تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۲، شماره ۴، تیر ۱۴۰۰ (ص ۹۹۵-۹۸۱)
DOI: 10.22059/ijswr.2021.311070.668756
(علمی – پژوهشی)

Investigating the Water Footprint Components of Wheat and Barley in East Azerbaijan Province

MEHRDAD MOJTAHEDI[1], KHALIL KALANTARI[1*], ALI ASADI[1], HOJAT VARMAZYARI[1], JAVAD HOSSEINZAD[2]
1. Department of Agricultural Management and Development, Faculty of Agricultural Economics and Development, University of Tehran, Karaj, Iran.
2. Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
(Received: Oct. 2, 2021- Revised: March. 2, 2021- Accepted: March. 15, 2021)

ABSTRACT

East Azerbaijan province is one of the important provinces in crop production, with the production of 7.28% of the country's wheat and 4.76% of barley, which has an important role in providing these two products. But in recent years, because of multiple droughts, rainfall reduction and irregular distribution of that, the unpleasant condition of runoff water in the basin of Urmia lake, groundwater level drawdown and increasing their salinity, and etc., the agricultural production, especially the production of these two products, is facing with the challenge of water shortage, which has made the water consumption management to be of particular importance, especially in agricultural sector. Accordingly, in this study, using one of the water management tools, namely water footprint, the components of the water footprint of wheat and barley have been investigated in 21 counties between 2007-2017. Based on the results, the average water footprint for the irrigated wheat and barley in the second half of the study period were 2928 and 2888 m^3/ton, and for the rainfed wheat and barley were 2998 and 2829 m^3/ton, respectively. The average water productivity for both wheat and barley crops was 0.34 kg/m^3, indicating that the cultivation of both crops has the same pressure on the province's water resources. In the most county of the province, the share of blue water footprint was more than green water footprint and in general, the share of blue, green, gray, and white water footprints for irrigated wheat was 33.5, 20.6, 12.6, and 33.3% and for the irrigated barley was 34, 20.7, 15.5 and 29.8%, respectively. Also, for both rainfed wheat and barley, the share of green and gray water footprints was 88.3 and 11.7%. Finally, Northeast of the province could be suitable for irrigated wheat and barley cultivation in terms of water footprint index and just on the basis of water consumption management. Bostan Abad county could be suitable for irrigated wheat and rainfed products and the center, west and south of the province could be suitable for wheat and barely products, in terms of saving water resources.

Keywords: Blue Water, Green Water, Gray Water, Virtual Water.

*Corresponding Author's Email: khkalan@ut.ac.ir

بررسی اجزاء ردپای آب گندم و جو در استان آذربایجان شرقی

مهرداد مجتهدی[۱]، خلیل کلانتری[۱*]، علی اسدی[۱]،حجت ورمزیاری[۱]، جواد حسین زاد[۲]

۱. گروه مدیریت و توسعه کشاورزی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۲. گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۱۰- تاریخ بازنگری: ۱۳۹۹/۱۲/۱۲- تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵)

چکیده

استان آذربایجان شرقی به‌عنوان یکی از استان‌های مهم در تولید محصولات زراعی، با تولید ۷/۲۸ درصد گندم و ۴/۷۶ درصد جو کشور، نقش مهمی در تأمین این محصولات دارد. اما در سال‌های اخیر به دلیل وجود خشک‌سالی‌های متعدد، کاهش بارندگی و توزیع نامنظم آن، وضعیت وخیم روان آب‌ها در حوضه دریاچه ارومیه، کاهش سطح آب‌های زیرزمینی و افزایش شوری آن‌ها در منطقه و غیره، همواره تولیدات کشاورزی به‌ویژه تولید این دو محصول با چالش کمبود آب مواجه شده که باعث شده است مدیریت مصرف آب به‌ویژه در بخش کشاورزی در استان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بشود. بر همین اساس در مطالعه‌ی حاضر با بهره‌گیری از یکی از ابزارهای مدیریت آب به نام ردپای آب، به بررسی اجزای ردپای آب گندم و جو در ۲۱ شهرستان طی سال‌های ۹۶-۱۳۸۶ پرداخته‌شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده میانگین آب مجازی گندم و جو آبی در نیمه دوم دوره مورد مطالعه به ترتیب برابر با ۲۹۲۸ و ۲۸۸۸ مترمکعب بر تن و در گندم و جو دیم به ترتیب ۲۹۹۸ و ۲۸۲۹ مترمکعب بر تن بوده و به تبع آن متوسط بهره‌وری آب در هر دو محصول آبی برابر ۰/۳۴ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد که نشان می‌دهد کشت هر دو محصول فشار یکسانی بر منابع آبی استان دارد. در اکثر شهرستان‌های استان نیز سهم ردپای آب آبی بیشتر از ردپای آب سبز بوده و به‌طور کلی در استان سهم ردپای آب آبی، سبز، خاکستری و سفید برای گندم آبی به ترتیب، ۳۳/۵، ۲۰/۶، ۱۲/۶ و ۳۳/۳ درصد و در جو آبی به ترتیب، ۳۴، ۲۰/۷، ۱۵/۵ و ۲۹/۸ درصد می‌باشد. علاوه بر این برای هر دو محصول گندم و جو دیم نیز سهم ردپای آب سبز و خاکستری به ترتیب ۸۸/۳ و ۱۱/۷ درصد بدست آمده است. همچنین بر اساس شاخص ردپای آب و صرفاً بر اساس دیدگاه مدیریت مصرف آب، شمال شرق استان به لحاظ کشت گندم و جو آبی و همچنین شهرستان بستان‌آباد فقط در کشت گندم آبی و در محصولات دیم، مرکز، غرب و جنوب استان به لحاظ حفظ منابع آبی می‌توانند به‌عنوان مراکز تولید این دو محصول مناسب باشند.

واژه‌های کلیدی: آب آبی، آب سبز، آب خاکستری، آب مجازی.

مقدمه

آب یک منبع طبیعی مهم و یک منبع اقتصادی استراتژیک و همچنین یک ماده پایه‌ای ضروری برای بقا انسان و توسعه اجتماعی می‌باشد (Xia *et al.*, 2011). اما افزایش رقابت بر سر آب، نیاز به غذا برای جمعیت در حال رشد و افزایش کم‌آبی در بسیاری از نقاط جهان، برخی از دلایل مهمی هستند تا نگاهی به شیوه‌های مدیریت مصرف آب داشته باشیم (Goftari, 2014). از نظر جغرافیایی کشورهای منطقه خاورمیانه و آسیای مرکزی با بیشترین کاهش در منابع آب فیزیکی جهت مصرف جوامع خود مواجه هستند. از طرفی پیش‌بینی‌ها در خصوص تغییرات منابع و تشدید بحران آب شیرین در دنیا بر اساس میزان ریسک توسعه ناپایدار اقتصادی تا سال ۲۰۵۰ نشان می‌دهد: اغلب کشورهای آسیای مرکزی، شمال و شاخ آفریقا و آمریکای شمالی ریسک کاهش منابع آب بیش از ۴۰ درصد دارند. کشورهای خاورمیانه به‌ویژه ایران نیز با ریسک کاهش منابع آب شیرین بیش از ۵۰ درصد، از آسیب‌پذیرترین مناطق دنیا در مقابله با بحران آب هستند (IFPRI, 2010). علاوه بر این در حدود ۸۵ درصد از قلمرو ایران، خشک و دارای کمبود آب محسوس، باتجربه خشک‌سالی های مکرر و وابستگی بیش از حد به منابع آب‌های زیرزمینی می باشد (Karimi *et al.*, 2018) و در چند سال گذشته نیز، آمارهای سازمان آب منطقه‌ای در بسیاری از استان‌ها گواه ناکافی بودن منابع آب زیرزمینی و بیانگر کاهش روزافزون و کمبود آب‌های سطحی می‌باشد (Salimifard and Mostafaee, 2013)؛ اما در بین افزایش روزافزون تقاضای آب در بخش‌های مختلف، بخش کشاورزی یک مصرف‌کننده عمده منابع آبی در قالب نهاده اصلی تولید بوده و از طرفی توسعه این بخش در توسعه اقتصادی

* نویسنده مسئول: khkalan@ut.ac.ir

کشورهای در حال‌توسعه مانند ایران، از نظر تأمین امنیت غذایی مردم (Uniamikogbo, 2007)، تأمین مواد اولیه صنایع، اشتغال افراد و ایجاد درآمد اهمیت زیادی دارد (Chowdhury, 2010). در حال حاضر در ایران سرانه منابع آب تجدید پذیر برابر ۱/۳ هزار مترمکعب است، در حالی که در وضعیت پایدار باید برابر ۳/۲ هزار مترمکعب باشد؛ لذا فاصله ۱/۹ هزار مترمکعبی تا وضعیت پایدار وجود دارد و در چنین شرایطی که سهم آب در تولید محصولات کشاورزی حدود ۰/۹۵ است (Marzban *et al*., 2019)، میزان آب مصرفی واقعی در محصولات تولیدشده کشاورزی کشور می‌تواند بسیار پراهمیت باشد. در این بین دو محصول گندم و جو هم به لحاظ استراتژیک و امنیت غذایی و هم به لحاظ حجم تولیدی در کشور ما بسیار مهم می‌باشد به‌طوری که در سال ۲۰۱۸ با تولید ۱۳/۳ میلیون تن گندم و ۳/۱ میلیون تن جو به ترتیب جایگاه ۱۳ و ۱۶ در دنیا را کسب کرده است (Ministry of Jahad agriculture, 2019). به لحاظ سطح زیر کشت نیز در بین محصولات زراعی، گندم آبی با متوسط عملکرد ۴/۲ تن و گندم دیم با ۱/۴ تن، ۴۸/۷ درصد و جو آبی با متوسط عملکرد ۳/۴ تن و جو دیم با ۱/۲ تن، ۱۳/۱۱ درصد از مجموع سطح زیر کشت آبی و دیم محصولات زراعی را به خود اختصاص داده است؛ اما در ارتباط با تولید این دو محصول، آذربایجان شرقی نیز در بین استان‌های کشور به‌عنوان یکی از استان‌های مهم در تولید محصولات زراعی با دارا بودن ۷/۸۳ درصد از مجموع کل سطح مزارع گندم کشور در جایگاه سوم، در سطح مزارع فاریاب گندم با ۳/۹۱ درصد از کل اراضی، جایگاه هفتم و در سطح مزارع گندم دیم با ۹/۷۶ درصد از کل اراضی دیم در جایگاه دوم قرار دارد و در محصول جو با ۵ درصد از کل سطح مزارع جو در جایگاه هشتم، با ۳/۴ درصد از سطح کل مزارع فاریاب جو در جایگاه نهم و در جو دیم با دارا بودن ۶/۱ درصد از کل مزارع جو دیم کشور در جایگاه هفتم قرار دارد (Ministry of Jahad agriculture, 2020). همچنین این استان به لحاظ تولید با تولید ۷/۲۸ درصد گندم و ۴/۷۶ درصد جو کشور، نقش مهمی در تأمین این دو محصول حیاتی ایفا می‌کند. در داخل استان نیز محصول گندم ۴۳/۸۲ درصد و جو ۱۰/۱۳ درصد از سطح زیر کشت کل محصولات زراعی آبی و دیم را به خود اختصاص داده است؛ به عبارت دیگر دو محصول گندم و جو از محصولات حائز اهمیت در زراعت استان و خود استان نیز به لحاظ تولیدی در جایگاه قابل توجهی در کشور قرار دارد؛ اما در مقابله این موضوع یافته‌ها نشان می‌دهد که در منطقه شمال غرب کشور، قسمت‌های غرب و شمال غرب آن دارای الگوی خشک‌سالی ملایم و جنوب شرق منطقه دارای الگوی خشک‌سالی بسیار شدید می‌باشد (salahi and faridpour, 2016) و همچنین بیشترین احتمال وقوع خشک‌سالی شدید در نیمه جنوبی و به‌صورت بخش‌های منفرد مجزایی در بخش شمالی وجود دارد (Razmi and Sotoude, 2017) که همین امر باعث شده است استان آذربایجان شرقی نیز از این خشک‌سالی‌ها در امان نباشد و در سال‌های اخیر در بخش کشاورزی و به‌ویژه تولید گندم و جو با مشکل کمبود آب روبه‌رو شود که الزام توجه به مصرف منابع آب را دوچندان کرده است. لذا بررسی راهکارهای استفاده بهینه آب از طریق بازنگری در تخصیص منابع آب و مدیریت آن در بخش کشاورزی در این استان امری لازم و ضروری است؛ اما از آنجایی که میزان آب مصرفی واقعی هر محصول تحت تأثیر اقلیم منطقه، میزان تولیدات، الگوی مصرفی، عملیات کشاورزی و راندمان کاربرد آب متغیر است، نیاز به شاخصی است که بتوان با آن نیاز واقعی هر محصول را مورد ارزیابی قرار داد (Aligholinya *et al*, 2019) که یکی از مفاهیم در این زمینه، آب مجازی[1] است. با توجه به بحران شدید کمبود آب در سطح جهان به‌ویژه در سال‌های اخیر، مفهوم آب مجازی در بسیاری از کشورها برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های کلان کشوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است (Vejdani, 2015). آب مجازی در دهه ۹۰ میلادی اولین بار توسط آنتونی آلن معرفی گردید (Allen, 1997) که در حقیقت مقدار آب موردنیاز برای تولید یک محصول از شروع تا پایان تولید است و غالباً جزو پنهان و نادیده گرفته‌شده تولید است (LillyWhite, 2010)؛ اما در کنار آب مجازی، مفهوم ردپای آب[2] نیز در سال ۲۰۰۳ توسط هوکسترا معرفی گردید (Hoekstra, 2003). مفهوم ردپای آب به‌عنوان شاخصی چندبعدی از مصرف آب است که علاوه بر نوع، شامل زمان و مکان منبع مورد استفاده نیز می‌شود (Kuiper *et al*., 2010)؛ این شاخص شامل مجموع آب مصرف‌شده در طی فرآیندهای زنجیره تولید یک محصول بوده و به سه جز آب آبی[3]، آب سبز[4] و آب خاکستری[5] تقسیم می‌شود. ردپای آب آبی به حجم آبی گفته می شود که به‌صورت سطحی و یا زیرزمینی بوده و در تولید یک محصول مصرف می‌شود. (Ehsani *et al*., 2008). ردپای آب سبز همان آب باران مصرف‌شده در فرآیند تولید یک محصول است (Mekonnen and Hoekstra, 2010)؛ ردپای آب خاکستری نیز در یک محصول درواقع حجم آب شیرینی است که انبوهی از

1 -Virtual Water
۲ -Water Footprint
3 -Blue Water
4 -Green Water
5 -Gray Water

آلودگی‌های تولیدشده در جریان تولید را رقیق می‌سازد تا حجم آلودگی به کیفیت استاندارد آب در آن محیط برسد (Mekonnen and Hoekstra, 2010)؛ اما نکته‌ای که در اینجا باید به آن توجه شود این است که همواره بخشی از منابع آب در فرآیند انتقال، توزیع و آبیاری مزارع تلف می‌شود که در این پژوهش این اتلاف، بر اساس پیشنهاد Ababaei and Ramezani Etedali (2016) ردپای آب سفید (تلفات آب آبیاری) در نظر گرفته‌شده است. درنهایت با توجه به مطالب عنوان‌شده و همچنین مبادلات پنهان آب در قالب کالاها و خدمات، مزیت نسبی تولید، بهره‌وری آب، هزینه فرصت آب، جابه‌جایی آب و مسائلی از این دست ایجاب می‌کند که میزان آب مجازی محصولات تولیدشده در بخش کشاورزی به‌ویژه محصولات استراتژیکی مانند گندم و جو مشخص گردد؛ تا به توسعه روش‌های مدیریتی کارآمد و جدید در بهره‌برداری از منابع آبی پرداخته شود. به همین منظور نیز مطالعات متعدد داخلی و خارجی در این زمینه صورت گرفته است.

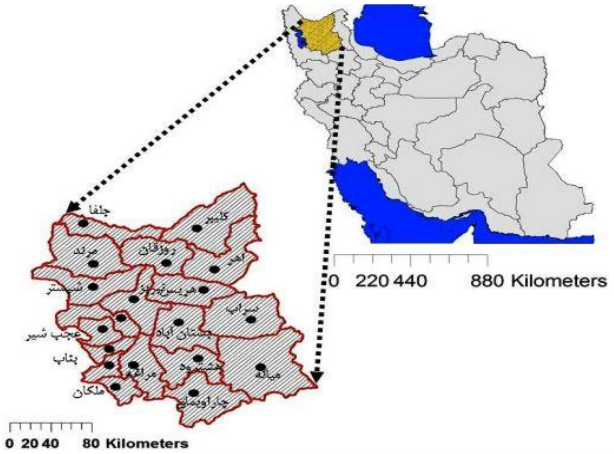
Mekonnen and Hoekstra (2010) پژوهشی با عنوان بررسی جهانی ردپای آب آبی، سبز و خاکستری گندم انجام دادند. نتایج نشان داد متوسط ردپای آب کل گندم در جهان برابر ۱۸۳۰ مترمکعب بر تن بوده و از این مقدار ۱۲۷۹ مترمکعب آب سبز، ۳۴۳ مترمکعب آب آبی و ۲۰۸ مترمکعب آب خاکستری می باشد. Sun *et al.* (2012) در پژوهشی باهدف بررسی آب مجازی غلات و جریان آب مجازی در بین مناطق مختلف چین نتیجه گرفتند که میانگین محتوای آب مجازی گندم، ذرت و برنج به ترتیب ۱۰۷۱، ۸۳۰ و ۱۲۹۴ مترمکعب می‌باشد. Khoramivaf (2017) مطالعه‌ای تحت عنوان بررسی آب مجازی، بهره‌وری و ردپای اکولوژیک آب در مزارع گندم آبی و ذرت در منطقه کوزران انجام دادند. نتایج بررسی‌ها حاکی از این است که مقدار آب مجازی مزارع گندم در منطقه برای بازدهی آبیاری معادل ۱۰۰، ۴۰ و ۳۲ درصد به ترتیب برابر ۲۲۰۲، ۳۵۲۳ و ۳۶۹۹ مترمکعب بر تن می باشد. Yousefi (2018) به‌منظور ارزیابی شاخص ردپای آب محصولات زراعی و باغی استان تهران، نشان دادند که از منظر شاخص ردپای آب برای محصولات زراعی به‌خصوص گندم و جو، شهرستان‌های جنوبی و غربی استان نسبت به سایر شهرستان‌ها اولویت دارد. Aligholinya *et al.* (2019) در پژوهشی به مقایسه و ارزیابی ردپای آب آبی، سبز و خاکستری گندم در اقلیم‌های مختلف ایران پرداختند. نتایج نشان داد، بیشترین مقادیر ردپای آب آبی در قسمت‌های مرکزی و جنوبی، بیشترین مقدار ردپای آب سبز در قسمت‌های شمالی و غربی و بیشترین مقدار ردپای آب خاکستری در قسمت‌های جنوبی دیده می‌شود. Mohlotsane *et al.* (2018) در مطالعه‌ای با عنوان ردپای آب گندم و محصولات مشتق شده از آن، در آفریقا نشان داد، ردپای آب کل گندم در وال هارتز برابر ۹۹۱/۱۲ مترمکعب بر تن بوده که از این مقدار ۷۸۸/۰۱ مترمکعب آب آبی و ۲۰۳/۱۲ مترمکعب آب سبز می‌باشد.

بدین ترتیب بر اساس مرور منابع صورت گرفته مشخص می‌شود با بررسی هرچه بیشتر ردپای آب در محصولات کشاورزی و همچنین، تغییرات آن در مناطق جغرافیایی کوچک‌تر می‌توان بهره‌برداری از منابع آب را دقیق‌تر مدیریت کرد و از آنجایی که استان آذربایجان شرقی نیز در مناطق و اقلیم‌های مختلف، نسبت‌های خشک‌سالی متفاوتی دارد که همواره تأثیرگذار در میزان عملکرد و ردپای آب محصولات است و همچنین به دلیل اهمیت ویژه دو محصول گندم و جو و مصرف آب آن‌ها در مقابل عدم انجام مطالعات دقیق در حوزه مصرف واقعی آب این دو محصول در سطح شهرستان‌ها، الزام بررسی دقیق ردپای آب این محصولات در استان بیشتر می‌شود؛ لذا در این مطالعه در مرتبه نخست شاخص ردپای آب آبی، سبز، خاکستری و سفید محصول گندم و جو در تمامی شهرستان‌ها طی سال‌های ۹۶– ۱۳۸۶ محاسبه‌شده و پس از آن مناطق اولویت‌دار کشت هر محصول صرفاً بر اساس شاخص ردپای آب پیشنهاد شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان آذربایجان شرقی از استان‌های مهم و پرجمعیت ایران است که در گوشه شمال غرب کشور و در گستره جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی واقع گردیده است. مساحت این استان ۴۵۴۹۱ کیلومترمربع است که حدود ۲/۸۱ درصد از مساحت کل کشور را شامل می‌شود (Statistical Center of Iran, 2011). در این استان خشک‌سالی‌ها به‌طور متناوب با ترسالی وجود دارد که دو یا سه سال خشک‌سالی و به همین میزان ترسالی وجود دارد، اما ترسالی‌هایی که به وقوع پیوسته‌اند نتوانسته‌اند خشک‌سالی‌ها را جبران کنند. خشک‌سالی در استان تقریباً همواره وجود داشته و تمام نقاط از این پدیده مضر در امان نبوده‌اند و خشک‌سالی گریبان گیر منطقه شده است (Asadi *et al*., 2015).



شکل ۱- محدوده استان آذربایجان شرقی و شهرستان‌های موجود

ردپای آب

بر اساس چارچوب ارائه‌شده توسط Hoekstra *et al.* (2011) ردپای آب کل در فرآیند رشد محصولات زراعی و درختان از جمع سه جز آب آبی، سبز و خاکستری به دست می‌آید؛ اما در این مطالعه همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد؛ جزء چهارم یعنی ردپای آب سفید نیز به ردپای آب کل اضافه گردید. اما با توجه به پایین بودن راندمان کل آب آبیاری که بسته به نوع شبکه آبیاری در استان، همواره راندمانی بین ۳۳/۳ و ۴۳/۵ است (Abbasi *et al*, 2017)، میزان ردپای آب سفید در محاسبات زیاد می‌باشد و همچنین از آنجایی که مقدار سهم ردپای آب سفید نسبت به ردپای آب خاکستری در تولید محصولات فاریاب بیشتر است، رقیق‌سازی کودها تا حد استاندارد (آب خاکستری) به‌وسیله ردپای آب سفید در نظر گرفته می‌شود و لازم نیست آب بیشتری برای این منظور به مجموع ردپای آب در تولید محصولات آبی اضافه شود. البته این بازنگری توسط Ababaei and Ramezani (2016) Etedali و Ramezani Etedali *et al.* (2017) نیز اعمال‌شده است. در نتیجه ردپای آب کل از طریقه رابطه ۱ (Hoekstra *et al.*, 2011; Ababaei and Ramezani Etedali, 2016) قابل‌محاسبه خواهد بود:

(رابطه ۱)

$$WFproc = WFproc,blue + WFproc,green + WFproc,gray + (WFproc.white - WFproc,gray)$$

که در این رابطه WF ردپای آب کل، WFproc,blue ردپای آب آبی، WFproc,green ردپای آب سبز، WF proc,gray ردپای آب خاکستری، WFproc,white ردپای آب سفید می‌باشد. ردپای آب در این مطالعه برحسب مترمکعب بر تن بیان‌شده است که معادل لیتر بر کیلوگرم است. در رابطه ۱ هرکدام از اجزا ردپای آب به طرق زیر قابل محاسبه خواهد بود:

(رابطه ۲)

$$WF_{proc,blue} = \frac{CWU_{blue}}{Y}$$

(رابطه ۳)

$$CWU_{blue} = 10 * \sum_{d=1}^{lgp} ET_{blue}$$

در رابطه ۲ CWUblue حجم مصرف آب آبی (مترمکعب بر هکتار) و Y عملکرد گیاه زراعی و در رابطه ۳ ETblue تبخیر-تعرق ناشی از آب آبیاری مورد استفاده گیاه (میلی‌متر بر سال) می‌باشد (Hoekstra et al., 2011). همچنین تبخیر-تعرق واقعی نیز مطابق رابطه ۴ محاسبه می‌شود که در آن ETc تبخیر-تعرق واقعی (mm)، kc ضریب گیاهی و ET0 تبخیر-تعرق مرجع (mm/day) می‌باشد (Allen et al., 1988).

(رابطه ۴)

$$ET_c = K_c \times ET_0$$

معمولاً، تبخیر و تعرق به‌طور غیرمستقیم با استفاده از مدلی برآورد می‌شود که داده‌های آب‌وهوا، خواص خاک و خصوصیات محصول به‌عنوان ورودی استفاده می‌کنند. راه‌های مختلف برای مدل‌سازی ET و رشد محصول وجود دارد. یکی از این مدل‌ها، مدل CROPWAT است که سازمان خواروبار و کشاورزی سازمان ملل متحد آن را توسعه داده است (FAO, 2010). این مدل برمبنای روشی است که Allen et al. (1998) توضیح داده‌اند (Salajegheh and Madani Larijani, 2018) که در این مطالعه نیز از این مدل به روش CWR استفاده شده است. در نرم‌افزار CROPWAT 8.0 محاسبه تبخیر – تعرق با استفاده از معادله فائو – پنمن – مونتیث (رابطه ۵) صورت می‌گیرد که اطلاعات هواشناسی آن از جمله میانگین سرعت باد، ساعات آفتابی روزانه، درصد حداقل رطوبت نسبی، میانگین حداقل درجه حرارت و میانگین حداکثر در جه حرارت در مطالعه حاضر از هفت ایستگاه هواشناسی تبریز، بستان‌آباد، جلفا، میانه، کلیبر، سراب، مراغه (برای هرسال) تهیه و برای سایر شهرستان‌ها نیز از آمار نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی استفاده‌شده است. همچنین داده‌های مربوط به تولید و سطح زیر کشت محصول گندم و جو نیز از سازمان جهاد کشاورزی و سالنامه‌های آماری استان آذربایجان شرقی به تفکیک هر شهرستان (۲۱ شهرستان) برای سال‌های ۹۶- ۱۳۸۶ دریافت گردیده است. لازم به ذکر است سال‌های مذکور به دلیل دسترسی به داده‌های مربوطه انتخاب‌شده است.

(رابطه ۵)

$$ET_0 = \frac{0.408(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a}{\triangle + \gamma(1 + 0.34U_2)}$$

در رابطه ۵، ET0 تبخیر-تعرق مرجع (mm/day)، Rn تابش خالص در سطح پوشش گیاهی (MJ/m2 day)، T متوسط دمای هوا در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین (C0)، U2 متوسط سرعت باد در ارتفاع ۲ متری (m/s)، es-ea کمبود فشار بخار در ارتفاع ۲ متری (kpa)، $\triangle$ شیب منحنی فشار بخار (kpa/c0)، γ ضریب

سایکومتری (kpa/C0) و G شار گرما به داخل خاک (MJ/m2 day) می‌باشد؛ اما همان‌طور که گفته شد آب سبز نیز شامل حجمی از آب باران مؤثر می‌باشد که به‌صورت رطوبت در خاک ذخیره می‌شود و از طریق روابط ۶ و ۷ قابل محاسبه می‌باشد (Hoekstra et al., 2011)؛ که در این روابط CWUgreen حجم مصرف آب سبز (m3/ha) و ETgreen تبخیر-تعرق آب سبز می باشد.

$$WF_{proc,green} = \frac{CWU_{green}}{Y} \quad \text{(رابطه ۶)}$$

$$CWU_{green} = 10 * \sum_{d=1}^{lgp} ET_{green} \quad \text{(رابطه ۷)}$$

همچنین آب خاکستری نیز از طریق رابطه ۸ به‌صورت زیر محاسبه شده است(Hoekstra *et al.*, 2011):

$$WF_{proc,gray} = \frac{(\alpha \times NAR)/(C_{max} - C_{nat})}{Y} \quad \text{(رابطه ۸)}$$

در این رابطه α درصد تلفات کودهای نیتروژن، NAR مقدار کود مورد استفاده در هر هکتار از زمین زراعی (Kg/ha)، Cmax حداکثر غلظت قابل‌قبول نیتروژن (kg/m3) و Cnat غلظت طبیعی نیتروژن در منابع آب دریافت‌کننده (kg/m3) و Y عملکرد محصول (ton/ha) می‌باشد. در مطالعه حاضر، ردپای آب خاکستری تنها برای کودهای نیتروژن بکار گرفته‌شده است. آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا با توجه به پژوهش Chapagain (2006) حداکثر غلظت مجاز نیتروژن در منابع آب سطحی و زیرزمینی را ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر توصیه کرده است (Piri and Sarani, 2020) و همچنین از آنجا که اطلاعات دقیقی از غلظت واقعی نیتروژن در منابع آب دریافت‌کننده در دست نیست، این مقدار برابر صفر در نظر گرفته‌شده است (Mekonnen and Hoekstra, 2010)؛ و درنهایت ردپای آب سفید نیز بر اساس فرمول پیشنهادی Ababaei and Ramezani Etedali (2016) به‌صورت رابطه ۹ می‌باشد؛ که در این رابطه GIIrr نیاز آبی ناخالص گیاه (m3/ha)، IRIrr نیاز آبی خالص گیاه (m3/ha) و Y عملکرد محصول زراعی فاریاب (ton/ha) می‌باشد.

$$WF_{proc,white} = \frac{10*(GI_{Irr} - IR_{Irr})}{Yield_{Irr}} \quad \text{(رابطه ۹)}$$

نتایج و بحث

بر اساس یافته‌ها جهت محاسبه ردپای آب محصولات، در جدول (۱) نتایج مربوط به میزان CWU_{blue}، CWU_{green} و $GI_{Irr} - IR_{Irr}$ در واحد سطح گزارش‌شده است؛ همچنین نتایج حاصل از محاسبه ردپای آب آبی، سبز، خاکستری و سفید طی سال‌های ۹۶-۱۳۸۶ به ترتیب در جدول‌های (۲، ۳، ۴ و ۵) آورده شده است. بر اساس تقسیمات استانی نیز اطلاعات مربوط به شهرستان‌های خداآفرین و هوراند از سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۴ موجود می باشد که محاسبات ردپای آب در این دو شهرستان از سال‌های مذکور انجام‌گرفته است. نکته قابل توجه در نتایج به دست آمده، وجود اختلاف در اجزای ردپای آب برای هر شهرستان در سال‌های مختلف می‌باشد؛ که علت این امر تفاوت عملکرد محصولات در طی سال‌های مختلف است؛ به فرض مثال بر اساس گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان آذربایجان شرقی میزان عملکرد گندم در شهرستان آذرشهر در سال ۱۳۸۶ برابر ۳/۶۱۹ تن و در سال ۱۳۸۷ برابر ۰/۸۷۵ تن بوده است که بر همین اساس ارقام محاسباتی مربوط به اجزای ردپای آب گندم و جو همواره در طول سال‌های مختلف با تفاوت‌هایی حتی گاهاً زیاد همراه بوده است. لذا در این مطالعه سعی بر این بوده است تا اجزای آب هر دو محصول به‌صورت تفکیکی در سال‌های مختلف ارائه شود تا جریان تغییرات این اجزا در طول دوره مورد مطالعه ملموس‌تر باشد. همان‌طور که پیش‌تر نیز عنوان شد به دلیل حجم بالای ردپای آب سفید، میزان ردپای آب خاکستری به‌صورت ترکیب شده با آب سفید در نظر گرفته‌شده است. به همین علت در جدول (۶) مجموع ردپای آب محصولات از حاصل جمع ردپای آب آبی، سبز، خاکستری و سفید (با کسر آب خاکستری) گزارش‌شده است. لازم به توضیح است که در جدول (۵) ردپای آب سفید به‌صورت بدون کسر آب خاکستری و با میزان محاسبه اولیه گزارش‌شده است تا نسبت بالای آن به ردپای آب خاکستری مشخص باشد. همان‌طوری که قابل‌مشاهده است در اکثر شهرستان‌ها ردپای آب سفید در حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد ردپای آب کل را تشکیل می‌دهد.

بر اساس یافته‌ها مطابق جدول (۶) و شکل (۲) مجموع میانگین ردپای آب استان در طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۰ در محصول گندم آبی ۲۹۲۸ مترمکعب بر تن و بهره‌وری آب ۰/۳۴۱ کیلوگرم بر مترمکعب و در گندم دیم میانگین ردپای آب کل ۲۹۹۸ مترمکعب بر تن می‌باشد. این اعداد در مقایسه با نتایج Ababaei and Ramezani Etedali (2016) که مجموع متوسط ردپای آب گندم آبی و دیم را در استان آذربایجان شرقی و در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ به ترتیب ۳۰۲۲ (بعد از کسر آب خاکستری) و ۳۱۱۳ مترمکعب برتن گزارش کرده‌اند، نشان می‌دهد متوسط ردپای آب کل در محصول گندم آبی و دیم در این استان در سال‌های اخیر کاهش پیدا کرده است که دلیل عمده آن می‌تواند افزایش عملکرد به سبب افزایش استفاده از کود و تغییر واریته ها باشد. همچنین در محصول جو آبی مجموع متوسط ردپای آب ۲۸۸۸ مترمکعب بر تن و بهره‌وری آن ۰/۳۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب و در محصول جو دیم ۲۸۲۹ مترمکعب بر تن می‌باشد که آن‌هم در مقایسه با گزارش Ramezani Etedali and Ababaei (2016) که متوسط ردپای آب کل جو آبی و دیم را برای استان

آذربایجان شرقی در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ به ترتیب ۳۱۲۷ و ۱۴۳۱ مترمکعب برتن گزارش کرده‌اند، نشان می‌دهد در محصول جو آبی متوسط ردپای آب کل در استان کاهش ولی در جو دیم افزایش شدیدی وجود داشته است که علت اصلی آن کاهش عملکرد بوده که می‌تواند براثر تغییرات اقلیم رخداده باشد چراکه بر اساس یافته‌های .Beirami et al (2015) عملکرد جو دیم در استان آذربایجان شرقی به‌شدت تحت تأثیر اقلیم و تغییرات آن می باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مجموع ردپای آب در تولید گندم و جو آبی اختلاف قابل توجهی ندارد. بنابراین، کشت گندم و جو آبی فشار یکسانی بر منابع آبی استان خواهد داشت. همچنین سهم آب سبز، آبی، خاکستری و سفید در تولید گندم آبی به ترتیب، ۳۳/۵، ۲۰/۶، ۱۲/۶ و ۳۳/۳ درصد و در جو آبی ۳۴، ۲۰/۷، ۱۵/۵ و ۲۹/۸ درصد برآورد شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود از نظر سهم اجزای ردپای آب نیز در استان آذربایجان شرقی، اختلاف چندانی بین گندم و جو آبی وجود ندارد؛ به عبارت دیگر علاوه بر تشابه فیزیولوژیکی این دو محصول، کشاورزان از شیوه‌های مدیریتی یکسانی در مصرف کود و آبیاری استفاده می‌کنند که این نتیجه همسو با نتایج مطالعات مشابه در سطح کشوری می باشد. علاوه بر این درصدهای به دست آمده در مقایسه با سهم اجزای آب در سطح کشور که به ترتیب برای گندم آبی برابر ۲۳، ۲۵، ۱۷ و ۳۵ درصد (Ababaei and Ramezani Etedali, 2014) و برای جو آبی ۲۰، ۲۶، ۱۸ و ۳۶ درصد (Ramezani Etedali and Ababaei, 2016) می‌باشد نشان می دهد که در این استان سهم ردپای آبی در تولید گندم و جو بیشتر از متوسط کشور بوده و سایر اجزا از متوسط کشوری در سطح پایین‌تری قرار دارند. نکته قابل‌توجه در هر دو محصول سهم ردپای آب سفید در اراضی فاریاب می‌باشد، البته این سهم از متوسط کشوری در هر دو محصول کمتر است اما سهم قابل‌توجهی در ردپای آب گندم و جو استان دارد، هرچند این حجم آب در طول زمان می‌تواند به چرخه آبی استان بازگردد، اما با اعمال مدیریت مؤثر و کاهش این سهم، می‌توان از آن در سایر فرآیندهای تولیدی استفاده کرد. در بین شهرستان‌ها نیز، شبستر، عجب‌شیر، جلفا، مراغه، اسکو، تبریز، مرند، آذرشهر، بناب، هشترود و ملکان بیشترین سهم ردپای آب سفید را از مجموع ردپای آب محصولات در بین شهرستان ها را دارند که باعث می‌شود لزوم توجه به اهمیت کنترل تلفات آبیاری و مدیریت مؤثر آب آبیاری در این شهرستان‌ها پررنگ‌تر بشود.

همچنین بر اساس یافته‌ها متوسط کل حجم برداشت سالانه از منابع آب جهت تولید گندم و جو آبی در استان آذربایجان شرقی، به ترتیب ۹۳۰ و ۲۱۰ میلیون مترمکعب می باشد که از این مقادیر ۷۳۹ میلیون مترمکعب در گندم و ۱۶۶/۵ میلیون مترمکعب در محصول جو از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی استان می‌باشد و در هر دو محصول بیشتر از ۴۵ درصد این ارقام مربوط به تلفات آبیاری و آلودگی آب می‌باشد که این امر به سبب سیستم انتقال آب و آبیاری سنتی و استفاده زیاد از کود شیمیایی می‌باشد؛ لازم به توضیح است که هرچند میزان ردپای آب خاکستری در جو آبی نسبت به گندم آبی بیشتر است، اما به دلیل حجم بالای تولید گندم میزان متوسط کل آلودگی آب در اثر تولید گندم بیشتر از جو می‌باشد به‌طوری که سالانه به‌طور متوسط ۱۱۶/۵ و ۳۲ میلیون مترمکعب آب به ترتیب در اثر تولید گندم و جو آبی در استان آلوده می‌شود. نسبت آب سبز به آب آبی نیز در هر دو محصول تقریباً ۰/۶ می‌باشد که نشان می‌دهد در این استان تولیدات گندم و جو اتکای بیشتری به آب آبیاری داشته و میزان و توزیع بارندگی‌ها مطابقت کاملی با نیاز آبیاری این محصولات در استان ندارد. لذا انتظار می‌رود که برای افزایش بهره‌وری محصول و همچنین کاهش اثرات اقلیمی بر عملکرد محصولات، استفاده از کودهای شیمیایی در بین کشاورزان افزایش یافته باشد که همین امر دلیل اصلی بالا بودن ردپای آب خاکستری در شهرستان‌ها می‌باشد. همان‌طور که پیش‌تر نیز گفته شد متوسط بهره‌وری آب نیز در هر دو محصول تقریباً برابر ۰/۳۴ می‌باشد که بیشترین بهره‌وری در گندم و جو آبی به ترتیب مربوط به شهرستان بستان‌آباد و خداآفرین بوده و کمترین آن در هر دو محصول در شهرستان هشترود می‌باشد.

مطابق جدول (۳) بیشترین سهم ردپای آب سبز در محصولات گندم و جو آبی مربوط به شهرستان های ورزقان، کلیبر، خداآفرین و اهر با متوسط سهم ۳۱/۵ درصد بوده و همچنین کمترین این سهم در گندم آبی مربوط به شهرستان های اسکو، تبریز، مرند، آذرشهر با متوسط سهم ۱۶/۹ درصد و در جو آبی با متوسط سهم ردپای آب سبز ۱۵/۴ درصد مربوط به شهرستان های جلفا، مراغه و مرند می باشد. در محصولات دیم نیز در گندم و جو دیم، شهرستان های ورزقان و کلیبر به ترتیب با متوسط سهم ۹۰/۷ و ۹۱/۳ درصد آب سبز بیشترین و شهرستان جلفا و اسکو در گندم دیم، جلفا و مرند در جو دیم با متوسط آب سبز ۸۴/۱ درصد کمترین سهم را دارند. مطابق این یافته و بر اساس موقعیت جغرافیایی شهرستان‌های ذکرشده، میزان استفاده محصولات از آب سبز در شمال شرق استان نسبت به سایر مناطق استان به ویژه شمال غرب و غرب آن در وضعیت بهتری قرار دارد و محصولات آبی در این منطقه از استان اتکای کمتری به آب آبیاری دارند که یکی از علت‌های اصلی آن، میزان بارندگی زیاد در شمال شرق استان می‌باشد؛ به‌طور مثال بر اساس

سالنامه آماری آذربایجان شرقی، بیشترین متوسط میزان بارندگی سالانه در بین ایستگاه های استان در شهر کلیبر با ۵۶۶ میلی‌متر و کمترین متوسط میزان بارندگی مربوط به عجب‌شیر با ۲۸۲/۲ میلی‌متر می‌باشد (Statistical yearbook of East Azerbaijan, 2014) و یا در سال جاری (۱۳۹۹) بیشترین میزان بارندگی با حدود ۶۳۴/۷ میلی‌متر از شهرستان اهر و کمترین میزان بارندگی با ۲۴۱/۲ میلی‌متر از شهرستان جلفا به ثبت رسیده است (Meteorology of East Azerbaijan, 2020) که با توجه به موقعیت مکانی شهرستان‌ها، این یافته با میزان بارندگی‌های منطقه توجیه پذیر می باشد.

ردپای آب سبز و خاکستری در تولید گندم و جو دیم نیز برای کل شهرستان‌های استان در جداول ۳ و ۴ نمایش داده‌شده است که سهم آب سبز و خاکستری برای ردپای هر دو محصول گندم و جو دیم به ترتیب، ۸۸/۳ و ۱۱/۷ درصد می‌باشد. بنابراین از دیدگاه منابع آبی، کشت گندم و جو دیم نسبت به هم در استان آذربایجان شرقی ارجحیتی ندارد. بیشترین و کمترین مجموع ردپای آب در اراضی گندم دیم به ترتیب با ۴۲۶۹ و ۱۹۴۷ مترمکعب بر تن در شهرستان‌های مرند و تبریز و در جو دیم با ۴۷۱۴ و ۱۸۷۲ مترمکعب بر تن در شهرستان‌های بستان‌آباد و هریس می باشد. همان طوری که مشخص است دامنه تغییرات مجموع ردپای آب در جو دیم نسبت به گندم دیم در استان بیشتر است که همواره همسو با تاثیرپذیری شدید جودیم از اقلیم و تغییرات آن در استان می باشد. شهرستان‌های جلفا و مرند نیز به ترتیب با ۱۵/۵ و ۱۵/۸ درصد بیشترین سهم آب خاکستری را نسبت به مجموع ردپای آب در هر دو محصول به خود اختصاص داده اند که با مصرف بهینه کودهای شیمیایی، امکان کاهش سهم آب خاکستری در این شهرستان‌ها به وجود خواهد آمد چراکه کود کمتری وارد آب‌های زیرزمینی شده و یا به‌وسیله آب‌های سطحی شسته خواهد شد. (Norse, 2005).

مطابق شکل (۲)، در برخی از شهرستان‌ها، از نظر ردپای آب در اراضی فاریاب و دیم اختلاف قابل‌توجهی نیز وجود دارد که می‌توان بر این اساس، نوع کشت آبی یا دیم را در سطح این استان‌ها از نظر مدیریت مصرف آب تعیین کرد. به‌عنوان مثال، نسبت ردپای آب در تولید گندم آبی به گندم دیم در شهرستان هشترود در حدود ۱۶۷ درصد است. بنابراین افزایش تولید دیم و کاهش سطح اراضی آبی در این شهرستان از نظر کاهش مصرف منابع آب قابل توصیه است؛ البته لازم به ذکر است این توصیه‌ها فقط می‌تواند از جنبه مدیریت مصرف آب مدنظر باشد و حتی در این جنبه نیز سایر دیدگاه‌های مدیریتی مانند هزینه فرصت آب و ... هم به فراخور شرایط هر شهرستان می‌تواند تصمیمات را تحت تأثیر قرار بدهد.

بر اساس مقایسه نتایج به دست آمده در جداول ۲ و ۵ نیز مشاهده می‌شود در گندم آبی، شهرستان‌های هشترود، مراغه و هریس و در جو آبی شهرستان‌های هشترود، مراغه و سراب دارای بیشترین میزان ردپای آب آبی بوده و نکته قابل‌توجهی که وجود دارد این است که این شهرستان‌ها هم‌زمان دارای بیشترین میزان ردپای آب سفید نیز هستند. به‌عبارت‌دیگر در شهرستان‌هایی که میزان رد پای آب آبی در تولیدات آن‌ها بیشتر است، تلفات آبیاری بیشتری نیز دارند. این رخ داد با توجه به اینکه با افزایش حجم آب آبیاری، حجم نفوذ و تبخیر آب بالایی نیز اتفاق می‌افتد، می تواند منطقی باشد. لذا به لحاظ دیدگاه صرفه‌جویی در آب تغییرات سیستم آبیاری و انتقال آب به سیستم‌های پیشرفته در این دسته از شهرستان‌ها می‌تواند در اولویت باشد.

اما برای تعیین شهرستان‌ها به لحاظ نوع محصولات آبی صرفاً از دیدگاه شاخص ردپای آب و مدیریت منابع آب، سه شاخص مختلف در این مطالعه در نظر گرفته‌شده است و شهرستان‌های منتخب نهایتاً باید در هر سه شاخص معرفی بشوند که به‌عنوان روش ((انتخاب ردپای آب[1])) معرفی می‌شود. این روش متشکل از شاخص‌های حداقل میانگین مجموع ردپای آب، حداقل میانگین ردپای آب آبی و حداکثر میانگین نسبت ردپای آب سبز به آبی می باشد و به انتخاب نویسندگان در این مطالعه با توجه به تعداد شهرستان‌های استان، تا رتبه ۵ مورد استناد این روش می‌باشد و شهرستان‌هایی که تا جایگاه پنجم در هر سه شاخص وجود داشته باشند به‌عنوان شهرستان‌های منتخب معرفی خواهند شد. در محصولات دیم نیز با توجه به اینکه ردپای آب آبی وجود ندارد، فقط شاخص حداقل میانگین مجموع ردپای آب در نظر گرفته شده است. بر همین اساس از دیدگاه حداقل میانگین مجموع ردپای آب در گندم آبی، شهرستان‌های بستان‌آباد، کلیبر، خدآفرین، عجب‌شیر و اهر، از دیدگاه حداقل میانگین ردپای آب آبی، شهرستان‌های کلیبر، خدآفرین، بستان‌آباد، اهر، هوراند و از دیدگاه حداکثر میانگین نسبت ردپای آب سبز به آب آبی، شهرستان‌های کلیبر، خدآفرین، ورزقان، اهر و بستان‌آباد به ترتیب در اولویت می‌باشند. در حالت کلی چهار شهرستان کلیبر، خدآفرین، اهر و بستان‌آباد در هر سه دیدگاه در اولویت‌های نخست قرار داشته و می‌توانند به‌عنوان شهرستان‌های برتر از دیدگاه ردپای آب برای گندم آبی معرفی شوند و در گندم

[1] -water footprint choice

دیم نیز به لحاظ کمینه‌ی مجموع میانگین ردپای آب، شهرستان‌های تبریز، هریس، مراغه، اسکو، آذرشهر به ترتیب در رتبه‌های نخست تا پنجم قرار دارند. در محصول جو آبی نیز در دیدگاه حداقل میانگین مجموع ردپای آب، شهرستان‌های خداآفرین، کلیبر، بستان‌آباد، هوراند و اهر، در دیدگاه حداقل میانگین ردپای آب آبی، شهرستان‌های خداآفرین، کلیبر، هوارند، اهر و بستان‌آباد پنج شهرستان نخست و درنهایت در دیدگاه حداکثر میانگین نسبت ردپای آب سبز به آب آبی، شهرستان‌های اهر، کلیبر، هوراند، ورزقان و خداآفرین به ترتیب در رتبه‌های نخست قرار دارند. در حالت کلی برای محصول جو آبی با توجه به این‌که شهرستان‌های خداآفرین، کلیبر، هوراند، اهر در هر سه دیدگاه در اولویت قرار دارند، به‌عنوان شهرستان‌های برتر از دیدگاه شاخص ردپای آب معرفی می‌شوند. در جو دیم نیز به لحاظ حداقل میانگین مجموع ردپای آب، شهرستان‌های هریس، چاراویماق، شبستر، هشترود و تبریز پنج شهرستان نخست استان می‌باشند. بر اساس یافته‌ها در کل استان میانگین سهم آب خاکستری در گندم آبی ۱۲/۶ درصد، در جو آبی ۱۵/۵ درصد و در گندم و جو دیم ۱۱/۷ درصد می‌باشد؛ در صورتی که میانگین سهم آب خاکستری شهرستان‌های معرفی‌شده در گندم و جو آبی، به ترتیب حدوداً ۱۵ درصد و ۱۸ درصد (به‌غیر از هوارند که ۱۶/۲ درصد می‌باشد) می‌باشد؛ لذا شهرستان‌های معرفی‌شده برای هر دو محصول گندم و جو آبی، سهم آب خاکستری بیشتری نسبت به استان دارند و یکی از دلایل عملکرد بالا در آن‌ها می‌تواند استفاده زیاد از کود باشد. در محصولات دیم نیز شهرستان هشترود در جو دیم با میانگین سهم آب خاکستری ۱۳/۰۲ درصد و در گندم دیم همه شهرستان‌های معرفی‌شده با میانگین ۱۳ درصد، سهم آب خاکستری بیشتری نسبت به متوسط استان دارند که در اینجا هم همانند محصولات آبی، کود می‌تواند دلیل عملکرد بالای این شهرستان‌ها باشد. همچنین بر اساس یافته‌ها (شکل ۲) همان‌طور که پیش‌تر نیز عنوان شد، در اکثر شهرستان‌ها سهم آب آبی در محصولات آبی بیشتر از سهم آب سبز است و فقط در شهرستان‌های ورزقان، کلیبر، اهر، خداآفرین در هر دو محصول و هوراند فقط در جو این نسبت کمتر است که دلیل آن تناسب توزیع بارندگی در این مناطق با فصل کشت می‌باشد و در همه‌ی اراضی دیم نیز سهم آب سبز نسبت به سهم آب خاکستری بیشتر است که علت اصلی آن نیز علاوه بر بارندگی، استفاده محدود از کود در سطح اراضی دیم در مقایسه با اراضی آبی می‌باشد.

جدول ۱- حجم مصرفی آب آبی، آب سبز و اختلاف نیاز آبی ناخالص و خالص محصولات گندم و جو (m3/ha)

سال	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹		۱۳۹۰		۱۳۹۱		۱۳۹۲		۱۳۹۳		۱۳۹۴		۱۳۹۵		۱۳۹۶	
محصول/ شهرستان	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو
$10*(ET_c\text{-}P_{eff,c})$																						
بستان آباد	۲۸۴۶	۱۳۴۶	۳۹۱۹	۳۲۳۶	۴۱۰۶	۳۴۶۳	۲۷۰۶	۲۱۲۹	۲۶۸۶	۱۶۴۷	۲۳۲۵	۱۷۴۴	۳۱۴۶	۳۰۵۸	۲۹۰۶	۳۸۷۹	۳۰۷۳	۲۷۸۷	۲۴۵۶	۱۴۴۷	۳۱۸۳	۱۹۵۵
تبریز	۲۷۷۰	۲۲۶۵	۴۹۶۵	۳۸۰۸	۴۲۲۳	۳۴۹۲	۳۴۷۵	۲۸۳۷	۳۶۸۱	۲۹۴۳	۳۹۰۹	۳۱۸۵	۳۵۴۸	۲۸۸۳	۳۸۹۷	۳۲۱۸	۳۹۳۲	۳۲۳۶	۳۷۵۸	۳۲۵۶	۳۸۹۰	۳۵۴۶
جلفا	۳۱۵۰	۲۶۱۶	۳۲۶۷	۲۶۹۷	۳۸۰۳	۳۱۴۰	۲۲۰۷	۱۷۳۸	۳۴۸۲	۲۹۱۱	۳۱۴۸	۲۶۰۵	۳۱۱۶	۲۵۳۰	۴۰۷۴	۳۳۲۴	۳۲۵۹	۲۸۲۷	۳۱۳۰	۲۷۲۱	۳۳۷۱	۳۳۷۹
میانه	۱۹۷۰	۱۶۰۳	۳۹۷۳	۳۰۵۴	۳۴۳۸	۳۳۱۹	۱۶۱۷	۱۷۹۴	۲۸۸۴	۲۲۶۹	۱۵۴۷	۱۵۴۵	۳۳۱۶	۳۰۱۷	۳۰۰۱	۲۵۷۷	۳۰۹۸	۲۸۴۳	۳۰۵۰	۳۲۰۵	۲۶۸۷	۲۹۳۹
کلیبر	۱۹۰۳	۱۴۸۳	۳۱۰۸	۲۷۳۸	۲۹۷۰	۲۵۷۰	۲۰۰۱	۱۵۳۲	۲۵۰۹	۱۹۹۶	۲۵۰۵	۲۳۳۸	۲۹۱۹	۲۴۶۰	۲۵۵۹	۲۲۵۶	۱۴۶۲	۱۳۸۵	۲۵۹۸	۱۹۵۰	۲۶۶۱	۲۰۶۷
سراب	۲۸۲۸	۲۳۹۶	۴۴۳۳	۳۲۱۶	۳۷۷۵	۳۱۸۵	۳۲۲۰	۲۸۰۰	۳۲۲۸	۲۲۹۰	۲۵۲۳	۲۲۱۳	۳۶۶۱	۲۸۴۱	۳۵۴۱	۲۲۹۹	۳۹۰۲	۲۱۳۳	۳۳۴۵	۲۱۹۸	۴۲۶۹	۲۶۸۵
مراغه	۲۲۶۳	۱۷۲۳	۴۹۵۱	۳۸۸۳	۴۳۸۴	۳۶۸۰	۳۲۸۱	۲۶۴۷	۳۴۱۷	۲۲۴۱	۴۴۵۳	۳۴۶۱	۴۲۱۳	۳۶۶۹	۴۱۰۲	۳۲۸۰	۴۰۴۲	۳۴۷۵	۴۰۹۳	۳۳۵۳	۳۹۴۹	۳۵۲۰
$10*P_{eff,c}$																						
بستان آباد	۲۱۵۳	۱۷۳۲	۱۳۸۳	۱۱۵۰	۱۵۱۶	۷۰۹	۲۴۷۱	۲۱۵۷	۲۳۳۶	۲۳۱۶	۲۶۷۱	۱۹۸۵	۲۴۲۸	۲۳۵۱	۲۴۸۷	۱۸۸۳	۲۷۲۶	۱۶۸۱	۱۹۶۹	۱۷۵۷	۱۳۰۹	۱۲۵۴
تبریز	۲۳۴۵	۱۷۱۴	۹۲۱	۸۴۵	۱۴۴۰	۱۰۵۳	۲۱۳۶	۱۹۴۰	۱۷۹۱	۱۷۷۶	۱۴۰۹	۱۲۹۱	۲۲۲۶	۲۱۱۹	۱۹۳۱	۱۷۶۷	۱۸۴۵	۱۸۳۳	۱۹۵۰	۱۷۷۳	۱۵۶۸	۱۵۲۶
جلفا	۱۱۱۹	۷۶۹	۱۴۰۳	۱۱۱۷	۸۸۷	۷۰۶	۲۴۷۱	۲۳۹۹	۱۳۹۰	۱۰۳۴	۱۳۷۲	۹۹۰	۲۱۱۴	۱۸۲۶	۹۲۷	۷۹۲	۱۹۷۷	۱۴۷۸	۱۹۷۷	۱۶۷۱	۱۹۷۷	۱۱۸۶
میانه	۲۳۶۰	۱۶۷۹	۱۰۶۹	۹۲۷	۱۳۴۱	۱۰۹۷	۳۰۸۱	۲۸۲۰	۱۶۲۶	۱۵۴۰	۲۹۱۶	۲۵۸۱	۱۸۱۸	۱۴۰۱	۱۸۵۱	۱۸۲۹	۱۷۱۵	۱۴۴۲	۱۵۱۰	۱۴۷۱	۱۶۵۶	۱۶۵۵
کلیبر	۲۵۳۱	۲۱۰۶	۲۲۸۵	۲۰۴۱	۲۴۷۸	۱۸۲۰	۲۷۰۳	۲۴۵۸	۲۴۳۳	۲۰۹۸	۲۸۴۲	۲۰۶۶	۲۴۴۵	۲۱۰۴	۲۱۹۹	۱۹۷۸	۳۷۳۱	۲۸۱۹	۲۷۳۳	۲۵۳۲	۲۴۵۳	۲۱۲۰
سراب	۱۸۱۹	۱۳۱۵	۹۲۶	۸۵۸	۱۴۸۳	۹۰۶	۲۲۱۵	۱۹۲۸	۱۷۰۴	۱۴۷۱	۲۱۲۳	۱۶۵۵	۱۷۲۴	۱۲۹۰	۱۵۲۶	۱۴۳۳	۱۷۳۷	۱۷۴۳	۱۸۱۲	۱۷۴۳	۱۵۳۸	۱۳۹۶
مراغه	۲۶۹۹	۱۹۵۵	۹۵۳	۸۷۶	۱۳۴۹	۸۲۴	۲۷۷۸	۲۴۶۴	۲۰۱۵	۱۹۶۲	۱۲۰۶	۸۹۲	۲۱۰۴	۱۶۶۹	۱۷۹۴	۱۷۱۵	۲۶۷۷	۱۶۶۳	۲۵۶۸	۱۶۶۷	۲۱۷۴	۱۲۶۸
$10*(GI_{Irr}-IR_{Irr})$																						
بستان آباد	۳۹۹۰	۱۸۸۷	۵۴۴۵	۴۴۹۷	۵۶۵۴	۴۷۶۸	۳۶۹۳	۲۹۰۵	۳۶۳۲	۲۲۲۷	۳۱۱۶	۲۳۳۸	۴۲۱۰	۴۰۹۲	۳۸۷۹	۵۱۷۷	۴۰۹۰	۳۷۰۹	۳۲۶۱	۱۹۲۲	۴۱۹۵	۲۵۷۶
تبریز	۳۸۸۴	۳۱۷۶	۶۸۹۹	۵۲۹۱	۵۸۱۵	۴۸۰۸	۴۷۴۲	۳۸۷۲	۴۹۷۸	۳۹۸۰	۵۲۳۹	۴۲۶۹	۴۷۴۸	۳۸۵۸	۵۲۰۱	۴۲۹۵	۵۲۳۳	۴۳۰۷	۴۹۹۰	۴۲۲۴	۵۱۲۶	۴۶۷۳
جلفا	۴۴۱۷	۳۶۶۸	۴۵۳۹	۳۷۴۸	۵۲۳۷	۴۳۲۴	۳۰۱۲	۲۳۷۲	۴۷۰۹	۳۹۳۷	۴۲۱۹	۳۴۹۲	۴۱۷۰	۳۳۸۶	۵۴۳۸	۴۴۳۶	۴۳۳۷	۳۷۶۲	۴۱۵۷	۳۶۱۳	۴۴۴۲	۴۴۵۳
میانه	۲۷۶۲	۲۲۴۷	۵۵۲۰	۴۲۴۳	۴۵۷۰	۴۷۳۴	۲۲۰۷	۲۴۴۸	۳۹۰۰	۳۰۶۸	۲۰۷۳	۲۰۷۱	۴۴۳۸	۴۰۳۸	۴۰۰۵	۳۴۳۹	۴۱۲۳	۳۷۸۴	۴۰۵۰	۴۲۵۶	۳۵۴۱	۳۸۷۳
کلیبر	۲۶۶۸	۲۰۷۹	۴۳۱۸	۳۸۰۴	۴۰۸۹	۳۵۳۹	۲۷۳۱	۲۰۹۱	۳۳۹۳	۲۶۹۹	۳۳۵۸	۳۱۳۴	۳۹۰۶	۳۲۹۲	۳۴۱۵	۳۰۱۱	۱۹۴۶	۱۸۴۳	۳۴۵۰	۲۵۹۰	۳۵۰۷	۲۷۲۴
سراب	۳۹۶۵	۳۳۵۹	۶۱۶۰	۴۴۶۹	۵۱۹۸	۴۳۸۶	۴۳۹۴	۳۸۲۱	۴۳۶۶	۳۰۹۷	۳۳۸۲	۲۹۶۶	۴۸۹۹	۳۸۰۲	۴۷۲۶	۳۰۶۸	۵۱۹۳	۲۸۳۹	۴۴۴۲	۲۹۱۹	۵۶۲۶	۳۵۳۸
مراغه	۳۱۷۳	۲۴۱۶	۶۸۷۹	۵۳۹۵	۶۰۳۷	۵۰۶۷	۴۴۷۸	۳۶۱۲	۴۶۲۱	۳۰۳۱	۵۹۶۹	۴۶۳۹	۵۶۳۸	۴۹۱۰	۵۴۷۵	۴۳۷۸	۵۳۷۹	۴۶۲۵	۵۴۳۶	۴۴۵۳	۵۲۰۴	۴۶۳۹

جدول ۲- ردپای آب آبی محصول گندم و جو آبی در سال‌های ۹۶-۱۳۸۶ (m^3/ton) (استان آذربایجان شرقی)

سال	ردپای آب آبی گندم و جو آبی																					
	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹		۱۳۹۰		۱۳۹۱		۱۳۹۲		۱۳۹۳		۱۳۹۴		۱۳۹۵		۱۳۹۶	
محصول/ شهرستان	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو
ورزقان	۷۱۰	۶۲۴	۱۷۲۹	۱۳۳۵	۱۶۱۸	۱۱۵۹	۷۱۵	۶۰۴	۱۵۶۸	۸۱۴	۱۱۷۶	۱۰۶۳	۸۵۹	۷۹۳	۷۲۱	۶۶۰	۴۵۸	۳۴۵	۷۲۵	۵۵۷	۹۱۶	۶۸۹
کلیبر	۶۱۹	۵۰۹	۱۰۲۳	۸۶۹	۶۵۱	۷۱۴	۸۵۶	۷۳۰	۹۲۱	۸۷۲	۵۳۰	۷۵۴	۶۱۴	۶۲۳	۵۲۹	۵۹۴	۳۶۶	۳۶۴	۶۵۰	۵۱۳	۵۹۸	۶۴۶
سراب	۸۱۲	۸۳۵	۳۱۰۹	۲۵۲۰	۱۳۸۸	۱۶۵۷	۸۸۵	۱۱۶۶	۱۱۷۷	۱۲۷۳	۷۳۰	۱۱۳۴	۱۰۷۶	۱۳۶۰	۱۱۳۷	۱۱۶۱	۱۳۱۶	۹۴۶	۹۳۹	۸۵۰	۲۰۱۴	۲۴۳۵
شبستر	۶۲۰	۵۰۹	۲۰۷۶	۲۰۴۴	۱۳۵۵	۱۱۰۰	۱۱۱۶	۸۰۶	۱۰۵۶	۷۲۳	۱۲۴۱	۱۰۶۲	۱۱۳۳	۹۴۵	۱۰۵۱	۹۹۸	۱۰۰۹	۸۶۰	۹۸۸	۸۶۰	۱۴۰۵	۱۳۱۱
بستان‌آباد	۷۰۹	۴۲۲	۹۸۵	۸۸۱	۹۰۴	۹۹۵	۵۸۶	۵۹۰	۶۳۰	۴۹۰	۴۲۳	۷۴۲	۶۴۴	۷۰۸	۵۷۰	۹۸۷	۶۱۴	۷۳۳	۴۹۱	۴۰۸	۹۰۹	۷۹۱
عجب‌شیر	۴۹۵	۴۶۱	۱۴۱۵	۱۳۳۹	۱۰۳۷	۹۲۰	۷۸۱	۸۴۵	۶۷۸	۶۶۷	۸۴۱	۱۰۳۰	۹۸۹	۹۴۱	۸۵۵	۷۰۰	۸۴۲	۹۹۳	۷۴۲	۱۰۱۰	۹۴۷	۱۲۵۷
جلفا	۱۳۹۰	۱۰۴۶	۲۳۸۵	۱۸۶۱	۱۳۶۲	۱۰۱۳	۹۰۰	۶۴۴	۱۰۸۵	۹۱۰	۸۴۷	۱۲۴۰	۷۶۶	۶۲۵	۱۲۲۱	۱۳۶۱	۸۳۱	۶۹۰	۷۸۵	۷۰۰	۷۶۵	۱۱۸۵
مراغه	۶۴۸	۵۳۸	۳۱۸۱	۱۱۰۹۴	۲۴۶۲	۲۲۲۸	۹۱۳	۸۵۳	۱۶۷۷	۵۷۵	۱۵۰۹	۲۹۳۰	۱۰۳۴	۱۰۵۸	۱۱۷۹	۱۰۹۳	۹۶۲	۱۰۸۵	۱۰۴۸	۹۳۱	۱۱۲۸	۱۷۶۰
اسکو	۷۹۰	۷۲۳	۴۳۵۶	۳۶۴۹	۱۵۳۲	۱۱۹۲	۱۱۴۸	۱۰۲۸	۱۰۷۴	۱۰۸۴	۸۶۶	۱۶۸۷	۹۹۳	۱۲۷۸	۱۰۳۰	۱۰۱۴	۱۱۲۳	۱۰۹۲	۹۲۸	۹۸۰	۱۴۶۱	۱۳۲۵
تبریز	۷۴۵	۸۰۱	۴۱۵۵	۱۸۲۵	۱۳۷۵	۱۳۰۹	۸۶۳	۹۱۰	۱۲۴۷	۱۳۳۹	۱۰۰۰	۱۰۲۸	۸۸۷	۱۰۳۱	۸۳۳	۹۴۶	۸۴۱	۱۰۷۸	۹۲۵	۹۹۸	۱۲۱۱	۱۱۸۶
مرند	۷۸۶	۸۲۰	۱۳۳۹	۹۳۰	۱۲۰۴	۱۰۲۰	۸۵۹	۷۳۳	۱۱۴۰	۱۶۶۳	۸۲۰	۹۳۰	۸۱۱	۸۱۷	۱۶۱۶	۱۱۸۷	۹۳۹	۸۲۵	۷۸۳	۷۹۱	۱۱۸۳	۱۳۵۲
آذرشهر	۷۶۵	۶۸۶	۵۶۷۴	۳۸۳۴	۱۲۲۰	۱۱۲۰	۹۸۹	۹۷۰	۱۱۰۲	۹۴۹	۹۴۴	۱۰۴۶	۸۹۳	۱۰۴۳	۱۰۸۸	۹۹۶	۱۰۸۸	۹۷۷	۱۰۲۷	۱۲۲۴	۱۵۵۱	۱۶۰۳
اهر	۶۰۴	۳۹۰	۱۲۵۳	۹۲۹	۱۰۴۸	۸۷۱	۵۳۹	۴۷۹	۱۰۷۵	۸۳۳	۷۲۳	۸۱۱	۷۸۲	۶۱۶	۶۳۴	۷۰۵	۳۱۲	۴۴۹	۵۶۰	۶۰۹	۸۸۷	۷۱۳
بناب	۵۸۷	۵۰۲	۶۴۷۴	۴۵۹۱	۳۳۹۸	۱۳۶۰	۷۱۸	۸۷۷	۹۶۸	۶۸۱	۱۰۱۶	۱۳۲۲	۱۰۴۵	۱۰۴۸	۹۸۱	۱۱۳۱	۱۰۲۴	۱۱۰۷	۹۲۰	۱۱۵۶	۱۳۲۵	۱۴۰۷
هشترود	۶۰۴	۴۸۷	۲۵۹۹	۲۱۹۹	۲۰۴۶	۲۵۷۹	۷۶۸	۷۳۵	۱۷۹۵	۱۱۸۱	۲۱۹۳	۲۲۸۳	۱۲۵۷	۱۱۳۲	۱۱۶۳	۹۵۱	۱۲۶۳	۱۱۳۹	۱۱۴۵	۱۱۹۴	۲۷۰۲	۲۴۴۴
هوراند	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۵۰	۵۰۸	۷۵۲	۷۴۸	۷۶۷	۹۶۹	۷۶۷
خداآفرین	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۵۴	۵۲۵	۴۵۰	۴۶۸	۵۶۰	۶۰۵	۶۴۴	۵۲۹	۳۷۴	۷۲۱	۶۰۹	۷۸۳	۶۰۴
ملکان	۵۴۸	۵۴۱	۳۶۴۸	۲۵۹۴	۱۶۷۶	۱۴۸۵	۹۲۷	۱۰۲۹	۱۲۰۸	۸۵۰	۱۱۳۱	۱۱۷۴	۱۰۲۷	۱۲۲۰	۹۱۱	۷۲۲	۸۹۸	۱۱۳۵	۷۰۴	۹۸۴	۹۲۳	۱۴۲۵
چاراویماق	۶۲۲	۷۱۲	۲۶۴۹	۲۱۸۱	۱۲۷۶	۱۴۶۲	۴۳۸	۷۷۷	۲۶۶۲	۹۶۱	۵۶۷	۵۴۵	۱۱۰۵	۱۳۷۶	۹۴۹	۹۵۰	۸۲۱	۹۸۰	۸۶۹	۸۶۳	۱۰۳۳	۱۲۲۴
میانه	۵۶۷	۳۱۴	۱۹۱۷	۱۴۴۰	۳۰۵۴	۸۱۹	۴۵۳	۳۸۷	۱۱۴۹	۸۸۴	۵۰۷	۳۹۱	۸۴۸	۱۲۳۶	۸۶۸	۸۸۶	۸۶۰	۱۱۰۲	۱۰۴۴	۸۴۵	۱۴۳۰	۱۳۹۹
هریس	۱۱۵۱	۹۳۲	۳۶۶۵	۲۰۹۰	۱۹۸۰	۲۲۷۵	۱۱۶۷	۱۴۲۹	۱۴۸۲	۱۲۰۷	۱۰۴۸	۱۲۱۳	۱۱۲۷	۹۷۵	۱۰۰۰	۷۹۳	۹۶۰	۶۱۲	۸۷۰	۵۷۱	۱۹۲۰	۱۳۴۲
میانگین استان	۷۲۵	۶۲۴	۲۸۲۳	۲۶۲۲	۱۵۲۱	۱۳۳۸	۸۲۰	۸۳۱	۱۲۲۷	۹۲۴	۹۲۲	۱۱۴۸	۹۲۲	۹۶۴	۹۴۱	۹۲۴	۸۴۰	۸۲۸	۸۳۳	۸۳۴	۱۲۴۱	۱۲۷۹

جدول ۳- ردپای آب سبز محصول گندم و جو (آبی و دیم) در سال‌های ۹۶-۱۳۸۶ (m^3/ton) (استان آذربایجان شرقی)

سال	ردپای آب سبز گندم و جو آبی																					
	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹		۱۳۹۰		۱۳۹۱		۱۳۹۲		۱۳۹۳		۱۳۹۴		۱۳۹۵		۱۳۹۶	
محصول/ شهرستان	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو
ورزقان	۹۹۴	۸۸۶	۱۲۷۸	۹۹۵	۱۳۵۰	۸۲۰	۹۶۵	۹۶۹	۱۵۲۱	۸۵۶	۱۳۳۵	۹۳۹	۷۱۹	۶۷۸	۶۲۰	۵۷۹	۱۱۶۹	۷۰۲	۷۶۳	۷۲۳	۸۴۵	۷۰۷
کلیبر	۶۰۱	۵۶۹	۷۵۲	۶۴۸	۶۵۰	۵۰۵	۱۱۷۰	۱۱۷۰	۸۹۳	۹۱۷	۶۰۱	۶۶۶	۵۱۵	۵۳۲	۴۵۵	۵۲۰	۹۳۳	۷۴۲	۶۸۳	۶۶۶	۵۵۱	۶۶۲
سراب	۵۲۲	۴۵۸	۶۵۰	۶۷۲	۵۴۵	۴۷۱	۶۰۹	۸۰۳	۶۲۲	۸۱۸	۶۱۴	۸۴۸	۵۰۷	۶۱۸	۴۹۰	۷۲۴	۵۸۶	۷۷۳	۵۰۹	۶۷۴	۷۲۶	۱۲۶۶
شبستر	۷۳۹	۵۷۸	۳۹۹	۴۶۱	۴۱۷	۲۴۶	۹۴۶	۷۵۱	۶۲۳	۶۳۳	۳۳۶	۲۷۴	۵۶۶	۴۳۰	۴۶۰	۵۲۲	۶۶۸	۴۱۲	۶۲۰	۴۲۷	۷۷۴	۴۷۲
بستان آباد	۵۳۷	۵۴۳	۳۴۸	۳۱۳	۳۳۴	۲۰۴	۵۳۵	۵۹۷	۵۴۸	۶۸۹	۴۸۶	۸۴۵	۴۹۷	۵۴۴	۴۸۸	۴۷۹	۵۴۵	۴۴۲	۳۹۴	۴۹۵	۳۷۴	۵۰۷
عجب شیر	۵۹۰	۵۲۳	۲۷۲	۳۰۲	۳۱۹	۲۰۶	۶۶۱	۷۸۶	۴۰۰	۵۸۴	۲۲۸	۲۶۵	۴۹۴	۴۲۸	۳۷۴	۳۶۶	۵۵۸	۴۷۵	۴۶۶	۴۵۲	۵۲۱	۴۵۲
جلفا	۴۹۴	۳۰۷	۱۰۲۴	۷۷۱	۳۱۸	۲۲۸	۱۰۰۸	۸۸۸	۴۳۳	۳۲۳	۳۶۹	۴۷۱	۵۲۰	۴۵۱	۲۷۸	۳۲۴	۵۰۴	۳۶۱	۴۹۵	۴۲۹	۴۴۸	۴۱۶
مراغه	۷۷۳	۶۱۱	۶۱۲	۲۵۰۳	۷۵۸	۴۹۹	۷۷۳	۷۹۵	۹۹۰	۵۰۳	۴۰۹	۷۵۵	۵۱۶	۴۸۱	۵۱۶	۵۷۲	۶۳۷	۵۲۰	۵۴۸	۵۲۱	۶۲۱	۶۳۴
اسکو	۶۶۹	۵۴۷	۸۰۸	۸۱۰	۵۲۲	۳۵۹	۷۰۶	۷۰۳	۵۲۳	۶۵۴	۳۱۲	۶۸۴	۶۲۳	۹۴۰	۵۱۰	۵۵۷	۵۲۷	۶۱۹	۴۸۲	۵۳۴	۵۸۹	۵۷۰
تبریز	۶۳۱	۶۰۷	۷۷۱	۴۰۵	۴۴۶	۴۱۵	۵۳۱	۶۲۳	۶۰۷	۸۰۸	۳۶۰	۴۱۷	۵۵۶	۷۵۷	۴۱۳	۵۲۰	۳۹۴	۶۱۱	۴۸۰	۵۴۳	۴۸۸	۵۱۰
مرند	۲۷۹	۲۴۱	۵۷۵	۳۸۵	۲۸۱	۲۲۹	۹۶۲	۱۰۱۲	۴۵۵	۵۹۱	۳۵۷	۳۵۳	۵۵۰	۵۹۰	۳۶۸	۲۸۳	۴۳۱	۴۹۵	۴۸۵	۶۹۴	۶۹۴	۴۷۴
اذرشهر	۶۴۸	۵۱۹	۱۰۵۳	۸۵۰	۴۱۶	۳۳۸	۶۰۸	۶۶۳	۵۳۶	۵۷۳	۳۴۰	۴۲۴	۵۶۰	۶۵۲	۵۱۷	۵۴۷	۵۱۰	۵۵۳	۵۳۳	۶۶۷	۶۲۵	۶۹۰
اهر	۸۰۳	۵۵۴	۹۲۱	۶۹۲	۸۷۴	۶۱۷	۷۲۸	۷۶۸	۱۰۴۲	۸۷۵	۸۲۰	۷۱۷	۶۵۵	۵۲۷	۵۴۵	۶۱۸	۷۹۷	۹۱۴	۵۸۹	۷۹۱	۸۱۸	۷۳۱
بناب	۷۰۰	۵۷۰	۱۲۴۶	۱۰۳۶	۱۰۴۶	۳۰۵	۶۰۸	۸۱۶	۵۷۱	۵۹۶	۲۷۵	۳۴۱	۵۲۱	۴۷۷	۴۲۹	۷۹۷	۶۷۸	۵۳۰	۵۷۷	۵۷۵	۷۳۰	۵۰۷
هشترود	۷۲۱	۵۵۲	۵۰۰	۴۹۶	۶۳۰	۵۷۸	۶۵۰	۶۸۴	۱۰۵۹	۱۰۳۴	۵۹۴	۵۸۸	۶۲۸	۵۱۵	۵۰۹	۴۹۷	۸۳۷	۵۴۵	۷۱۹	۵۹۳	۱۴۸۷	۸۸۰
هوراند	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۷۱۷	۶۷۱	۶۱۵	۸۶۲	۵۵۷	۶۰۶
خداآفرین	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۸۲۸	۵۱۱	۴۱۳	۴۶۹	۵۱۷	۴۵۵	۵۶۵	۹۱۰	۷۶۲	۷۵۸	۷۹۱	۷۲۱	۶۲۰
ملکان	۶۵۴	۶۱۴	۷۰۲	۵۸۵	۵۱۶	۹۵۸	۷۸۵	۳۲	۷۱۲	۷۴۵	۳۰۶	۳۰۳	۵۵۵	۵۱۳	۳۹۸	۳۷۷	۵۹۵	۵۴۳	۴۴۲	۴۸۹	۵۰۸	۵۱۳
چاراویماق	۷۴۵	۷۴۶	۷۱۳	۶۶۲	۴۹۸	۵۰۹	۸۳۴	۱۲۲۲	۱۵۰۱	۶۵۲	۱۰۶۹	۹۱۰	۶۰۶	۶۳۹	۵۸۵	۶۷۵	۴۵۴	۴۹۷	۴۳۰	۳۹۶	۶۳۷	۸۱۰
میانه	۶۸۰	۳۲۹	۵۱۶	۹۲۷	۵۶۲	۲۷۱	۸۶۵	۶۰۹	۶۴۸	۶۰۰	۷۳۷	۸۴۸	۴۶۵	۵۷۴	۵۳۶	۸۲۹	۴۷۶	۵۵۹	۵۱۷	۳۸۸	۸۸۱	۷۸۸
هریس	۷۴۰	۵۱۱	۷۶۶	۵۵۷	۷۷۸	۶۴۷	۷۶۸	۱۱۲۲	۷۸۲	۷۷۵	۸۸۲	۹۰۶	۵۳۱	۴۴۳	۴۳۱	۴۹۴	۴۲۷	۵۰۰	۴۷۱	۴۵۳	۶۹۲	۶۹۸
میانگین استان	۶۵۹	۵۴۰	۷۳۲	۷۴۱	۵۸۷	۳۹۴	۷۷۴	۸۳۹	۷۶۵	۶۸۹	۵۴۷	۵۹۸	۵۵۱	۵۶۷	۴۶۹	۵۳۲	۶۴۲	۵۷۹	۵۵۳	۵۷۲	۶۸۰	۶۴۳

سال	ردپای آب سبز گندم و جو دیم																					
	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹		۱۳۹۰		۱۳۹۱		۱۳۹۲		۱۳۹۳		۱۳۹۴		۱۳۹۵		۱۳۹۶	
محصول/ شهرستان	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو
ورزقان	۲۴۱۰	۲۴۲۸	۳۲۶۴	۳۱۴۰	۲۹۱۵	۱۹۸۴	۳۱۸۰	۲۲۳۴	۴۱۹۵	۱۸۶۳	۵۳۲۹	۳۵۲۷	۱۸۴۵	۱۸۱۹	۱۷۱۶	۱۶۷۵	۲۷۶۴	۲۷۱۴	۱۹۹۳	۲۴۰۸	۴۴۸۸	۳۰۱۸
کلیبر	۴۲۳۷	۵۲۶۵	۵۱۵۴	۲۹۱۶	۲۶۴۴	۱۹۱۶	۳۹۸۷	۳۲۹۵	۳۹۵۴	۲۶۳۶	۲۱۲۳	۱۸۷۸	۱۸۱۱	۱۷۵۳	۱۹۱۲	۱۷۹۸	۲۵۵۵	۲۱۶۸	۱۸۸۷	۲۱۱۰	۲۸۸۹	۲۳۵۶
سراب	۱۹۸۶	۲۳۶۳	۸۰۲۱	–	۲۳۱۰	۱۲۶۱	۱۷۲۴	۱۶۷۷	۲۰۷۷	۲۸۱۸	۲۶۵۴	۳۴۴۱	۲۵۳۸	۳۵۸۰	۳۵۰۹	۶۰۱۸	۱۹۱۹	۱۹۰۵	۱۵۷۱	۱۵۶۰	۴۵۱۴	۸۰۰۹
شبستر	۳۰۴۱	۲۴۴۴	۳۸۱۲	۴۳۸۰	۱۹۹۳	۹۹۹	۲۹۰۰	۳۵۲۰	۲۳۸۵	۳۲۷۰	۱۳۰۴	۹۹۱	۲۱۴۳	۱۷۵۷	۱۹۴۳	۱۹۲۴	۱۲۴۹	۱۸۷۶	۱۸۱۱	۱۳۹۷	۴۳۴۸	۱۴۵۵
بستان آباد	۲۲۷۴	۲۰۴۰	۹۲۲۰	–	۱۶۳۱	۱۳۳۰	۲۲۶۲	۲۳۵۷	۴۵۵۱	۲۷۱۳	۵۷۲۴	۳۳۳۵	۲۲۰۷	۳۷۲۴	۲۹۸۴	۲۲۷۶	۲۷۲۶	۲۴۷۲	۱۷۸۱	۲۳۷۴	۶۲۰۱	۱۲۱۴۸
عجب شیر	۲۹۹۹	۲۲۸۹	۳۳۵۵۵	۱۰۳۳۷	۲۲۴۱	۱۴۹۸	۲۳۱۵	۲۸۱۱	۲۹۸۴	۳۳۶۷	۴۶۴۳	۳۱۰۴	۲۲۷۵	۲۶۳۹	۲۴۸۴	۲۱۸۸	۲۴۴۴	۱۳۸۶	۲۳۹۲	۱۶۶۷	۷۳۵۶	۳۳۶۶
جلفا	۴۰۶۱	۲۹۵۸	۱۱۵۹۸	۴۶۵۴	۲۹۵۷	۳۴۱۶	۴۴۱۱	۵۳۲۲	۴۶۳۳	۳۱۳۹	۳۱۷۵	۵۲۱۰	۳۸۴۴	۳۳۶۴	۴۰۰۶	۴۲۸۱	۱۴۲۵	۱۳۹۶	۱۳۴۱	۱۷۷۶	۳۵۱۸	۱۵۸۱
مراغه	۲۱۵۹	۲۱۷۶	۵۰۴۵	–	۱۷۹۹	۱۲۳۶	۱۱۵۱	۲۰۵۳	۲۳۳۷	۲۴۷۶	۱۸۵۳	–	۱۵۰۸	۱۵۵۴	۱۴۰۰	۱۶۱۰	۱۲۲۸	۱۶۱۳	۱۳۷۳	۱۵۲۹	۳۸۲۵	۳۲۶۶
اسکو	۳۳۲۱	۱۸۰۳	–	–	۲۷۵۹	۱۹۵۷	۲۴۵۷	۳۲۱۶	۲۹۳۰	۲۸۷۲	۲۹۵۷	۱۱۶۷	۱۷۹۵	۲۰۸۱	۱۵۹۰	۲۴۴۴	۱۲۳۰	۲۰۱۶	۱۲۹۵	۱۸۸۵	۲۰۰۲	۱۷۰۲
تبریز	۱۹۳۴	۲۰۹۸	۸۹۴۲	۸۴۵۰	۱۴۸۰	۱۴۰۸	۱۶۹۳	۲۰۲۸	۱۹۳۲	۱۲۲۷	۱۳۶۲	۷۲۲۱	۲۰۱۲	۲۰۱۰	۱۳۶۰	۱۶۰۶	۱۲۹۹	۱۸۳۳	۱۴۹۲	۱۶۶۴	۲۸۵۱	۱۴۴۶
مرند	۳۹۱۷	۳۶۶۲	۹۰۴۰	۱۱۱۷۰	۲۸۹۱	–	۳۱۶۲	۲۸۱۱	۳۷۵۳	–	۷۲۲۱	۱۹۸۰	۲۰۲۹	۲۵۸۱	۳۹۸۷	۳۹۱۱	۱۵۶۹	۲۲۸۸	۱۶۴۱	۱۳۹۲	۵۰۰۴	۳۹۵۳
اذرشهر	۲۱۰۸	۱۶۹۷	۳۱۹۷۹	–	۲۱۴۰	۱۷۷۷	۱۹۰۵	۲۲۷۲	۲۵۴۲	۲۸۰۶	۳۴۴۱	۵۸۹۰	۱۷۱۲	۱۹۱۸	۱۶۵۷	۱۷۳۸	۱۵۰۰	۱۶۵۱	۱۵۸۶	۲۳۲۰	۲۶۲۲	۳۹۳۴
اهر	۲۱۷۶	۱۷۰۷	۳۲۵۵	۲۹۷۶	۲۵۵۴	۱۵۶۹	۳۶۰۴	۲۴۱۳	۳۸۰۱	۲۷۹۲	۲۶۰۵	۲۶۰۸	۱۹۵۶	۱۶۱۸	۲۴۴۳	۲۸۳۴	۲۱۴۷	۲۳۶۸	۱۶۰۸	۱۸۰۰	۲۲۳۰	۱۹۲۹
بناب	۲۳۱۱	۱۵۲۲	۱۵۲۴۸	–	۷۱۱۳	۱۴۱۶	۱۴۸۶	۱۶۵۸	۳۱۰۹	۳۶۳۳	–	–	۲۱۴۰	۲۰۸۶	۱۸۶۶	۲۱۴۳	۲۴۶۸	۱۳۸۶	۲۸۵۳	۱۹۳۳	۶۸۹۲	۳۹۶۲
هشترود	۲۱۶۷	۱۴۳۰	۲۹۷۴	۱۹۴۷	۳۲۵۱	۲۳۰۶	۱۷۶۹	۱۴۲۴	۲۹۴۲	۲۵۶۳	۱۵۶۵	۱۷۳۹	۱۴۵۱	۱۱۹۲	۱۴۳۵	۱۴۰۷	۱۷۳۳	۹۱۳	۱۵۸۵	۱۰۸۸	۶۶۳۳	۴۲۲۷
هوراند	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۲۶۹۱	۲۵۶۲	۲۰۶۶	۲۳۱۷	۲۴۹۸	۲۱۴۱	۲۱۴۱
خداآفرین	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۳۲۴۴	۲۵۵۳	۱۹۶۸	۲۰۵۷	۲۳۳۷	۶۲۸۳	۹۷۵۳	۲۸۱۹	۱۷۶۲	۲۰۱۸	۲۵۸۴	۲۸۸۶	۲۶۵۰
ملکان	۲۳۱۳	۲۲۱۴	–	–	۲۳۳۴	۲۰۱۴	۳۸۶۵	۳۲۹۳	۳۲۸۴	۳۸۰۹	–	–	۲۱۰۴	۱۹۱۴	۱۲۸۱	۱۶۳۳	۱۹۱۲	۱۰۷۰	۱۷۱۲	۱۰۸۹	۷۷۲۳	۴۷۷۱
چاراویماق	۲۳۹۱	۱۳۴۵	۵۲۰۰	۴۶۳۵۰	۴۰۲۳	۳۶۵۷	۲۰۵۴	۲۳۵۰	۲۷۷۰	۱۴۷۵	۴۷۵۲	۲۵۶۹	۱۲۴۷	۱۱۴۲	۱۲۸۱	۱۵۵۱	۱۵۰۶	۱۰۸۹	۱۰۴۵	۹۱۶	۴۳۴۷	۳۳۱۰
میانه	۲۴۷۲	۱۴۷۳	۵۵۲۳	–	۳۴۵۰	۲۱۱۷	۲۶۴۷	۱۴۷۵	۲۵۹۷	۲۸۷۰	۲۸۷۵	۲۱۳۹	۲۱۷۵	۲۸۴۰	۲۷۳۴	۲۳۴۳	۲۰۷۹	۱۰۴۵	۱۰۹۱	۲۵۲۶	۱۰۸۵	۷۱۸۵
هریس	۱۶۷۱	۱۶۴۹	۲۸۵۸	۱۴۵۶	۲۱۶۸	۱۵۰۹	۲۹۰۶	۲۵۴۰	۱۷۷۲	۱۹۰۴	۲۲۸۶	۲۴۱۲	۱۴۰۷	۱۲۱۶	۱۰۴۴	۱۵۹۲	۹۷۸	۱۱۳۵	۱۳۵۰	۱۳۲۴	۴۲۰۱	۲۳۲۴
میانگین استان	۲۶۳۱	۲۲۴۰	۹۶۷۶	۸۸۸۷	۲۷۷۱	۱۸۵۴	۲۶۰۴	۲۵۶۶	۳۰۹۶	۲۸۰۴	۳۲۴۳	۲۶۸۰	۱۹۹۶	۲۱۲۳	۲۳۵۷	۲۷۶۱	۱۹۳۸	۱۷۵۶	۱۶۷۹	۱۷۲۵	۴۲۶۴	۳۷۴۹

جدول ۴- ردپای آب خاکستری محصول گندم و جو (آبی و دیم) در سال های ۹۶-۱۳۸۶ (m^3/ton) (استان آذربایجان شرقی)

ردپای آب خاکستری گندم و جو آبی

سال	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹		۱۳۹۰		۱۳۹۱		۱۳۹۲		۱۳۹۳		۱۳۹۴		۱۳۹۵		۱۳۹۶	
محصول/ شهرستان	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو
ورزقان	۶۹۳	۸۳۰	۶۰۰	۴۰۷	۷۵۳	۵۲۰	۴۹۴	۴۸۴	۶۹۱	۴۱۹	۵۱۱	۴۵۲	۵۱۵	۵۸۳	۳۹۲	۳۸۵	۳۶۸	۳۱۳	۳۵۵	۳۸۸	۴۰۵	۴۰۵
کلیبر	۴۴۱	۵۳۳	۳۵۳	۲۶۵	۳۰۳	۳۲۰	۵۹۸	۵۸۵	۴۰۶	۴۴۸	۲۳۰	۳۲۱	۳۶۸	۴۵۷	۲۸۸	۳۴۶	۲۹۴	۳۳۱	۳۱۸	۳۵۸	۲۶۴	۳۸۰
سراب	۵۳۳	۶۸۷	۷۵۲	۶۵۴	۵۰۸	۶۰۰	۳۸۰	۵۱۲	۴۰۴	۵۷۰	۳۱۵	۵۱۰	۵۱۵	۸۶۵	۴۴۷	۶۶۴	۳۹۶	۵۵۷	۳۵۷	۵۲۵	۵۵۴	۱۱۰۳
شبستر	۵۰۹	۵۸۳	۴۵۰	۴۳۹	۴۲۷	۳۴۴	۴۷۰	۳۷۴	۳۴۲	۳۳۱	۳۰۴	۳۰۵	۴۷۱	۴۶۵	۳۵۶	۴۰۰	۲۹۴	۳۱۱	۳۰۷	۳۴۸	۴۱۸	۴۵۳
بستان اباد	۴۶۳	۶۱۸	۲۷۰	۲۲۷	۳۰۴	۳۳۱	۲۹۹	۳۴۰	۲۵۹	۳۰۵	۱۹۸	۴۲۳	۳۵۸	۴۱۸	۲۷۳	۳۳۴	۲۳۵	۳۳۱	۲۵۴	۳۸۳	۳۲۶	۴۹۲
عجب شیر	۴۰۶	۵۲۸	۳۰۶	۲۸۸	۳۲۷	۲۸۸	۳۲۹	۳۹۲	۲۲۰	۳۰۵	۲۰۶	۲۹۶	۴۱۱	۴۶۳	۲۹۰	۲۸۱	۲۴۵	۳۵۹	۲۳۱	۴۰۹	۲۸۲	۴۳۴
جلفا	۸۱۹	۷۸۹	۷۸۳	۵۷۵	۴۹۵	۳۷۲	۵۶۴	۴۵۵	۳۴۵	۳۲۱	۲۹۳	۴۷۴	۴۳۰	۴۴۶	۴۱۶	۵۳۹	۳۰۰	۳۰۶	۳۱۹	۳۴۹	۲۶۷	۴۲۷
مراغه	۵۳۲	۶۱۷	۶۸۹	۲۳۸۳	۷۷۶	۶۹۸	۳۸۵	۳۹۶	۵۴۳	۲۶۳	۳۶۹	۸۴۲	۴۲۹	۵۲۱	۴۰۰	۴۳۸	۲۸۰	۳۹۲	۲۸۹	۴۲۸	۳۳۶	۶۰۸
اسکو	۵۳۰	۶۳۰	۹۴۱	۷۹۹	۵۰۱	۳۹۳	۴۵۶	۴۴۵	۳۳۲	۳۷۸	۲۴۱	۵۲۷	۴۹۰	۸۰۱	۳۶۸	۴۱۴	۳۳۶	۴۲۴	۳۱۴	۴۰۹	۴۴۲	۴۵۴
تبریز	۴۹۹	۶۹۸	۸۹۸	۴۰۰	۴۲۸	۴۵۴	۳۴۳	۳۹۴	۳۷۵	۴۶۷	۲۷۹	۳۲۱	۴۳۸	۶۴۶	۲۹۷	۳۸۷	۲۵۱	۴۱۹	۳۱۳	۴۱۶	۳۶۶	۴۰۷
مرند	۴۶۳	۶۱۸	۴۴۰	۲۸۸	۴۳۷	۳۷۴	۵۳۸	۵۱۸	۳۶۲	۵۸۶	۲۸۴	۳۵۵	۴۵۵	۵۸۴	۵۵۲	۴۷۰	۳۳۹	۳۶۶	۳۱۸	۳۹۵	۴۱۲	۴۸۶
اذرشهر	۵۱۳	۵۹۸	۱۲۲۶	۸۴۰	۳۹۹	۳۷۰	۳۹۳	۴۲۰	۳۳۱	۴۳۱	۲۶۳	۳۲۷	۴۴۰	۵۵۶	۳۷۳	۴۰۷	۳۲۵	۳۷۹	۳۴۸	۵۱۱	۴۶۸	۵۵۰
اهر	۵۸۹	۵۱۹	۴۳۲	۲۸۳	۴۸۷	۳۹۰	۳۷۲	۳۸۴	۴۷۴	۴۲۸	۳۱۴	۳۴۵	۴۶۹	۴۵۲	۳۴۵	۴۱۱	۲۵۱	۴۰۷	۲۷۴	۴۲۵	۳۹۱	۴۱۹
بناب	۴۸۱	۵۷۵	۱۴۰۲	۹۸۶	۱۰۷۱	۴۲۶	۳۰۲	۴۰۷	۳۱۳	۳۲۸	۳۸۰	۴۳۴	۵۱۶	۴۵۴	۳۳۳	۴۵۴	۲۹۸	۴۰۰	۲۸۶	۴۶۷	۳۹۴	۴۸۶
هشترود	۴۹۶	۵۵۷	۵۶۳	۴۷۲	۶۴۵	۸۰۷	۳۲۳	۳۴۱	۵۸۱	۵۴۱	۵۳۶	۶۵۶	۵۲۲	۵۵۷	۳۹۵	۳۸۱	۳۶۸	۴۱۱	۳۵۶	۴۸۴	۸۰۴	۸۴۴
هوراند	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۲۲۶	۲۹۹	۲۸۶	۴۶۳	۲۶۷	۳۴۷
خدآفرین	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۱۹۶	۱۹۹	۳۳۶	۳۷۶	۲۸۷	۴۴۴	۳۳۹	۳۵۳	۴۲۵	۳۵۵	۳۴۶	۳۵۵
ملکان	۴۵۰	۶۲۰	۷۹۰	۵۵۷	۵۲۸	۴۶۵	۳۹۰	۴۷۸	۳۹۱	۳۷۶	۲۷۷	۳۳۸	۴۲۷	۶۰۰	۳۰۹	۲۹۰	۲۶۱	۴۱۰	۲۱۹	۳۹۹	۲۷۵	۴۹۲
چاراویماق	۵۸۶	۸۷۶	۷۱۵	۵۹۶	۵۱۳	۵۳۵	۳۷۴	۵۳۲	۱۰۲۰	۴۳۵	۳۹۹	۳۵۱	۵۸۳	۸۲۴	۴۴۰	۴۸۵	۳۱۱	۴۳۳	۳۶۲	۳۶۲	۴۵۲	۵۹۶
میانه	۵۳۴	۵۱۷	۸۳۴	۵۷۸	۲۸۴	۲۶۵	۳۸۸	۴۴۱	۳۹۹	۲۷۵	۳۲۷	۴۴۸	۳۸۰	۷۴۰	۴۰۲	۴۵۲	۳۲۷	۴۸۷	۴۳۵	۳۵۸	۶۲۵	۵۷۹
هریس	۷۵۶	۷۶۷	۸۸۶	۵۴۲	۷۲۴	۸۲۳	۴۷۹	۷۱۵	۵۰۸	۵۴۱	۴۵۲	۵۴۵	۵۳۸	۹۲۰	۳۹۳	۴۵۴	۲۸۹	۳۶۰	۳۳۱	۳۵۳	۵۲۹	۶۰۸
میانگین استان	۵۴۲	۶۳۳	۶۸۵	۶۲۳	۵۳۷	۴۶۳	۴۱۵	۴۴۴	۴۳۵	۴۰۲	۵۱۱	۴۱۵	۴۵۴	۵۹۳	۳۶۸	۴۱۸	۲۹۹	۳۸۳	۳۱۵	۴۱۲	۴۱۱	۵۲۰

ردپای آب خاکستری گندم و جو دیم

سال	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹		۱۳۹۰		۱۳۹۱		۱۳۹۲		۱۳۹۳		۱۳۹۴		۱۳۹۵		۱۳۹۶	
محصول/ شهرستان	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو
ورزقان	۲۹۳	۲۴۸	۳۲۶	۳۰۶	۳۱۲	۲۸۳	۳۵۹	۱۹۱	۵۲۵	۱۸۸	۵۲۱	۲۹۴	۲۰۰	۱۹۵	۲۰۳	۱۹۲	۱۵۹	۱۹۸	۱۷۷	۲۰۷	۴۵۴	۳۲۲
کلیبر	۵۱۹	۵۳۹	۵۱۴	۲۸۴	۲۸۳	۲۷۳	۴۵۱	۲۸۲	۵۰۵	۲۶۶	۲۰۷	۱۵۷	۱۹۷	۱۸۸	۲۲۶	۲۰۶	۱۴۶	۱۵۹	۱۶۸	۱۸۱	۲۹۲	۲۵۱
سراب	۳۳۶	۳۸۷	۱۹۷۵	–	۴۱۴	۳۶۱	۲۳۸	۱۸۳	۳۷۸	۴۰۵	۳۴۷	۳۳۸	۳۹۱	۶۲۶	۵۹۹	۹۵۱	۲۳۶	۲۲۵	۲۱۰	۱۹۵	۷۲۸	۱۲۹۶
شبستر	۳۴۶	۲۶۹	۹۱۲	۹۹۵	۳۱۹	۳۱۴	۳۹۲	۳۰۰	۳۶۷	۳۵۲	۳۰۱	۱۹۲	۲۷۰	۲۳۷	۲۸۲	۲۵۴	۱۵۵	۱۵۰	۱۷۱	۱۸۲	۴۹۶	۲۵۹
بستان اباد	۳۲۵	۲۵۴	۱۵۲۰	–	۲۸۶	۴۸۷	۲۸۰	۲۳۰	۶۰۵	۲۴۸	۵۹۶	۲۹۰	۲۴۱	۳۵۷	۳۱۲	۲۷۴	۲۱۴	۳۰۳	۲۲۰	۲۹۴	۱۱۴۸	۲۱۸۹
عجب شیر	۳۴۲	۲۵۲	۷۹۸۰	۲۳۴۸	۴۴۱	۴۷۲	۲۵۵	۲۴۰	۴۶۰	۳۶۳	۱۰۷۰	۶۰۰	۲۸۷	۳۶۵	۳۶۱	۲۵۴	۱۹۵	۱۷۱	۲۲۶	۲۱۸	۸۳۹	۶۰۰
جلفا	۱۱۱۶	۸۲۹	۱۸۸۵	۸۲۹	۸۸۵	۱۲۵۶	۵۴۵	۴۶۷	۱۰۳۵	۶۴۲	۶۴۳	۹۰۸	۴۸۳	۴۱۵	۱۱۲۶	۱۲۲۴	۱۵۴	۱۹۵	۱۶۵	۲۳۱	۴۴۱	۳۰۱
مراغه	۲۴۶	۲۴۰	۱۲۰۷	–	۳۵۴	۳۸۹	۱۲۷	۱۷۵	۳۶۰	۲۶۷	۴۲۷	–	۱۹۰	۲۱۰	۲۰۳	۲۱۳	۹۸	۲۰۰	۱۳۰	۲۰۰	۴۳۶	۵۸۲
اسکو	۴۳۶	۲۲۷	–	–	۵۰۹	۴۸۲	۳۴۹	۳۵۱	۵۰۸	۳۴۲	۵۸۳	۱۵۶	۲۱۴	۲۲۱	۲۱۴	۳۱۳	۱۴۳	۲۲۷	۱۶۱	۲۳۱	۳۱۷	۲۵۲
تبریز	۲۵۴	۲۶۴	۲۲۱۴	۱۹۹۰	۲۷۳	۳۴۷	۲۴۲	۲۲۰	۳۳۵	۴۵۷	۲۴۲	۱۸۲	۲۰۴	۲۱۴	۱۸۳	۲۰۶	۱۵۱	۲۰۶	۱۸۶	۲۰۴	۴۵۱	۲۱۴
مرند	۱۰۷۶	۱۰۲۶	۱۴۶۹	۱۹۹۰	۸۶۵	–	۳۹۱	۲۴۷	۸۳۸	–	۱۴۶۳	۳۴۵	۲۵۵	۳۱۹	۱۱۲۰	۱۱۱۹	۱۶۹	۳۱۹	۲۰۱	۱۸۱	۶۲۸	۷۵۳
اذرشهر	۲۷۶	۲۱۳	۷۹۱۶	–	۳۹۴	۴۳۸	۲۷۲	۴۴۱	۶۳۹	۳۳۴	۷۸۷	۲۱۷	۲۰۴	۲۰۴	۲۲۳	۲۲۳	۱۷۴	۱۸۶	۱۹۷	۲۸۵	۴۱۴	۵۸۲
اهر	۲۶۴	۱۷۴	۳۲۵	۲۹۰	۲۷۴	۲۲۴	۴۰۷	۲۰۷	۴۸۵	۲۸۱	۲۵۵	۲۱۷	۲۱۲	۱۷۳	۲۸۹	۳۲۴	۱۲۳	۱۷۳	۱۴۲	۱۵۴	۲۲۵	۲۰۶
بناب	۲۶۳	۱۶۸	۳۶۴۸	–	۱۴۰۰	۴۴۶	۱۶۳	۱۴۲	۴۷۹	۳۹۲	–	–	۲۷۰	۲۸۲	۲۷۱	۲۸۳	۱۹۷	۱۷۲	۲۷۰	۲۵۳	۷۸۶	۷۰۶
هشترود	۲۴۵	۱۵۸	۷۱۱	۴۴۲	۶۴۰	۷۲۶	۱۹۵	۱۲۲	۴۵۳	۱۷۶	۳۶۱	۳۳۶	۱۸۳	۱۶۱	۲۰۸	۲۸۶	۱۳۹	۱۱۳	۱۵۰	۱۴۲	۷۵۷	۷۵۳
هوراند	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۱۵۴	۱۸۷	۱۸۳	۱۹۹	۲۵۳	۲۲۸
خدآفرین	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۲۷۸	۲۵۷	۲۲۳	۲۵۰	۷۴۴	۱۱۱۷	۱۶۱	۱۲۹	۱۷۹	۲۲۲	۲۹۱	۲۸۳
ملکان	۲۶۴	۲۴۴	–	–	۴۵۹	۶۳۴	۴۲۵	۲۸۱	۵۰۶	۴۱۰	–	–	۲۶۵	۲۵۸	۱۸۶	۲۱۶	۱۵۳	۱۳۳	۱۶۲	۱۴۲	۸۸۱	۸۵۰
چاراویماق	۳۱۲	۱۷۳	۱۱۰۹	۹۹۵۰	۷۹۶	۸۶۵	۳۰۴	۱۷۵	۵۲۹	۲۰۳	۴۵۳	۱۷۱	۱۸۲	۱۸۴	۲۱۱	۱۹۲	۱۳۶	۱۲۹	۱۳۷	۱۲۶	۶۵۱	۴۵۲
میانه	۳۲۲	۱۸۹	۱۱۷۸	–	۶۸۳	۵۰۱	۲۶۲	۱۱۰	۴۹۶	۳۹۵	۲۷۴	۱۹۲	۳۱۲	۳۵۰	۳۸۵	۳۵۱	۲۹۲	۲۹۷	۱۶۸	۱۶۲	۳۷۸	۹۸۱
هریس	۲۹۰	۲۷۰	۷۰۳	۳۳۸	۳۸۸	۴۳۲	۴۰۱	۲۷۷	۳۴۷	۲۵۵	۲۹۹	۲۲۱	۲۱۷	۲۱۲	۱۷۹	۲۵۳	۱۲۱	۱۳۴	۱۸۱	۱۶۵	۶۷۷	۳۷۶
میانگین استان	۳۹۶	۳۲۲	۲۰۹۳	۱۷۹۷	۵۲۹	۴۷۰	۳۱۰	۲۳۴	۵۰۴	۳۱۲	۴۹۸	۳۲۶	۲۵۰	۲۷۱	۳۷۶	۴۲۴	۱۶۵	۱۹۱	۱۸۰	۱۹۹	۵۵۰	۵۹۲

جدول ۵- ردپای آب سفید محصول گندم و جو (آبی) در سال های ۹۶-۱۳۸۶ (m^3/ton) (استان آذربایجان شرقی)

ردپای آب سفید گندم و جو آبی

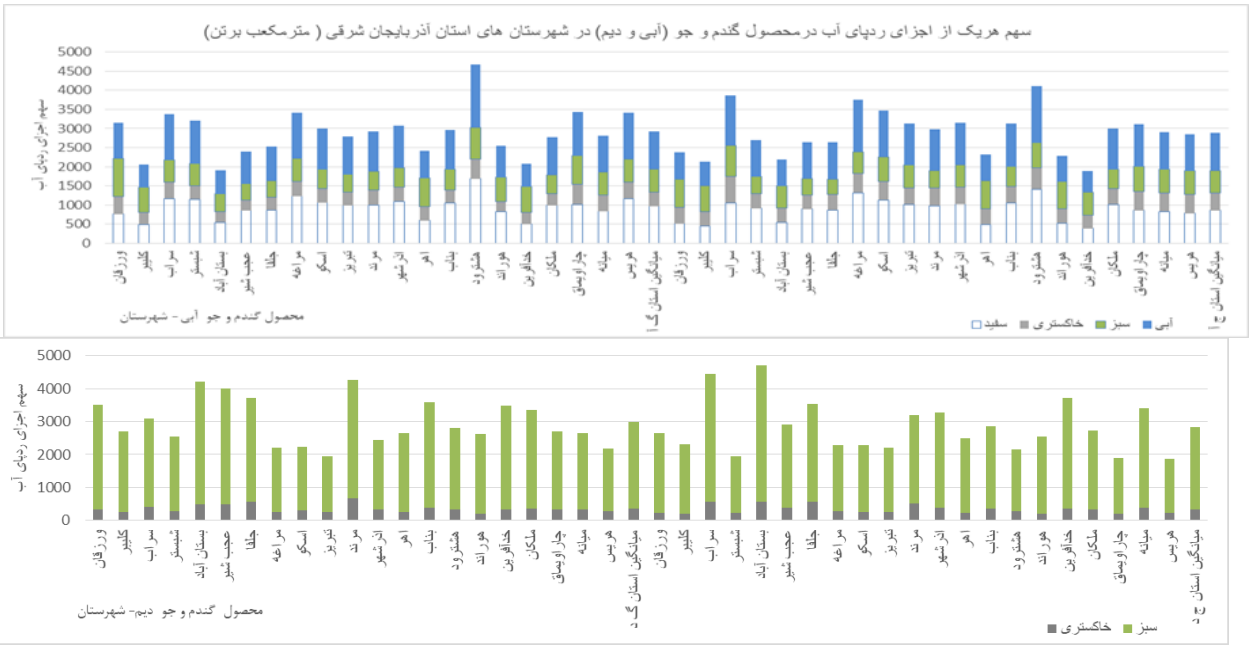
سال	۱۳۸۶		۱۳۸۷		۱۳۸۸		۱۳۸۹		۱۳۹۰		۱۳۹۱		۱۳۹۲		۱۳۹۳		۱۳۹۴		۱۳۹۵		۱۳۹۶	
محصول/ شهرستان	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو	گندم	جو
ورزقان	۹۹۶	۸۷۵	۲۴۱۶	۱۸۵۵	۲۲۲۷	۱۵۹۵	۹۷۵	۸۲۴	۲۱۲۰	۱۱۰۱	۱۵۷۷	۱۴۲۴	۱۱۴۹	۱۰۶۲	۹۶۲	۸۸۰	۶۱۰	۴۵۹	۹۶۳	۷۳۹	۱۲۰۸	۹۰۸
کلیبر	۶۳۴	۵۶۲	۱۴۲۲	۱۲۰۷	۸۹۷	۹۳۸	۱۱۸۲	۹۹۶	۱۲۴۶	۱۱۷۹	۷۱۰	۱۰۱۱	۸۲۲	۸۳۳	۷۰۷	۷۹۲	۴۸۶	۴۸۵	۸۶۲	۶۸۱	۷۸۸	۸۵۱
سراب	۱۱۳۸	۱۱۷۰	۴۳۲۱	۳۵۰۲	۱۹۱۲	۲۲۸۲	۱۲۰۸	۱۵۹۲	۱۵۹۳	۱۷۲۲	۹۷۸	۱۵۲۱	۱۴۴۰	۱۸۲۰	۱۵۱۷	۱۵۵۰	۱۷۵۰	۱۲۵۹	۱۲۴۷	۱۱۲۸	۲۶۵۳	۳۲۰۹
شبستر	۸۶۹	۷۱۴	۲۸۸۴	۲۸۴۰	۱۸۵۷	۱۵۱۴	۱۵۲۴	۱۱۰۰	۱۴۲۹	۹۷۷	۱۶۶۴	۱۴۲۳	۱۵۱۷	۱۲۶۵	۱۴۰۳	۱۳۳۲	۱۳۴۳	۱۱۴۴	۱۳۱۲	۱۱۴۲	۱۸۵۲	۱۷۲۸
بستان آباد	۹۹۴	۵۹۱	۱۳۶۹	۱۲۲۴	۱۲۴۵	۱۳۷۰	۷۹۹	۸۰۵	۸۵۲	۶۶۳	۵۶۷	۹۹۵	۸۶۱	۹۴۸	۷۶۱	۱۳۱۷	۸۱۸	۹۷۶	۶۵۲	۵۴۲	۱۱۹۸	۱۰۴۲
عجب شیر	۶۹۳	۶۴۷	۱۹۶۶	۱۸۶۰	۱۴۲۹	۱۲۶۶	۱۰۶۶	۱۱۵۲	۹۱۸	۹۰۲	۱۱۲۸	۱۳۸۱	۱۳۲۴	۱۲۵۹	۱۱۴۱	۹۳۴	۱۱۲۱	۱۳۲۱	۹۸۶	۱۳۴۱	۱۲۴۸	۱۶۵۷
جلفا	۱۹۴۸	۱۴۶۷	۳۳۱۴	۲۵۸۶	۱۸۷۵	۱۳۹۵	۱۲۲۹	۸۷۸	۱۴۶۹	۱۳۳۰	۱۱۳۵	۱۶۶۳	۱۰۲۵	۸۳۶	۱۰۴۱	۱۸۱۷	۱۱۰۶	۹۱۹	۱۰۴۱	۹۲۹	۱۰۰۸	۱۵۶۲
مراغه	۹۰۸	۷۵۵	۴۴۲۲	۱۵۴۱۷	۳۳۹۰	۳۰۶۹	۱۲۴۶	۱۱۶۵	۲۲۷۰	۲۰۲۳	۳۹۲۷	۱۴۲۳	۱۳۸۴	۱۴۱۶	۱۵۷۴	۱۴۵۹	۱۲۸۱	۱۴۴۵	۱۲۳۶	۱۳۹۲	۱۴۸۷	۲۳۱۹
اسکو	۱۱۰۸	۱۰۱۳	۶۰۵۳	۵۰۷۰	۲۱۰۹	۱۶۴۱	۱۵۶۶	۱۴۰۲	۱۴۵۳	۱۴۶۶	۱۱۶۰	۲۲۶۲	۱۳۲۹	۱۷۱۱	۱۳۷۵	۱۳۵۴	۱۴۹۵	۱۴۵۴	۱۲۳۳	۱۳۰۱	۱۹۲۶	۱۷۴۶
تبریز	۱۰۴۵	۱۱۲۴	۵۷۷۵	۲۵۳۶	۱۸۰۳	۱۸۹۴	۱۱۷۸	۱۲۴۳	۱۶۸۷	۱۸۱۱	۱۳۴۰	۱۳۷۸	۱۱۸۷	۱۳۷۹	۱۱۱۲	۱۲۶۳	۱۱۱۹	۱۴۳۵	۱۲۲۸	۱۳۲۴	۱۵۹۶	۱۵۶۲
مرند	۱۱۰۲	۱۱۵۰	۱۸۶۱	۱۲۹۲	۱۶۵۸	۱۴۰۵	۱۱۷۲	۱۰۰۱	۱۵۴۲	۲۲۴۹	۱۰۹۹	۱۲۶۵	۱۲۴۷	۱۰۹۴	۲۱۵۷	۱۵۸۵	۱۲۵۰	۱۰۹۷	۱۰۴۰	۱۰۵۰	۱۵۵۹	۱۷۸۱
اذرشهر	۱۰۷۳	۹۶۲	۷۸۸۴	۵۳۲۷	۱۶۸۰	۱۵۴۳	۱۳۴۹	۱۳۲۴	۱۴۹۰	۱۲۸۴	۱۲۶۵	۱۴۰۱	۱۱۹۴	۱۱۸۸	۱۳۹۳	۱۳۲۹	۱۴۴۸	۱۳۰۰	۱۳۶۴	۱۶۲۵	۲۰۴۴	۲۱۱۳
اهر	۸۴۵	۵۴۷	۱۷۴۱	۱۲۹۰	۱۴۴۳	۱۱۹۹	۷۳۵	۶۵۳	۱۴۵۴	۱۱۲۷	۹۶۹	۱۰۸۷	۱۰۴۷	۸۲۵	۸۴۷	۹۴۱	۴۱۵	۵۹۸	۷۴۴	۸۰۹	۱۱۶۹	۹۳۹
بناب	۸۲۳	۷۰۵	۸۹۹۷	۶۳۸۱	۴۶۸۰	۱۸۷۳	۹۸۰	۱۱۹۷	۱۳۰۸	۹۲۱	۱۳۶۱	۱۷۷۳	۱۲۹۸	۱۴۰۲	۱۳۱۰	۱۵۱۰	۱۳۶۳	۱۴۷۳	۱۲۲۲	۱۵۳۵	۱۴۷۷	۱۸۵۵
هشترود	۸۴۸	۶۸۲	۳۶۱۲	۳۰۵۵	۲۸۱۸	۳۵۵۲	۱۰۴۸	۱۰۰۳	۲۴۲۸	۱۵۹۸	۲۹۳۹	۳۰۶۰	۱۶۸۳	۱۵۱۶	۱۵۵۳	۱۲۶۹	۱۶۸۱	۱۵۱۶	۱۵۲۱	۱۵۸۵	۳۵۶۱	۳۲۲۱
هوراند	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۹۹۹	۶۷۶	۹۹۹	۹۹۴	۱۲۷۷	۱۰۱۱
خدآفرین	–	–	–	–	–	–	–	–	۱۱۵۵	۷۱۰	۶۰۴	۶۲۷	۷۵۰	۸۱۰	۷۰۷	۸۶۰	۴۷۵	۱۹۸	۹۵۷	۸۰۹	۱۰۳۱	۷۹۶
ملکان	۷۶۹	۷۵۹	۵۰۶۹	۳۶۰۴	۲۳۰۸	۲۰۴۵	۱۲۶۵	۱۴۰۵	۱۳۴	۱۱۵۰	۱۵۱۷	۱۵۷۴	۱۳۷۶	۱۶۳۳	۱۲۱۷	۹۶۴	۱۱۹۵	۱۵۱۱	۹۳۵	۱۳۰۶	۱۲۱۶	۱۸۷۸
چاراویماق	۸۷۲	۹۹۹	۳۶۸۱	۳۰۳۱	۱۷۵۸	۲۱۲۲	۵۹۸	۱۰۶۱	۳۶۰۱	۱۳۰۰	۷۶۰	۷۳۱	۱۴۷۶	۱۸۴۱	۱۲۶۷	۱۲۶۹	۱۰۹۲	۱۳۰۵	۱۱۵۴	۱۱۴۷	۱۳۶۲	۱۸۹۱
میانه	۷۹۵	۴۴۱	۲۶۶۴	۴۲۴۴	۱۹۸۳	۱۱۲۸	۶۱۹	۵۲۸	۱۵۵۴	۱۱۹۶	۵۲۴	۶۸۰	۱۱۳۵	۱۶۵۴	۱۱۵۹	۱۱۸۳	۱۱۴۵	۱۴۶۶	۱۳۸۷	۱۱۲۳	۱۸۸۴	۱۸۴۴
هریس	۱۶۱۴	۱۳۰۷	۵۰۹۳	۲۹۰۴	۲۷۲۶	۳۱۳۳	۱۵۲۴	۲۲۲۴	۲۰۰۴	۱۶۳۲	۱۴۰۴	۱۶۲۵	۱۵۰۹	۱۳۰۵	۱۳۳۵	۱۰۵۹	۱۲۷۸	۸۱۵	۱۱۵۵	۷۵۸	۲۵۳۱	۱۷۶۹
میانگین استان	۱۰۰۴	۸۶۷	۳۹۲۳	۳۶۴۳	۲۰۹۵	۱۸۴۰	۱۱۱۹	۱۱۳۴	۱۵۸۵	۱۲۵۰	۱۲۳۶	۱۵۴۰	۱۲۳۵	۱۲۹۰	۱۲۵۶	۱۲۳۳	۱۱۱۸	۱۰۸۸	۱۱۰۷	۱۱۰۸	۱۶۳۵	۱۶۹۹

***در جدول ۵ ردپای آب سفید بدون کسر آب خاکستری گزارش شده است.**

جدول ۶- میانگین ردپای آب آبی، سبز، خاکستری، سفید و کل (m^3/ton) و بهره‌وری آب (kg/m^3) محصول گندم و جو (آبی و دیم) در سال ۹۶-۱۳۹۰

نوع	گندم و جو																				
محصول	آبی																				
	گندم							جو								گندم			جو		
نوع آب/ شهرستان	آبی	سبز	خاکستری	سفید	جمع	بهره‌وری	نسبت س به آ	آبی	سبز	خاکستری	سفید	جمع	بهره‌وری	نسبت س به آ	سبز	خاکستری	جمع	سبز	خاکستری	جمع
ورزقان	۹۱۸	۹۹۶	۴۶۳	۷۶۴	۳۱۴۱	۰/۳۱	۱/۰۸	۷۰۳	۷۴۱	۴۲۱	۵۱۸	۲۳۸۳	۰/۴۱	۱/۰۵	۳۱۹۰	۳۲۱	۳۵۱۱	۲۴۳۲	۲۲۸	۲۶۶۰
کلیبر	۶۰۱	۶۶۱	۳۱۰	۴۹۳	۲۰۶۵	۰/۴۸	۱/۰۹	۶۲۴	۶۷۲	۳۷۷	۴۵۶	۲۱۲۹	۰/۴۶	۱/۰۷	۲۴۴۷	۲۴۹	۲۶۹۶	۲۱۰۰	۲۰۱	۲۳۰۱
سراب	۱۱۹۸	۵۷۹	۴۲۸	۱۱۶۹	۳۳۷۴	۰/۲۹	۰/۴۸	۱۳۰۹	۸۱۷	۶۸۵	۱۰۵۹	۳۸۷۰	۰/۲۵	۰/۶۲	۲۶۸۳	۴۱۳	۳۰۹۶	۳۸۷۶	۵۷۷	۴۴۵۳
شبستر	۱۱۲۶	۵۷۸	۳۵۶	۱۱۴۷	۳۲۰۷	۰/۳۱	۰/۵۱	۹۶۶	۴۵۳	۳۷۳	۹۱۵	۲۷۰۷	۰/۳۶	۰/۴۶	۲۲۵۸	۲۹۱	۲۵۴۹	۱۷۲۰	۲۳۳	۱۹۵۳
بستان‌آباد	۶۱۲	۴۷۶	۲۷۳	۵۴۳	۱۹۰۴	۰/۵۲	۰/۷۷	۶۹۴	۵۷۲	۳۸۴	۵۴۲	۲۱۹۲	۰/۴۵	۰/۸۲	۳۷۳۹	۴۸۰	۴۲۲۰	۴۱۴۹	۵۶۵	۴۷۱۴
عجب شیر	۸۴۲	۴۳۴	۲۶۹	۸۵۵	۲۴۰۰	۰/۴۱	۰/۵۱	۹۴۳	۴۳۹	۳۶۴	۸۹۲	۲۶۳۸	۰/۳۷	۰/۴۶	۳۵۰۹	۴۹۱	۴۰۰۰	۲۵۳۱	۳۷۱	۲۹۰۲
جلفا	۹۰۰	۴۳۵	۳۳۹	۸۶۳	۲۵۳۷	۰/۳۹	۰/۴۸	۹۵۹	۳۹۷	۴۰۹	۸۷۰	۲۶۳۵	۰/۳۷	۰/۴۱	۳۱۳۵	۵۷۸	۳۷۱۳	۲۹۶۴	۵۶۰	۳۵۲۳
مراغه	۱۲۰۳	۶۱۰	۳۷۸	۱۲۳۰	۳۴۲۱	۰/۲۹	۰/۵۰	۱۳۶۴	۵۶۹	۴۹۹	۱۳۲۰	۳۷۵۲	۰/۲۶	۰/۴۱	۱۹۳۲	۲۶۴	۲۱۹۵	۲۰۰۸	۲۷۹	۲۲۸۷
اسکو	۱۰۶۸	۵۰۹	۳۵۹	۱۰۶۶	۳۰۰۲	۰/۳۳	۰/۴۷	۱۲۰۹	۶۵۱	۴۸۷	۱۱۲۶	۳۴۷۳	۰/۲۸	۰/۵۳	۱۹۱۷	۳۰۶	۲۲۷۷	۲۰۲۴	۲۴۹	۲۲۷۳
تبریز	۹۹۲	۴۷۱	۳۳۱	۹۹۳	۲۷۸۷	۰/۳۵	۰/۴۷	۱۰۸۶	۵۹۵	۴۳۷	۱۰۱۴	۳۱۳۲	۰/۳۱	۰/۵۴	۱۶۹۶	۲۵۰	۱۹۴۷	۱۹۶۶	۲۴۰	۲۲۰۶
مرند	۱۰۴۲	۴۹۸	۳۸۹	۱۰۰۱	۲۹۳۰	۰/۳۴	۰/۴۷	۱۰۸۱	۴۵۸	۴۶۳	۹۸۰	۲۹۸۲	۰/۳۳	۰/۴۲	۳۶۰۱	۶۶۸	۴۲۶۹	۲۶۸۴	۵۰۶	۳۱۹۰
اذرشهر	۱۰۹۳	۵۱۸	۳۶۴	۱۰۹۳	۳۰۶۸	۰/۳۲	۰/۴۷	۱۰۹۸	۵۸۷	۴۳۷	۱۰۲۶	۳۱۴۸	۰/۳۱	۰/۵۳	۲۱۲۳	۳۲۸	۲۴۵۱	۲۸۹۴	۳۷۲	۳۲۶۶
اهر	۷۱۱	۷۵۲	۳۶۰	۵۸۹	۲۴۱۲	۰/۴۱	۱/۰۵	۶۷۷	۷۳۹	۴۱۳	۴۹۱	۲۳۲۰	۰/۴۳	۱/۰۹	۲۳۹۹	۲۴۸	۲۶۴۶	۲۲۷۹	۲۱۹	۲۴۹۷
بناب	۱۰۴۰	۵۴۰	۳۳۰	۱۰۵۷	۲۹۶۷	۰/۳۳	۰/۵۱	۱۱۲۲	۵۱۷	۴۳۱	۱۰۵۶	۳۱۲۶	۰/۳۱	۰/۴۶	۳۲۲۱	۳۷۹	۳۶۰۰	۲۵۲۴	۳۴۸	۲۸۷۲
هشترود	۱۶۴۶	۸۳۳	۵۰۹	۱۶۸۶	۴۶۷۴	۰/۲۱	۰/۵۰	۱۴۷۵	۶۶۵	۵۵۴	۱۴۱۳	۴۱۰۷	۰/۲۴	۰/۴۵	۲۴۷۸	۳۲۱	۲۷۹۹	۱۸۷۶	۲۸۱	۲۱۵۷
هوراند	۸۲۴	۶۳۰	۲۶۰	۸۳۱	۲۵۴۵	۰/۳۹	۰/۷۶	۶۷۴	۷۱۳	۳۷۰	۵۲۳	۲۲۸۰	۰/۴۳	۱/۰۵	۲۴۱۹	۱۹۷	۲۶۱۵	۲۳۴۱	۲۰۵	۲۵۴۵
خداآفرین	۶۰۸	۶۶۵	۳۱۲	۴۹۹	۲۰۸۴	۰/۴۷	۱/۰۹	۵۴۷	۶۰۳	۳۴۴	۳۸۶	۱۸۸۰	۰/۵۳	۱/۱	۳۱۶۴	۳۲۷	۳۴۹۲	۳۳۷۳	۳۴۶	۳۷۱۹
ملکان	۹۷۲	۴۹۶	۳۰۸	۹۹۰	۲۷۶۶	۰/۳۶	۰/۵۱	۱۰۷۳	۵۰۴	۴۱۶	۱۰۱۵	۳۰۰۸	۰/۳۳	۰/۴۶	۳۰۰۳	۳۵۹	۳۳۶۲	۲۳۸۱	۳۳۵	۲۷۱۶
چاراویماق	۱۱۴۴	۷۵۵	۵۱۰	۱۰۲۱	۳۴۳۰	۰/۲۹	۰/۶۵	۱۱۰۱	۶۵۴	۴۹۹	۸۵۶	۳۱۱۰	۰/۳۲	۰/۵۹	۲۳۶۶	۳۲۹	۲۶۹۵	۱۶۹۵	۲۰۹	۱۹۰۴
میانه	۹۴۲	۶۰۹	۴۲۲	۸۳۴	۲۸۰۷	۰/۳۵	۰/۶۴	۹۸۰	۶۲۷	۴۷۸	۸۲۹	۲۹۱۴	۰/۳۴	۰/۶۳	۲۳۲۲	۳۲۹	۲۶۵۱	۳۰۱۸	۳۹۰	۳۴۰۸
هریس	۱۲۰۱	۶۰۲	۴۳۴	۱۱۶۸	۳۴۰۵	۰/۲۹	۰/۵۰	۹۵۹	۶۱۰	۴۹۷	۷۸۳	۲۸۴۹	۰/۳۵	۰/۶۳	۱۸۸۲	۲۸۹	۲۱۷۰	۱۶۴۱	۲۳۱	۱۸۷۲
میانگین استان	۹۸۵	۶۰۲	۳۶۷	۹۷۴	۲۹۲۸	۰/۳۴	۰/۶۱	۹۸۳	۵۹۹	۴۴۵	۸۶۱	۲۸۸۸	۰/۳۴	۰/۶	۲۶۴۲	۳۵۳	۲۹۹۸	۲۴۹۹	۳۳۱	۲۸۲۹

*به دلیل حجم بالای ردپای آب سفید، میزان آب خاکستری از آب سفید حذف‌شده است.



شکل ۲- میانگین سهم هریک از اجزای ردپای آب گندم و جو (آبی و دیم) در شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی ۹۶-۱۳۹۰

نتیجه‌گیری

یکی از ابزارهای مهم در حوزه مدیریت آب در طی سال‌های اخیر بحث شاخص ردپای آب می‌باشد که همواره می‌تواند میزان واقعی مصرف آب را در تولید هر محصول مشخص کند. در این مطالعه نیز سعی گردید بر اساس این شاخص وضعیت کلی تولید محصولات گندم و جو در هر دو نوع کشت آبی و دیم و در تمامی شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی موردبررسی قرار بگیرد. همچنین تلاش شد تا ردپای آب محصولات تا حد امکان در سطح خردتر و به‌صورت دوره ۱۱ ساله مورد محاسبه قرار بگیرد و اجزای ردپای آب نیز به‌صورت کامل که متشکل از ردپای آب آبی، سبز، خاکستری و سفید می‌باشد، محاسبه شود تا با دقت بیشتری از ردپای آب محصولات گندم و جو در مطالعات آینده بهره‌گیری

بشود. بر اساس نتایج به دست آمده در بین مجموع و اجزای ردپای آب یک محصول در یک شهرستان و در طی سال‌های متوالی تفاوت هایی وجود دارد که دلیل اصلی آن افت شدید عملکرد در برخی از سال‌ها به‌واسطه تغییرات اقلیمی و خشک‌سالی می‌باشد. علاوه بر این نتایج نشان می دهد، میانگین مجموع رد پای آب در طی سال‌های ۹۶-۱۳۹۰ برای گندم و جو (آبی و دیم) به ترتیب ۲۹۲۸، ۲۸۸۸، ۲۹۹۸ و ۲۸۲۹ مترمکعب برتن در سال می‌باشد که نسبت به نیمه اول بازه مورد مطالعه به غیر از جو دیم، میانگین مجموع ردپای آب کاهش پیدا کرده است که دلیل عمده آن نیز افزایش عملکرد محصولات است. متوسط کل حجم برداشت سالانه از منابع آب نیز در تولید گندم و جو آبی مجموعاً ۱۱۴۰ میلیون مترمکعب می باشد که از این مقدار ۹۰۵/۵ میلیون متر مکعب از منابع آب ملموس بوده که در هر دو محصول بیش از ۴۵ درصد آن مربوط به تلفات آبیاری و آلودگی ناشی از استفاده از کودهای شیمیایی می‌باشد که این امر نیز به سبب سیستم آبیاری سنتی و همچنین تأکید بیش از حد کشاورزان در استفاده از کود شیمیایی جهت افزایش بهره‌وری، رخ می دهد. باید توجه کرد در اکثر شهرستان‌های استان، سهم ردپای آب آبی بیشتر از ردپای آب سبز است و تولیدات فاریاب هر دو محصول با اتکای بیشتری به آب آبیاری اتفاق می‌افتد و به‌تبع آن نتایج نشان می دهد در اکثر شهرستان‌هایی که میزان ردپای آب آبی محصولات زیاد است تلفات آب نیز به دلیل نفوذ و تبخیر زیاد، بالا می باشد، لذا توصیه می‌شود همواره در چنین شهرستان هایی، استفاده از سیستم‌های انتقال آب و آبیاری نوین در اولویت باشد. علاوه بر این نتایج نشان می‌دهد در گندم و جو آبی و همچنین در گندم و جو دیم سهم اجزای ردپای آب اختلاف چندانی باهم ندارند و به عبارت دیگر علاوه بر تشابه فیزیولوژیکی دو محصول، سبک مدیریتی یکسانی از طرف کشاورزان در کشت محصولات اعمال می‌شود؛ اما باید توجه کرد در کشت فاریاب، سهم ردپای آب آبی در استان ۳۸ درصد از متوسط کشوری بیشتر می‌باشد، لذا باید سبک های نوین مدیریت آب در کشت فاریاب این دو محصول همواره مدنظر باشد. بر اساس یافته‌ها، مجموع میانگین ردپای آب در گندم آبی و دیم و همچنین جو آبی و دیم نیز اختلاف چندانی باهم ندارند؛ لذا در صورت در نظر گرفتن مجموع ردپای آب و دیدگاه مصرف آب، کشت دیم و کشت آبی (فارغ از نوع آب) هر محصول به‌طور متوسط حجم یکسانی از منابع آبی استان را مصرف خواهد کرد. اما همان‌طور که پیش‌تر نیز عنوان شد به سبب محاسبات رد پای آب در سطح شهرستان این امکان وجود دارد تا در مورد مکان مناسب کشت محصولات در سطح شهرستان‌ها و صرفاً بر اساس شاخص ردپای آب قضاوت انجام بشود. به همین منظور نیز بر اساس روش پیشنهادی (انتخاب ردپای آب) به تعیین شهرستان‌های مناسب کشت گندم و جو (آبی و دیم) پرداخته شد. با توجه به موقعیت جغرافیایی شهرستان‌ها، نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد شمال شرق استان به لحاظ کشت گندم و جو آبی و همچنین شهرستان بستان‌آباد فقط درکشت گندم آبی می‌توانند در تولید این دو محصول مناسب باشند. علاوه بر این بر اساس متوسط مجموع ردپای آب در محصولات دیم، مرکز، غرب و جنوب استان نیز بر اساس شهرستان‌های پیش‌تر مشخص‌شده برای هر محصول می‌تواند مورد توجه باشد. درنهایت باید توجه کرد مشخص بودن اجزای ردپای آب در کشاورزی به‌ویژه در کشور ما که با محدودیت‌های منابع آب مواجه است، می‌تواند در تصمیم‌گیری‌های مدیریت کشاورزی، الگوی کشت، مدیریت و مصرف آب و ... نقش بسیار مهمی داشته باشد؛ اما ایرادی که همواره در بهره‌گیری از آب مجازی و ردپای آب وجود دارد، کلی‌نگری و عدم توجه به مقیاس‌های خرد است. بر اساس نتایج به دست آمده همان‌طور که مشخص است ردپای آب در سطح یک استان و بین شهرستان ها می‌تواند اختلاف زیادی در یک محصول داشته باشد؛ لذا توصیه می‌شود در مطالعات مدیریتی مصرف آب در صورت استفاده از ردپای آب همواره تا حد ممکن و دسترسی به اطلاعات مناطق، اجزای ردپای آب محصولات در سطح خرد محاسبه و مورد بهره‌گیری قرار بگیرد.

"هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد"

REFERENCES

Asadi, A., Eini, M., Jarahan, S, and Ali, T. (2015). Analysis of drought characteristics of East Azerbaijan province in the statistical period 1368-1391. *Third International Symposium on Environmental and Water Resources Engineering 2-3 June*, Tehran , Iran. (In Farsi)

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., and Smith M. (1998). Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. *FAO Drainage and Irrigation Paper 56, Food and Agriculture Organization*, Rome, Italy.ذ

Aligholinya, T., Sheibany, H., Mohamadi, O. and Hesam, M. (2019). 'Comparison and evaluation of blue, green and gray water footprint of wheat in different climates of Iran', *Iran Water Resources Research*, 15(3), 234-245. (In Farsi)

Ababaei, B. and Ramezani Etedali, H. (2016). Estimation of Water Footprint Compartments in National Wheat Production. *Journal of Water and Soil, 29*(6), 1458-1468. (In Farsi)

Ababaei, B. and Ramezani, Etedali H. (2016). Water Footprint Components of Cereal Production in Iran. *AgriculturalWater Management*. DOI:10.1016/j.agwat.2016.07.016. (In Farsi)

Abbasi, F. Sohrab, F. and Abbasi, N. (2017). Evaluation of Irrigation Efficiencies in Iran, *Irrigation and Drainage Structures Engineering Research*, 17(67), 113-128. (In Farsi)

Beirami, N. Ghahremanzade, M. Hayati, B. (2015). Effects of climate changes on selected crop yields of weast Azarbaijan province. *International Conference on Modern Research in Agricultural Scince And Enviroment*, December 15. Malaya-Kualalumpur. (in Farsi)

Chowdhury, A. (2010), Performance Evaluation of Agricultural Banks in Bangladesh, *International Journal of Business and Management*, 6(4), 75-89.

Ehsani, M., Khaledi, H. and Barghi, e. (2008). Introduction to virtual water. National Committee for Irrigation and Drainage of Iran: Tehran.

FAO, (2010). CROPWAT 8.0 model, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, from www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat .html.

Goftari, Z. (2014). Virtual water strategies and its role in water crisis and management of water scarcity. *National Conference on Solutions to the Water Crisis in Iran and the Middle East,*Shiraz, Iran. (In Farsi)

Hoekstra, A. Y. (ed) (2003) 'Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series No 12, UNESCO-IHE, Delft, Netherlands, from www.waterfootprint.org/ Reports/Report12.pdf.

Hoekstra A.Y., Chapagain A.K., Aldaya M.M., and Mekonnen M.M. (2011). The water footprint assessment manual: setting the global standard, Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands.

International Food Policy Research Institute (2010). from https://www.ifpri.org.

Karimi, V., Karami, E., and Keshavarz. M. (2018). Climate change and agriculture: Impacts and adaptive responses in Iran. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(1), 1-15. (In Farsi)

Kuiper, J., Zarate, E, and Aldaya, M. (2010).Water footprint assessment , policy and practical measures in a specific geographical setting, A study in collaboration with the UNEP Division of Technology, Industry and Economics, Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands.

Lillywhite, R. (2010). in Environmental Assessment and Management in the Food Industry,. Footprinting methods for assessment of the environmental impacts of food production and processing.

Mekonnen, M.M., and Hoekstra, A.Y. (2010). A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat. Hydrology and Earth System Sciences, 14, 1259-1276.

Mohlotsane, P.M., Owusu-Sekyere, E., Jordaan, H., Barnard, J.H. and Van Rensburg, L.D. (2018). Water footprint accounting along the wheat-bread value chain: Implications for sustainable and productive water use benchmarks. *10*, 1167.

Marzban, H., Sadraei Javaheri, A., Zibaei, M., Nazemosadat, S. and Karimi, L. (2019). Study of the Status of Resources and Water Consumption in Iran and Improving the Situation. *Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab*, 30(4), 16-32. doi: 10.22093/wwj.2018.126649.2663. (In Farsi).

Meteorology of East Azerbaijan. (2014). from https://www.eamo.ir

Ministry of Jahad agriculture statistical yearbook of (2019), *statistic and information technology office*, from https://www.maj.ir/.

Ministry of Jahad agriculture statistical yearbook of (2020), *statistic and information technology office*, from https://www.maj.ir/.

Norse, D. 2005. Non-point pollution from crop production: Global, regional and national issues. Pedosphere, 15(4): 499–508.

piri, H. and sarani, R. (2020). Investigation of Economic Productivity of Crop Products in Sistan and Baluchestan Province by Water Footprint Approach. *Iranian Journal of Soil and Water Research*, 51(5), 1093-1104. doi: 10.22059/ijswr.2020.289567.668325. (In Farsi)

Ramezani Etedali, H., ShokoohiA., and MojtabaviS. A. (2017). Using the Concept of Virtual Water Footprint in Main Crops Production for Crossing the water crisis in Qazvin. *Journal of Water and Soil*, *31*(2), 422-433. (In Farsi)

Ramazani Eteddali, H., and Ababaei, B. (2016). Estimation of Water Footprint Components in Barley Production at National and Provincial Scales. *Journal of Water Research in Agriculture*, 30.3(3), 431-443. doi: 10.22092/jwra.2016.107161 (In Farsi)

Razmi, R. and Sotoudeh, F. (2017). Analyzing dry and wet years in the northwest of iran. *Geographic Thought*, 8(16), 68-95.

Salimifard, K. and Mostafaee Dowlatabad, K. (2013). Applying Stochastic Goal Programming to Water Resource Management. *Journal of Water and Soil*, *27*(2), 282-291. (In Farsi)

Salahi, B. and faridpour, M. (2016). Spatial analysis of climatic drought in North West of Iran using spatial autocorrelation statistics. *Jsaeh*. 3 (3), 1-20. (In Farsi)

Salajegheh, A. and Madani Larijani, K. (2018). Calculate and Evaluate Water Footprint. Iran: Tehran. (In Farsi)

Sun, S.K., Wu, P.T., Wang, Y.B. and Zhao, X.N., (2012). Impacts of climate change on water footprint of spring wheat production: the case of an irrigation district in China. Span. *J. Agric. Res.* 10 (4), 1176.

Statistical Center of Iran, (2011), from https://www.amar.org.ir

Statistical yearbook of East Azerbaijan. (2014), *Management and Planning Organization*, from

https:// https://www.ostan-as.ir

United Nation Developments of Economic and Social Affairs (UNDESA). (2012). *Word Water Development Report 4*, World Water Assessment Programme (WWAP).

Uniamikogbo, S. O. (2007) Management Imperatives of Economic Reforms, Management in Nigeria, 43 (1), 20-27.

Vejdani, H. (2015). Geography of virtual water trade,Water *Management Journal*, 4(3), 37-46.

Xia, J., Zhai, J.L. and Zhan, C.S. (2011). Some reflections on the research and development of water resources in China. *Adv. Earth Sci*, 26, 905–915.

Yousefi, H. (2018). Protecting Water Resources of Tehran Province in the view of Agricultural Water Footprint Index. *Journal of Water and Soil Conservation*, 24(6), 67-85. (In Farsi)