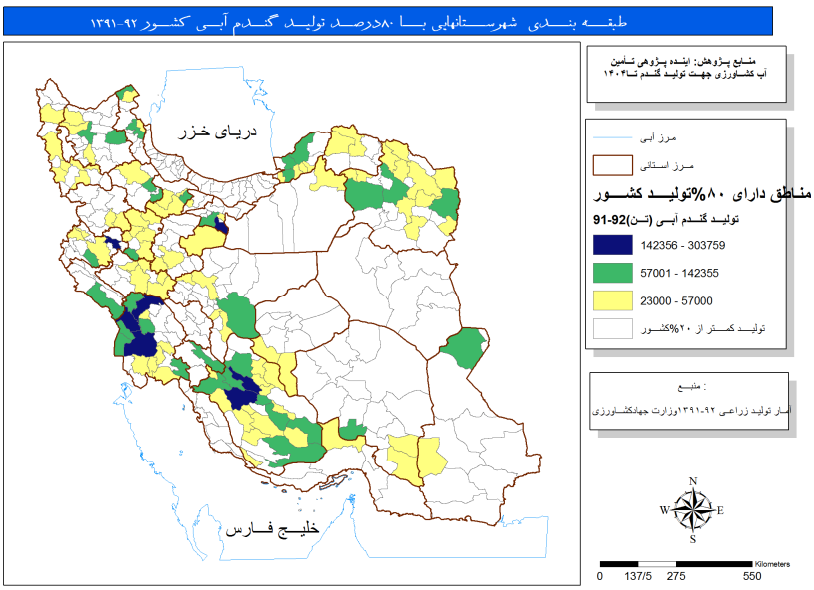
از میان شرکت‌کنندگان در مطالعه که از سطح کشور حضور داشتند ۱۶۰ نفر از مناطق و استان‌های با تنش آبی (وزارت نیرو، ۱۳۹۲) بودند، ۱۵۷ نفر از استان‌های شامل شهرستان‌هایی با تولید بیش از ۲۳۰۰۰ تن گندم (سرشماری کشاورزی، ۹۲-۱۳۹۱) حضور داشتند و ۱۳۹ نفر بیش از ۱۰ سال تجربه مفید مرتبط با موضوع داشتند. در نهایت براساس نمونه‌گیری طبقه‌ای با نسبت یک سوم مشارکت‌کنندگان از هر یک از گروه‌های هدف براساس معیارهای انتخاب نمونه انتخاب شدند (جدول۱). در مجموع ۴۷ نفر برای مشارکت در مراحل اصلی کارگاه انتخاب شدند که دیدگاه آن‌ها به لحاظ خبرگی و تجربه و دانش واجد اطمینان بالاتری برای تعمیم به دیگر افراد جامعه آماری باشد.

۴. نتایج پژوهش

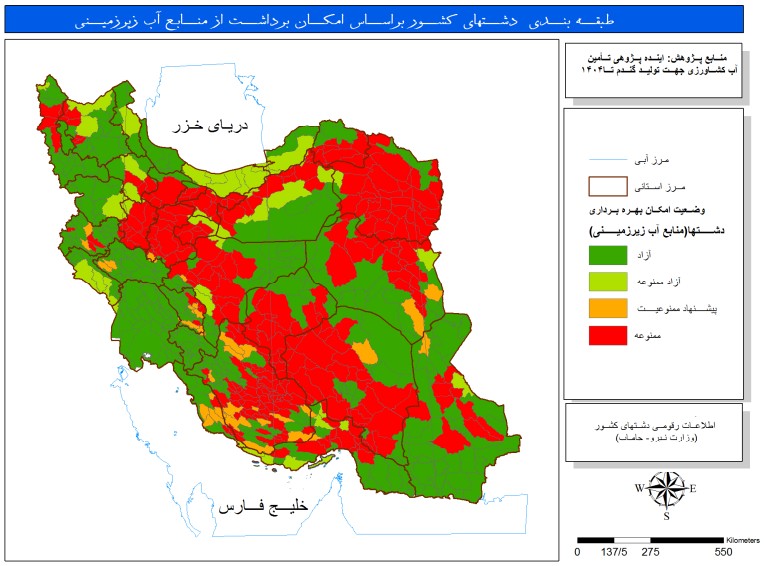
۴-۱- سهم مصرف خالص آبیاری در تولید گندم آبی

اطلاعات نیاز خالص آبیاری گندم به تفکیک ۶۲۰ دشت استخراج و در محیط ArcGIS سازماندهی شد و نتایج در پنج رده طبقه‌بندی شدند. براساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان چشم‌اندازی از وضعیت پراکنش جغرافیایی پتانسیل نیاز خالص آبیاری گندم در سطح ملی به‌دست آورد. از این نتایج می‌توان برای ارائه الگوی کشت گندمی که متناسب با ظرفیت منابع آب باشد اقدام کرد. همانگونه که در شکل ۴ ملاحظه می‌شود با افزایش نیاز خالص آبیاری گندم در دشت‌ها به ازای ۲۰۰۰ مترمکعب در هر هکتار، رنگ مناطق از طیف زرد به سبز و از آبی کم‌رنگ تا آبی پررنگ تغییر می‌کند، پس می‌توان با در نظر گرفتن سایر زمینه‌های اقتصادی، اجتماعی و فنی (که خود بحث مفصل و پراهمیتی است) نسبت به انتقال تولید گندم از نواحی آبی رنگ به نواحی سبز اقدام کرد و به این ترتیب از سهم آب آبی (آب زیرزمینی، آب سطحی) برای تولید گندم کاست و بر سهم آب سبز (بارندگی) برای تولید این محصول راهبردی افزود.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

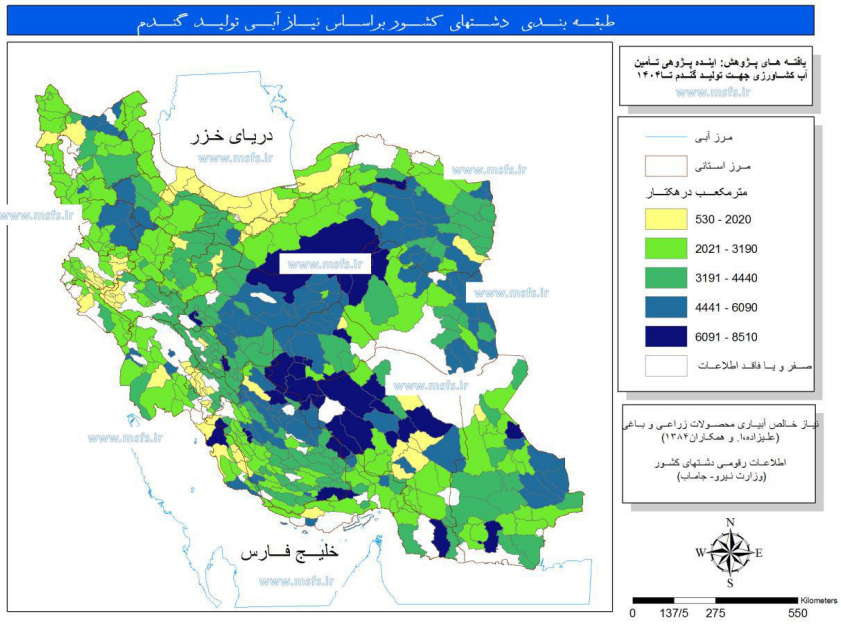


شکل ۲. طبقه‌بندی شهرستان‌های دارای تولید بالای ۲۳۰۰۰ تن، دارای بیش از ٪۸۰ تولید گندم (یافته‌های پژوهش)



شکل ۳. طبقه‌بندی دشت‌ها براساس میزان تنش منابع آب زیرزمینی آن‌ها (یافته‌های پژوهش)

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]



شکل ۴. طبقه‌بندی کمی و مکانی نیاز آبیاری خالص گندم دشت‌های کشور (یافته‌های پژوهش)

نیاز خالص آبیاری گندم براساس ویژگی‌های طبیعی حوضه‌های آبریز محاسبه شده‌اند (علیزاده و کمالی، ۱۳۸۴) و آمار رسمی سطح زیر کشت و تولید گندم براساس تقسیم‌بندی سیاسی شهرستانی و استانی نیز وجود دارد. برآورد مصرف آبیاری گندم در سطح یک استان مستلزم برآورد نیاز خالص آبیاری گندم در سطح آن استان است. برای دستیابی به یک برآورد به‌نسبت نزدیک‌تر به واقعیت فرض شده که سطح زیر کشت گندم به صورت همگن در سطح استان پراکنده شده است. در نتیجه برای برآورد نیاز خالص آبیاری گندم در سطح استان از میانگین وزنی سطح دشت‌ها نسبت به سطح استان استفاده شد.

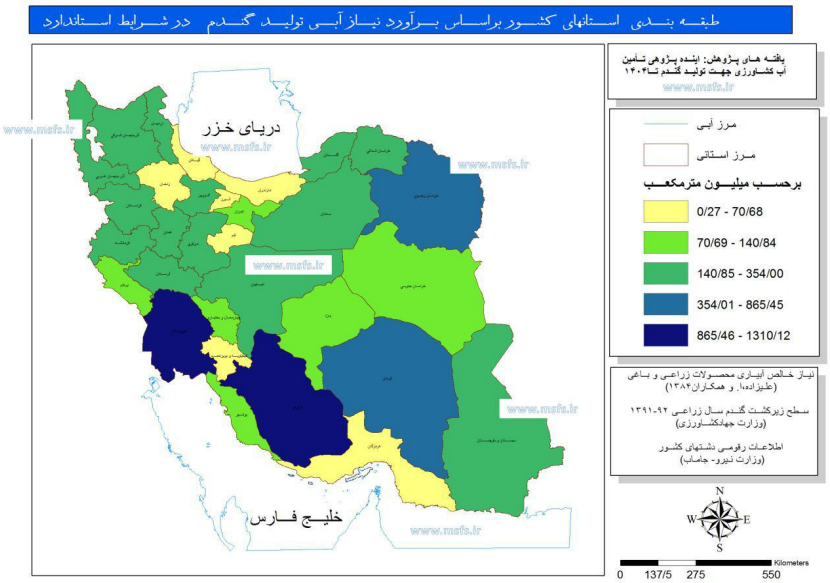
۴-۲- نیاز خالص آبیاری تولید گندم برای یک استان

در شکل۱ نحوه برآورد نیاز خالص آبیاری تولید ملی گندم براساس میانگین وزنی نیاز خالص آبیاری گندم در دشت‌های استان و آمار سطح زیر کشت گندم استانی ارائه شده است. این روش برآورد نزدیک‌تری از واقعیت را در مقایسه با روش میانگین حسابی نیاز خالص آبیاری دشت‌های کشور ارائه می‌دهد.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

۴-۳- مصرف خالص آبیاری تولید گندم ملی

مصرف خالص آبیاری تولید گندم برای ۳۲ استان کشور براساس روش میانگین وزنی محاسبه و نتایج در شکل ۵ ارائه شده است. با جمع نتایج استانی برآورد مصرف خالص آبیاری گندم در سطح ملی ۸۱۰۶.۳۸ میلیون مترمکعب برآورد می‌شود. این در حالی است که متوسط نیاز خالص آبیاری گندم دشت‌های کشور براساس روش میانگین حسابی برابر ۳۸۶۷.۹ به‌دست آمده است و با توجه به سطح زیر کشت ۲۳۹۹۹۸۷ هکتاری گندم آبی، مصرف خالص آبیاری گندم در سطح ملی ۹۲۸۲.۹۱ میلیون مترمکعب برآورد می‌شود.



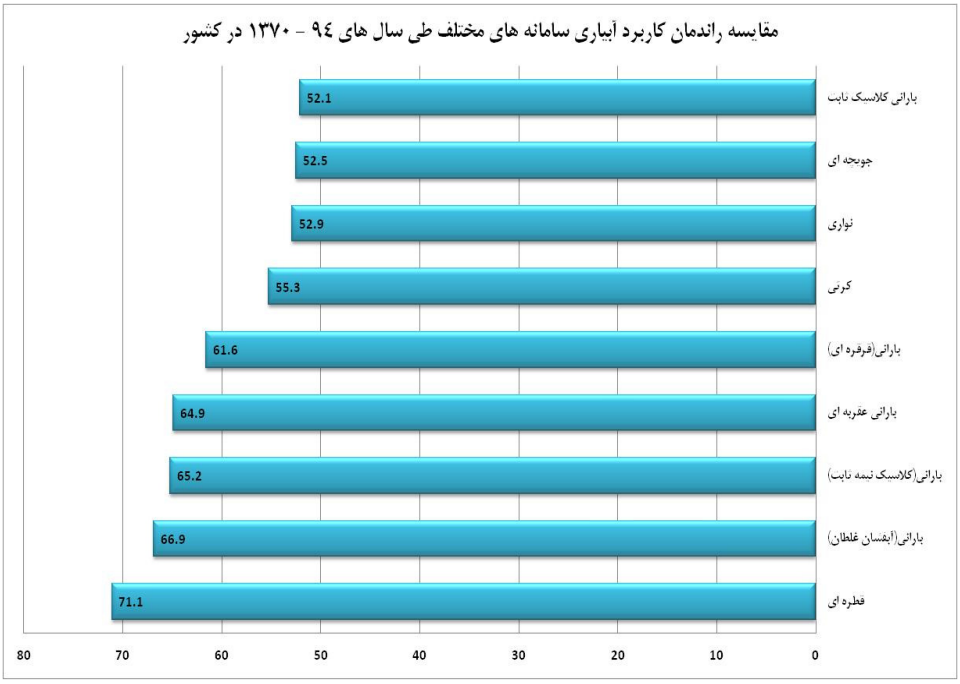
شکل ۵. طبقه‌بندی کمی و مکانی نیاز خالص آبیاری گندم استان‌های کشور (یافته‌های پژوهش)

۴-۴- مصرف آبیاری تولید ملی گندم براساس کارایی کاربرد سامانه‌های آبیاری

میزان مصرف آب برای تولید محصولات کشاورزی تحت تأثیر عوامل طبیعی (خاک، اقلیم، دما، بارندگی، ...) و عوامل فنی (سامانه‌های آبیاری، بذر، کود و...) و عوامل مدیریتی (در مراحل کاشت و داشت) منطقه به منطقه و مزرعه به مزرعه متفاوت است. از میان عوامل مزبور با استفاده از میزان نیاز خالص آبیاری گیاهی ET_c و کارایی آبیاری مزارع می‌توان برآوردی به‌نسبت قابل قبول از مقدار آبیاری گیاه در سطح دشت به‌دست آورد (کمالی و علیزاده، ۸۷:۱۳۸۶). در ادامه مقاله هر جا از اصطلاح کارایی استفاده شود منظور کارایی کاربرد

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

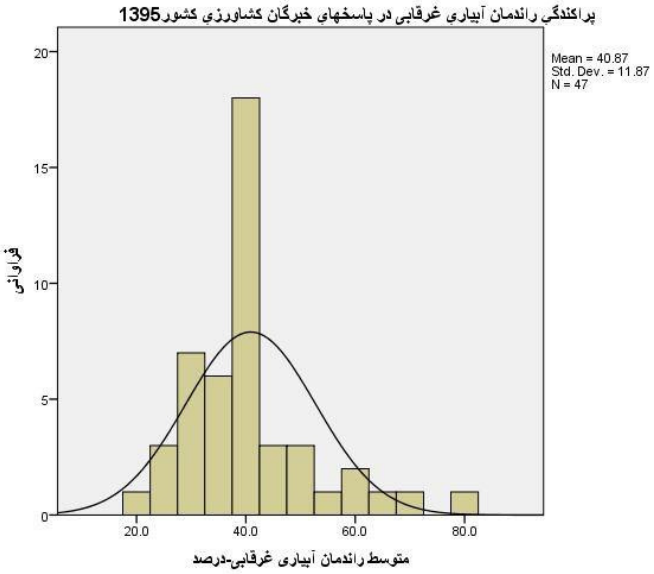
سامانه‌های آبیاری است. عباسی و همکاران (۲۳:۱۳۹۴) کارایی مزارع مختلف کشور را براساس مدارک و مستندات مختلف و در طول سال‌های ۹۴-۱۳۷۰ ارائه کردند که بسته به نوع سامانه آبیاری، بیشینه و کمینه کارایی در مزارع کشور در بازه (۷۱.۷ و ۵۲.۱) گزارش شده است (شکل ۶).



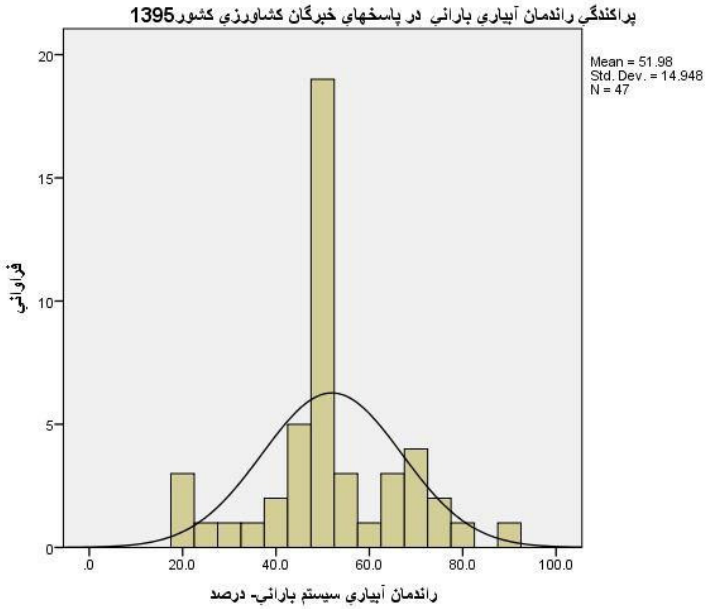
شکل ۶. مقایسه کارایی آبیاری سامانه‌های مختلف آبیاری (اقتباس از: عباسی و همکاران، ۱۳۹۴)

اطلاعات مورد نیاز درباره مزارع گندم آبی نیازمند بازنگری بود و مراجعه به نهادهای مسئول برای کسب آمار مشخص از کارایی کاربرد در مزارع گندم آبی ناموفق بود. در نتیجه برای انتخاب مقادیر دقیق‌تر متوسط کارایی آبیاری مزارع گندم در مطالعه حاضر از ابزار پرسش‌نامه برای نمونه‌ای از ۴۷ نفر از خبرگان کشاورزی و گندم‌کاران نمونه استفاده شد. نتایج حاصل از ارزیابی متوسط کارایی سامانه‌های آبیاری غرقابی، بارانی و قطره‌ای در شکل‌های ۷-۹ ارائه شده‌اند.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

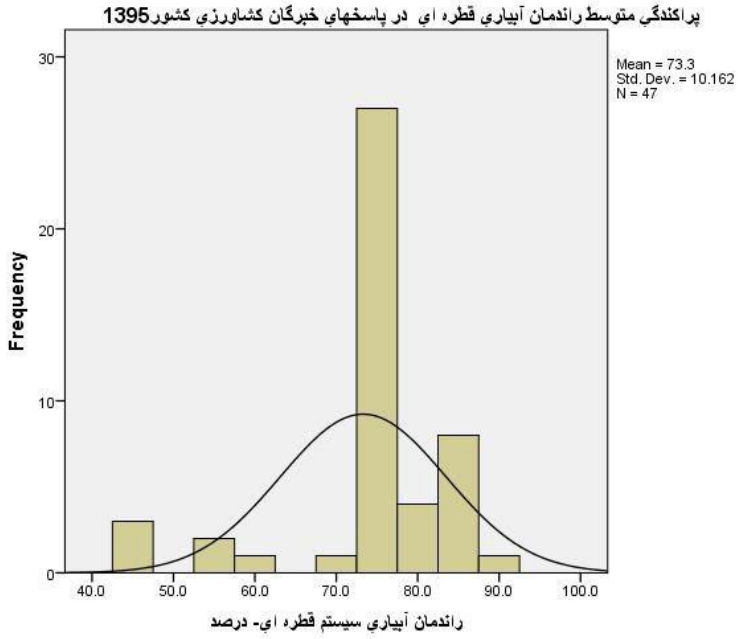


شکل ۷. پراکنش کارایی آبیاری سامانه آبیاری غرقابی در مناطق مورد بررسی در مطالعه (یافته‌های پژوهش)



شکل ۸ . پراکنش کارایی آبیاری سامانه آبیاری بارانی در مناطق مورد بررسی در مطالعه (یافته‌های پژوهش)

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]



شکل ۹ . پراکنش کارایی آبیاری سامانه آبیاری قطره‌ای در مناطق مورد بررسی در مطالعه(یافته‌های پژوهش)

برآورد مصرف آبیاری در تولید ملی گندم متأثر از سطح زیر کشت گندم آبی و کارایی آبیاری‌های غرقابی، بارانی و قطره‌ای به ترتیب ٪۴۱، ٪۵۲ و ٪۷۳ است. براساس پیگیری انجام شده در حال حاضر اطلاعاتی از سطح زیر کشت گندم‌های آبی به‌تفکیک سامانه آبیاری ارائه نشده است. استعلام از معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی نشان می‌دهد که از حدود ۸۷۰۰۰۰۰ هکتار اراضی آبی کشور، ۷۰۰۶۵۸ هکتار (حدود ٪۸ اراضی آبی) به آبیاری قطره‌ای و کم‌فشار مجهز هستند و ۸۶۸۳۴۲ هکتار (حدود ٪۱۰ اراضی آبی) مجهز به آبیاری بارانی و در مجموع ۱۵۶۹۰۰۰ هکتار (نزدیک ٪۱۸ اراضی آبی) مجهز به سامانه‌های آبیاری نوین شده‌اند. در واقع نزدیک به ٪۸۲ اراضی آبی (اعم از زراعی و باغی) هنوز از سامانه‌های سنتی بهره می‌برند. با فرض این‌که تجهیز سطوح اراضی گندم آبی به سامانه‌های آبیاری با همین نسبت صورت گرفته باشد، در این صورت می‌توان در محاسبه مصرف آبیاری گندم به ترتیب وزن‌های ٪۸۲، ٪۱۰ و ٪۸ را برای کارایی سامانه‌های آبیاری غرقابی، بارانی و قطره‌ای منظور کرد. در این صورت میانگین موزون کارایی آبیاری اراضی گندم ٪۴۴/۷ برآورد می‌شود.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

۵. نتیجه‌گیری و بحث

براساس برآوردهای حاصل از تحلیل جغرافیایی نیاز آبیاری خالص گندم (حاصل از NETWAT) در دشت‌های کشور، مصرف خالص آبیاری گندم برای تولید ۶۴۲۰۲۴۵ تن گندم آبی در ۲۳۹۹۹۸۷ هکتار از اراضی زیر کشت گندم آبی و با عملکرد ۲۶۷۵ کیلوگرم در هکتار، برابر با حجم آبی معادل ۸۱۰۶.۴ میلیون مترمکعب است. این میزان مصرف آب کمینه حجم آبی است که برای تبخیر-تعرق و عمل آمدن تولید گندم آبی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ مورد نیاز بوده است. اما بنا به دلایل اقتصادی، اجتماعی و فنی؛ هم منابع آب زیرزمینی و سطحی با درصدی از هدررفت به اراضی تولید گندم آبی منتقل می‌شوند و هم بخشی از منابع آب تأمین شده برای مزارع به دلیل ضعف راندمان آبیاری در مزارع به هدر می‌روند. در این مقاله میزان هدر رفت آب در مسیر انتقال به مزرعه منظور نشده، اما بنا بر یافته‌های این مقاله میانگین راندمان کاربرد مزارع گندم ٪۴۴/۷ برآورد گردیده که در این وضعیت حجم آب مورد نیاز برای آبیاری مزارع گندم آبی کشور به رقمی بالغ بر ۱۸۱۳۵.۱ میلیون مترمکعب می‌رسد. از طرفی بنا به اینکه در شرایط واقعی عملاً منابع آب لازم برای تولید این حجم گندم آبی به موقع و به اندازه تأمین نمی‌شود لذا حجم واقعی آب مورد استفاده برای تولید ملی گندم کمتر از ۱۸۱۳۵.۱ میلیون مترمکعب برآورد می‌گردد.

بنابراین اگر منابع آب آبی با مدیریت صحیح و با کمترین هدرروی به اراضی گندم هدایت شده و به موقع و به اندازه تأمین گردد و در مزارع نیز با کمترین هدرروی به مصرف گیاه برسد می‌توان با منابع آب آبی کمتری، گندم مورد نیاز کشور را تولید کرد. از سوی دیگر بنا بر محاسبات انجام شده، برای تولید ۲۸۸۴۰۰۳ کیلوگرم گندم دیم در ۴۰۰۰۰۰۶ هکتار از اراضی زیر کشت و با عملکرد ۷۲۲ کیلوگرم در هکتار، ۱۱۶۲۸.۰۲ میلیون مترمکعب آب نیاز است. چنانچه مدیریت تولید گندم دیم ارتقا یابد می‌توان با همین حجم آب میزان بیشتری گندم در داخل تولید کرد.

براساس برآوردهای مطالعه نیاز خالص آبیاری گندم کشور که پیش‌تر ۱۰ میلیون مترمکعب برآورد شده بود (عزیزی ذهان و همکاران، ۱۳۹۳) ۸۱۰۶.۴ میلیون مترمکعب محاسبه شد و برآورد مصرف آب در تولید گندم آبی کشور که پیش‌تر ۱۱۷۷۰ میلیون مترمکعب (معاونت آب و خاک، ۱۳۹۴) اعلام شده بود، ۱۸۱۳۵.۱ میلیون مترمکعب تخمین زده شد.

نتایج این مطالعه که مبتنی بر تحلیل جغرافیایی واحدهای دشت و استان است می‌تواند از نظر روش‌شناختی فضای برنامه‌ریزی ملی را برای انطباق حداکثری نیاز آبی گیاهی با شرایط اقلیمی

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

کشور (الگوی کشت)، کاهش مصرف آب کشاورزی، بیشینه‌سازی فرصت خودکفایی محصولات راهبردی و پایداری آن و در نهایت دسترسی فیزیکی با منشأ تولید داخل به‌عنوان یکی از ابعاد مهم امنیت غذایی تسهیل نماید.

جدول ۲. اطلاعات تولید و آبیاری گندم کشور در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ (یافته‌های پژوهش)

شاخص	واحد	برآورد
سطح زیر کشت گندم آبی	هکتار	۲۳۹۹۹۸۷
میزان تولید گندم آبی	کیلوگرم	۶۴۲۰۲۴۵
عملکرد گندم آبی	کیلوگرم در هکتار	۲۶۷۵
سطح زیر کشت گندم دیم	هکتار	۴۰۰۰۰۰۶
میزان تولید گندم دیم	کیلوگرم	۲۸۸۴۰۰۳
عملکرد گندم دیم	کیلوگرم در هکتار	۷۲۲
برآورد نیاز خالص آبیاری گندم آبی دشت‌های کشور (میانگین ساده)	مترمکعب در هکتار	۳۸۶۷.۹
برآورد نیاز خالص آبیاری گندم آبی دشت‌های کشور (میانگین وزنی سطح دشت‌ها)	مترمکعب در هکتار	۲۹۰۷.۱
برآورد آب مجازی تولید یک کیلوگرم گندم آبی (میانگین ساده)	لیتر برای یک کیلوگرم	۱۴۴۶
برآورد آب مجازی تولید یک کیلوگرم گندم آبی (میانگین وزنی سطح دشت‌ها)	لیتر برای یک کیلوگرم	۱۰۸۷
برآورد کارایی مصرف آب گندم آبی (میانگین ساده)	گرم به ازای یک لیتر	۶۹۱
برآورد کارایی مصرف آب گندم آبی (میانگین وزنی سطح دشت‌ها)	گرم به ازای یک لیتر	۹۲۰
کارایی سامانه غرقابی (در ٪۸۲ از اراضی کشت گندم آبی)	٪	۴۱
کارایی سامانه بارانی (در ٪۱۰ از اراضی کشت گندم آبی)	٪	۵۲
کارایی سامانه قطره‌ای (در ٪۸ از اراضی کشت گندم آبی)	٪	۷۳
برآورد کارایی سامانه‌های آبیاری اراضی کشت گندم آبی(میانگین وزنی سطح کشت)	٪	۴۴.۷
برآورد مصرف خالص آبیاری گندم آبی با روش میانگین موزون دشت‌های استان	میلیون مترمکعب	۸۱۰۶.۴
برآورد مصرف آبیاری گندم آبی با روش میانگین موزون دشت‌های استان	میلیون مترمکعب	۱۸۱۳۵.۱
برآورد مصرف خالص آبیاری گندم دیم با روش میانگین موزون دشت‌های کشور	میلیون مترمکعب	۱۱۶۲۸.۰۲

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

۵-۱- پیشنهادها

۱. با توجه به اهمیت هم‌زمان نهاده حیاتی آب و تولید غذا از منابع داخلی، نیازمند تناسب‌بخشی منابع آب و مصارف آن در تولید گندم هستیم. بخشی از ۱۸۱۳۵.۱ میلیون مترمکعب منابع آب آبی که فراتر از ۸۱۰۶.۴ میلیون مترمکعب مصرفی در عرصه‌های تولید گندم آبی است، به سفره‌های آب زیرزمینی و دشت‌های پایین دست نفوذ می‌کند و بخشی از سطح خاک تبخیر شده و بخشی نیز از دسترسی مفید گیاه خارج می‌شوند. با مدیریت بخشی از آب‌های عرضه‌شده به عرصه‌های تولید گندم که هدر می‌روند و حجمی بالغ بر ۱۰ میلیارد مترمکعب دارند، می‌توان آن را به تولید بیشتر گندم آبی، تولید دیگر محصولات یا استفاده در دیگر اولویت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی اختصاص داد. در این خصوص توجه به اهمیت بررسی نیاز آبیاری گیاهی در محصولات جایگزین گندم و بحث و گفتگوی ذی‌نفعان اصلی درباره معیارهای اقتصادی، اجتماعی، فنی و زیست‌محیطی معطوف به توجیه تولید آن‌ها ضرورت دارد.

۲. یکی از عوامل مؤثر بر کاهش مصرف آب در تولید گندم ارتقای کارایی سامانه‌های آبیاری است. با توجه به جمع‌بندی جلسه مجازی[1] هر کدام از سامانه‌های آبیاری دارای نقاط قوت و ضعفی هستند که بنا به شرایط اقتصادی، اجتماعی و طبیعی هر منطقه باید به انتخاب بهترین گزینه دست زد. موانع ارتقای کارایی و اثربخشی سامانه‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی با حداکثر آرای شرکت‌کنندگان مطرح شده‌اند (جدول ۳) که تلاش برای رفع آن‌ها می‌تواند در آینده منجر به ارتقای کارایی و اثربخشی سامانه‌های آبیاری شود.

جدول ۳ . عوامل کاهش کارایی سیستم‌های آبیاری نوین

۱	ضعف اقتصادی کشاورز
۲	ضعف مدیریت مزرعه، مهارت کشاورز
۳	نداشتن الگوی کشت مناسب گندم در سطح کشور
۴	ضعف حضور تشکل‌های کشاورزی در مدیریت منابع آب دشت‌ها
۵	ضعف در ارائه آموزش‌های مناسب از سوی پیمان‌کاران
۶	ضعف پیگیری آموزش و ترویج بهره‌برداری سیستم‌ها توسط دولت
۷	ضعف حضور تشکل‌های کشاورزی در توسعه سیستم‌های مناسب آبیاری در کشور
۸	ضعف انسجام برنامه‌ریزی ذی‌نفعان برای توسعه سیستم‌های مناسب آبیاری در کشور

1. http://fa.msfs.ir/index.php/ ۱۳۹۴-۲۲-۴۸۲/۱۴-۰۶-۱۰-۱۰-۱۰-۲۰۱۵/۴۴-۰۴-۱۰-۱۰-۱۰-۲۰۱۵

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

۳. می‌توان از منابع آب سبز دریافت‌شده در عرصه‌های تولید گندم دیم که بالغ بر ۱۱ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود و با ارتقای عملکرد تولید گندم دیم به شکل مطلوبی استفاده کرد. در این صورت می‌توان بخش قابل توجهی از نیاز کشور به گندم را مرتفع کرد.
۴. امکان استفاده از روش معرفی‌شده در این مقاله برای برآورد دقیق‌تر آب مجازی در تولید دیگر محصولات زراعی و باغی راهبردی وجود دارد.
۵. چنان‌چه در سرشماری کشاورزی ۱۴۰۲ واحد دشت به‌عنوان واحد گردآوری و ارائه آمار و اطلاعات انتخاب شود، می‌توان برآوردهای دقیق‌تری برای مصرف آب کشاورزی به‌دست آورد و از سوی دیگر درباره بازتوزیع مکانی تولید گندم در سطح کشور به بحث‌های دقیق‌تر همراه با بررسی‌های اقتصادی، اجتماعی و فنی مربوطه پرداخت.
۶. همانگونه که در جدول ۲ مشاهده شد برآورد نیاز خالص آبیاری گندم آبی دشت‌های کشور براساس میانگین وزنی دشتها کمتر از میانگین ساده به دست آمد و از آنجا که در این مطالعه برآورد نیاز آبیاری گندم در سطح استان براساس اطلاعات نیاز آبی گندم دشتهای کشور و بکارگیری ابزار ArcGIS اجرا شده‌است، چنانچه با صرف زمان بیشتر امکان برآورد نیاز آبیاری گندم در سطح شهرستان‌های کشور فراهم گردد برآورد نزدیکتری به واقعیت از نیازآبیاری گندم در سطح کشور به دست می‌آمد.
۷. با توجه به این‌که سهم مصرف آب در تولید گندم آبی ناشی از سطح زیر کشت آن است و نه نیاز خالص آبیاری آن مناسب است برای رسیدن الگوی کشت مناسب در فرآیندی اجتماعی زمینه‌های تفاهم جمعی کشاورزان، سیاست‌گذاران و محققین حاصل شود.

۶. تقدیر و تشکر

از خانم زهرا اخوان عطار (انستیتو تحقیقات تغذیه ای و صنایع غذایی کشور) بابت همکاری در مراحلی از اجرای مطالعه، از کشاورزان خبره و دبیران اجرایی صنف کشاورزی آقایان ذوالفقاری (آذربایجان شرقی)، رحیمی (کردستان)، خان‌محمدی (زنجان)، شاه‌نظری (اصفهان)، محمدی (کردستان)، مسرورنعیمی (خراسان رضوی)، جاویدی (خراسان شمالی) و خورسند (فارس) بابت مشارکت در جلسه مجازی بررسی نقاط قوت و ضعف سیستم‌های آبیاری، از کانون اسلامی انصار بابت فراهم کردن تسهیلات کتابخانه‌ای، از مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی بابت مساعدت‌های اطلاعاتی و فنی، قدردانی و تشکر می‌شود.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

منابع

- روحانی، ن.، یانگ، اچ.، امین سیچانی، س.، افیونی، م.، موسوی، س. و کامگارحقیقی، ع.، (۱۳۸۷) «ارزیابی مبادله محصولات غذایی و آب مجازی با توجه به منابع آب موجود در ایران»، نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، سال دوازدهم، شماره ۴ (پیاپی ۴۶)، صص. ۴۱۷-۴۳۲.
- زارعی، غ. و جعفری، م. ح.، (۱۳۹۴) «نقش واردات و صادرات محصولات مهم زراعی و باغی در تجارت مجازی آب و رد پای آب در کشاورزی ایران»، نشریه آبیاری و زه‌کشی ایران، شماره ۵، جلد ۹، آذر - دی ۱۳۹۴ ، صص. ۷۹۷-۷۸۴.
- سهراب، ف. و عباسی، ف. (۱۳۸۸) «تحلیلی بر بازده‌های آبیاری در ایران»، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- قریب، ح. (۱۳۹۱) «چشم‌انداز امنیت غذایی در جمهوری اسلامی ایران»، راهبرد، سال ۲۱، شماره ۶۵، صص. ۳۶۹-۳۴۵.
- کمالی، غ. و علیزاده، ا.، (۱۳۸۶) *نیاز آبی گیاهان در ایران*، دانشگاه امام رضا (ع) - مشهد، نشر آستان قدس رضوی.
- کیومرثی، ف. و نوذری، ه. (۱۳۹۳) «مدیریت منابع آب کشاورزی با نگرشی بر استفاده از آب مجازی»، همایش ملی راهکارهای پیش‌روی بحران آب در ایران و خاورمیانه، اسفند، شیراز، ایران.
- عباسی، ف.، ناصری، ا.، سهراب، ف.، باغانی، ج.، عباسی، ن. و اکبری، م. (۱۳۹۴) *ارتقای بهره‌وری مصرف آب*، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
- عزیزی ذهان، ع.، شهابی‌فر، م.، ابراهیمی پاک، ن. ع.، رضوی، ر.، غالبی، س.، سرایی، م.، تبریزی طلوعی، ر. و پیری، ر. (۱۳۹۳)، «ارزیابی کارایی مصرف آب گندم در ایران و جهان»، موسسه تحقیقات خاک و آب.
- عزیزی ذهان، ع. (۱۳۹۳) «ارزیابی کارایی مصرف آب گندم در ایران و جهان»، گزارش سخنرانی در همایش، موسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۸ آذر ۱۳۹۳.
- مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی (۱۳۹۵) *پروژه‌های اجرایی اقتصاد مقاومتی-برنامه ارتقای توان تولید ملی امنیت غذایی و تولید محصولات راهبردی*، وزارت جهاد کشاورزی، قابل دسترسی در:
- مرکز الگوی اسلامی ایرانی پیشرفت (۱۳۹۵) *مدیریت منابع آب کشور؛ چالش‌ها و راهبردها*، تهران، اندیشکده آب، محیط زیست، امنیت غذایی و منابع طبیعی.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

- مبینی دهکردی، ع. (۱۳۸۳) «رویکردی نو به راهبرد امنیت غذایی در ایران از منظر عرضه با ثبات مواد غذایی»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۱۴، صص ۱۸-۱.
- معاونت آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی (۱۳۹۴) *سند راهبردی ارتقای بهره‌وری و صرفه‌جویی مصرف آب کشاورزی، برنامه ششم آبخیزداری و آبخوان داری*، وزارت جهاد کشاورزی.
- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست‌جمهوری (۱۳۸۸) «پیش‌بینی روند تحولات جمعیتی ایران تا سال ۱۴۰۵»، گزارش مستندات کلان برنامه پنجم توسعه (بخش جمعیت)، دفتر برنامه‌ریزی اقتصادی.
- میرنظامی، س. (۱۳۹۲) «بهره‌وری مصرف آب»، سمینار دوره دکتری مهندسی منابع آب، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه سازه‌های آبی.
- میرچولی، ف.، فرامرزی، م. و سلطانی، س. (۱۳۹۲) «تأثیر تجارت آب مجازی بر وضعیت اکوسیستم‌ها»، نخسین کنفرانس بین‌المللی اکولوژی سیمای زمین، آبان، اصفهان، ایران.
- نجفی، ح.؛ وکیل پور، م. ح. و فریبا ریاحی (۱۳۹۴) «بررسی میزان آب مجازی گندم و بهره وری آب در ایران»، دومین همایش بین المللی و پنجمین همایش ملی پژوهش های محیط زیست و کشاورزی ایران، همدان.
- Rouhani N., Yang H., Amin Sichani S., Afyuni M., Mousavi S. and Kamgar Haghighi A. (2008) "Assessment of food products and virtual water trade in relation to available water resources in I.R. Iran", JWSS. 2009; 12 (46), pp. 417-432, URL: http://jstnar.iut.ac.ir/article-1-1133-fa.html. [in Persian]
- Zareie, G. and Jafari, M. A. (2011) "The role of import and export of major crop productions in virtual water trade and water footprint in the agricultural sector of I.R. Iran", Iranian Journal of Irrigation and Drainage, 9 (5), pp. 784-97 [in Persian].
- Sohrab, F. and Abasi, F. (2009) "An analysis on irrigation efficiency in Iran", Agricultural Engineering Research Institute. [in Persian]
- Gharib, H. (2011), Food security outlook in I.R. Iran, Rahbord, 21 (65), pp. 345-69. [in Persian]
- Kamali, G. and Alizadeh, A. (2007) Crop water requirement in I.R. Iran, Emam Reza University, Astane Ghos Razavi. [in Persian]

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

- Nozari, H. and Kiumarsi, F. (2015). Virtual water approach to agricultural water resources management, presented at National Conference of Water Crisis in I.R. Iran and Middle East, I.R. Iran, Shiraz, 11 March 2015. [in Persian]
- Abbasi, F., Naseri, A., Sohrab, F., Baghani, J., Abbasi, N. and Akbari, M. (2015) Water use efficiency promotion, Agricultural Engineering Research Institute. [in Persian]
- Azizi Zohan, A; Shahabifar, M. Ebrahimi Pak, N. A., Razavi, R., Ghalebi, S., Saraie, M. R., Tabrizi Toloie, R. and Piri, R. (2013) "An evaluation on wheat water efficiency in I.R. Iran and world", Soil and Water Research Institute. [in Persian]
- Azizi Zohan, A. (2013) "An evaluation of wheat water efficiency in Iran and the world", Speech Report in Conference, Soil and Water Research Institute. [in Persian]
- Agricultural Planning Economic and Rural Development Research Institute. (2016) Increase of national production programs, food security and production of strategic products, Tehran, Iran, http://www.agri-peri.ir/File/ShowFile.aspx?ID=48c867b7-cf31-4f24-85ae-d39f51f9f134. [in Persian]
- Center for Islamic-Iranian Progress Model (2016) "Iranian water resources management; challenges and strategies", Department of Water, Environment, Food Security, and Natural Resources. [in Persian]
- Mobini Dehkordi, A. (2004) A new approach to Iranian food security, regarding food supply stability, Journal of Economic Research, no. 14, pp. 1-18. [in Persian]
- Soil and Water Deputy of the Ministry of Agricultural Jahad (2015) Strategic document of water use efficiency promotion and water use reduction in agricultural production, sixth national development program. [in Persian]
- Planning and Supervising Deputy of Presidential Organization (2008) "Iran's population trend forecast until 2025", Fifth national development program (population section), Economic Planning Office. [in Persian]
- Mir-Nezami, S. (2012) "Water consumption efficiency", PhD seminar report on water resources engineering, Tarbiat Modares

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]

University, Department of Agriculture, Water Infrastructure Group. [in Persian]
- Mircholi, F., Faramarzi, M. and Soltani, S. (2013) "The impact of virtual water on ecosystems", presented in the First International Conference of IALE, Iran, Isfahan, 30-31 October 2013. [in Persian]
- Ibrahim, I., Maruf, O. O., Alaga, A. T. (2016) "Geospatial Assessment of Crop Water Requirement for Yield Optimization of Oil Palm in South West Nigeria", Greener Journal of Agricultural Sciences.
- Wallace, J. S., Batchelor, C. H., Gregory, P., Sinclair, F. L., Valentin, C., Lal, R., Kijne, J., Sivakumar, M. V. K., Riley, R. and Billing, D. W. (1997) "Managing Water Resources for Crop Production [and Discussion] Philosophical Transactions: Biological Sciences", Vol. 352, No. 1356, Land Resources: on the Edge of the Malthusian Precipice? Jul. 29, 1997, pp. 937-947.
- Karen, F. and Virginie G. (2012) *Irrigation water requirement and water withdrawal by country*, Land and Water Division, FAO.
- FAO (2003) Review of World Water Resources by Country.
- FAO (2012) *Coping with water scarcity - an action framework for agriculture and food security*, FAO Water Reports 3.

[Downloaded from hsmsp.modares.ac.ir on 2024-04-17]