

ارزیابی قابلیت تولید محصولات عمده زراعی در اراضی منطقه هشتگرد با استفاده از روش فائو

سید جلال یداللهی نوش آبادی^۱، محمدرضا جهان سوز^{۲*}، ناصر مجنون حسینی^۳ و غلامرضا پیکانی^۳

۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری، استاد اکولوژی گیاهان زراعی و استاد گروه اقتصاد کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه

تهران، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۲۱)

چکیده

نخستین گام در تعیین الگوی بهینه کشت گیاهان زراعی در کشاورزی و افزایش عملکرد و تولید در یک منطقه، شناسایی و ارزیابی قابلیت و ظرفیت (پتانسیل) تولید زمین‌های آن منطقه است. منطقه هشتگرد با گستره تقریبی ۱۱۷۰ کیلومتر مربع به دلیل نزدیکی به کلان-شهر تهران و تمرکز شمار زیاد واحدهای کشاورزی، صنعتی و خدماتی موقعیت سیاسی اقتصادی مهمی دارد. هدف از این تحقیق با توجه به نبود اطلاعات کافی در زمینه ظرفیت تولید اراضی منطقه هشتگرد برای کشت آبی محصولات زراعی، تعیین قابلیت اراضی منطقه هشتگرد برای زراعت آبی چهار محصول عمده و برآورد عملکرد آن‌ها در واحد سطح با استفاده از روش سازمان خواربار جهانی (فائو) و محاسبه درآمد خالص به ازای هر مترمکعب آب مصرفی بود. ظرفیت تولید گندم، جو، ذرت علوفه‌ای و یونجه با استفاده از روش فائو در منطقه هشتگرد به ترتیب ۱۲/۳، ۸/۳ و ۷۵ تن در هکتار محاسبه شد. ظرفیت تولید به دست آمده در منطقه، کارایی بالای تولید گیاهان زراعی در منطقه هشتگرد را پیش‌بینی می‌کند و از سوی دیگر عملکرد به دست آمده توسط کشاورزان نمونه نشان می‌دهد که امکان رسیدن به ظرفیت تولید در منطقه هشتگرد وجود دارد. در منطقه هشتگرد به ازای هر مترمکعب آب ۱/۲۵ کیلوگرم گندم، ۱/۱ کیلوگرم جو، ۶/۶ کیلوگرم ذرت علوفه‌ای و ۱/۲ کیلوگرم یونجه تولید شد. همچنین بررسی شاخص سود خالص آب مصرفی هر گیاه در منطقه بیانگر یک واقعیت اساسی یعنی هدررفت آب در منطقه است که نیازمند سیاست‌گذاری‌های نوین در زمینه بهبود ارتقاء عملکرد گیاهان زراعی و بهره‌برداری بهینه از منابع آبی منطقه بر پایه ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی تناسب اراضی، تولید قابل پیش‌بینی، شاخص بهره‌وری آب، کارایی مصرف آب.

Evaluation of Hashtgerd area land for major crops production ability by FAO method

Seyed Jalal Yadollahi Nooshabadi¹, Mohammad Reza Jahansuz^{2*}, Nasser Majnoun Hosseini² and Gholam Reza Peykani²

1, 2, 3. Ph.D. Candidate, Professor in Crop Ecology, and Professor in Agricultural Economics, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
(Received: Sep. 16, 2015 - Accepted: Apr. 19, 2016)

ABSTRACT

The first step in determining the optimal cropping pattern for crops and increase the yield in unit area is land use ability and production potential evaluation. Hashtgerd study area with an area of about 1170 square km because of the proximity to the metropolis of Tehran and focus a large number of agricultural, industrial and service units has an important economic and political position. According to importance of land capability studies at sustainable use of land and lack of sufficient information about potential Hashtgerd area for cultivation of crops, the purpose of this research is determination Hashtgerd area land capability and estimated four major crops yield by World Food Organization (FAO) method and the calculation of net income for per cubic meter of water used at per crops. The results showed area soil downstream for irrigated cropping has salinity and alkalinity restrictions. Production potential for wheat, barley, forage maize and alfalfa by FAO method at Hashtgerd area are in order as follows 12.3, 8.3, 75 and 26.8 ton/ha and given the small difference to field operation by favorite farmers it shows this method has High Performance in crops yield estimate. In Hashtgerd area for per cubic meter of used water produce 1.25 kg wheat, 1.1kg barley, 6.6 kg forage maize and 1.2 kg alfalfa. Also check of NBPD index it shows the most valuable environmental resource (water in area) is waste.

Keywords: Land suitability assessment, foreseen Production, water productivity indicator, water use efficiency.

مقدمه

به‌رغم گستره زیاد کشور ایران، به‌علت محدودیت‌های زیادی مانند کوهستانی بودن، شوری خاک و به‌ویژه کمبود آب، گستره اراضی قابل کشت آبی بسیار محدود داشته و برای دستیابی به‌خودکفایی در محصولات کشاورزی لازم است میزان عملکرد در واحد سطح افزایش یابد (Malakouti & Tehrani, 2000). یکی از راه‌های افزایش تولید در واحد سطح و استفاده بهینه از اراضی، شناسایی قابلیت و ظرفیت تولید هر زمین و تعیین نوع کاربری آن است. هنگامی کشاورزی پویا خواهد بود که افزون بر تعیین نوع خاک و تهیه نقشه منطقه، الگوی کشت مناسبی برای منطقه ارائه شود و میزان تولید هر محصول پیش‌بینی و مدیریت مناسب و لازم پیشنهاد و اعمال شود (Givi, 2000). تاریخچه ارزیابی برای کشاورزی آبی در ایران به سال ۱۳۳۳ بر می‌گردد. در آن زمان احساس ضرورت ارزیابی اراضی پایاب سدها از نظر قابلیت آبیاری مورد توجه قرار گرفت و با همکاری کارشناسان ایران و سازمان خواربار جهانی (فائو) دستورکاری تهیه شد. این دستورکار در سال ۱۹۷۰ میلادی با عنوان نشریه ۲۰۵ منتشر شد که تا سال ۱۹۷۹ اصلاحات زیادی در آن صورت گرفت (Mahler, 1979).

در سال‌های گذشته، مدل‌های همانندسازی رشد گیاه و تولید محصول به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان یک ابزار مهم برای بررسی عملکرد محصول در شرایط مختلف اقلیمی استفاده شده است (Toscano *et al.*, 2012). مدل فائو یک از مهم‌ترین این مدل‌ها است. روش فائو مدل رشدی است که توسط دیویت (Dewite, 1965) ارائه شد و سازمان خواربار کشاورزی (FAO, 1979) آن را متناسب با شرایط پروژه مناطق کشاورزی بوم‌شناختی (اگرواکولوژی)^۱ تغییر داد (Anonymous, 1981). این روش فرضیه‌های ساده‌ای دارد که این امکان را فراهم می‌سازد تا به‌سادگی به توان میزان زیست‌توده و عملکرد اقتصادی بسیاری از گیاهان زراعی یک‌ساله را در شرایط بدون آفات و بیماری‌ها و مطلوب از نظر آب و مواد غذایی برآورد

کرد (Seyed Jalali, 2000; Sys *et al.*, 1991). در یک پژوهش تناسب اراضی و ظرفیت تولید گندم منطقه شور استان گلستان را با استفاده از روش فائو در شرایط مختلف شوری از ۱۲۰۳ کیلوگرم تا ۷۸۴۲ کیلوگرم تعیین کردند. همچنین در پژوهشی که در خدآفرین دشت مغان انجام شد قابلیت تولید تابشی- گرمایی گندم زمستانه، جو، ذرت علوفه‌ای و یونجه به ترتیب ۸۵۰۰ کیلوگرم، ۷۰۰۰ کیلوگرم، ۵۲۰۰۰ کیلوگرم و ۳۰۰۰۰ کیلوگرم به‌دست آمد (Mashayekhi & Torabi, 2014).

در نهایت با مقایسه عملکرد پیش‌بینی شده با روش فائو و عملکرد واقعی و عملکرد کشاورزان نمونه راه‌کارهای علمی برای رسیدن به عملکرد پیش‌بینی شده با ارتقاء سطح مدیریت، کاربرد بهینه منابع آبی و رفع محدودیت‌های قابل اصلاح خاک، پیشنهاد می‌شود. همچنین مدنظر است با توجه به برداشت مازاد از آب زیرزمینی در منطقه و افت سالیانه سطح پیژومتری آب، شاخص بهره‌وری آب گیاهان زراعی اصلی کشت شده در منطقه و مزیت نسبی کشت آن‌ها نیز تعیین شود. با توجه به اهمیت بررسی‌های قابلیت اراضی در استفاده پایدار از اراضی و نبود اطلاعات کافی در زمینه قابلیت اراضی منطقه هشتگرد برای کشت آبی گیاهان زراعی، هدف از این تحقیق تعیین قابلیت اراضی منطقه هشتگرد برای کشت آبی چهار گیاه زراعی عمده منطقه و شناسایی محدودیت‌های آب‌و‌خاک منطقه برای آبیاری گیاهان زراعی و برآورد ظرفیت عملکرد گیاهان زراعی عمده در منطقه است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی

کل کشور از شش حوضه آبریز اصلی و ۳۰ حوضه آبریز درجه دو تشکیل شده است. در یک تقسیم‌بندی دیگر، کل کشور به ۶۰۹ محدوده مطالعاتی مختلف تقسیم شده است. محدوده مطالعاتی هشتگرد یکی از ۶۰۹ محدوده مطالعاتی کشور و بخش‌هایی از حوضه آبریز درجه دو تحت عنوان حوضه آبریز دریاچه نمک

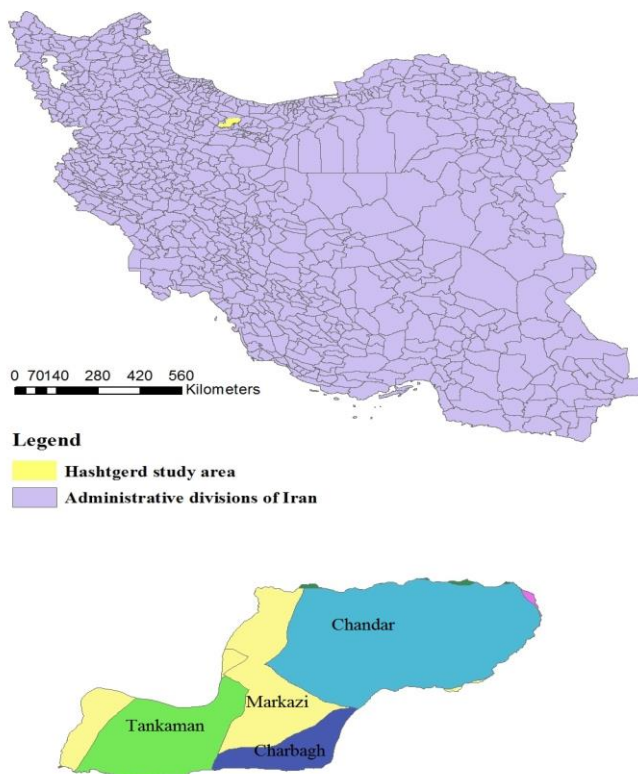
قطب‌های مهم کشاورزی در آن جملگی باعث شده، فشار زیادی بر منابع آب موجود وارد شود.

شمار کل بهره‌برداران در این محدوده مطالعاتی حدود ۱۶۸۰۰ نفر و سهم شاغلان بخش کشاورزی ۷/۶ درصد از کل جمعیت منطقه (۲۲۰ هزار نفر) است. با نگاهی اجمالی به وضعیت موجود کشاورزی در منطقه هشتگرد و مقایسه با آمارهای استانی و کشوری، نکات زیر شایان توجه خواهند بود:

۱. عملکرد گیاهان زراعی منطقه در اغلب موارد بیشتر از میانگین استانی و کشوری است و بر پایه گزارش‌های وزارت جهاد کشاورزی رکورد تولید گندم کشور با ۱۳/۶۵ تن در هکتار متعلق به کشاورز نظرآبادی است (Alborz Province Agriculture of (Jahad Organization, 2015).

۲. بیشترین سطح زیر کشت و تولید گیاهان باغی استان البرز در این محدوده است. رکورد بین‌المللی تولید ۷۰ تن در هکتار آلو و ۶۴ تن در هکتار گیلان و رتبه اول تولید هلو و شلیل کشور متعلق به این منطقه است.

را شامل می‌شود (Tehran Regional Water Report of Company, 2013). گستره ارتفاعات و دشت در این محدوده به ترتیب ۵۷۹ و ۵۹۱/۶ کیلومترمربع (در مجموع ۱۱۷۰/۶ کیلومترمربع) و بیشینه و کمینه ارتفاع به ترتیب ۴۰۵۸ و ۱۱۳۳ متر است. این محدوده مطالعاتی بخش‌هایی از دو شهرستان ساوجبلاغ (قطب باغی استان البرز) و نظرآباد (قطب زراعت استان) و بیش از ۹۰ درصد زمین‌های کشاورزی این دو شهرستان را شامل می‌شود. در این بررسی، داده‌های مربوط به این دو شهرستان به‌عنوان داده‌های محدوده مطالعاتی هشتگرد منظور می‌شود. داده‌ها از شرکت آب منطقه‌ای البرز و سازمان جهاد کشاورزی استان البرز دریافت شد. این محدوده مطالعاتی شامل چهار بخش مرکزی، چندار، چهارباغ و تنکمان است (شکل ۱). همچنین، مهم‌ترین رودخانه موجود در این محدوده مطالعاتی، رودخانه کردان است. موقعیت سیاسی-اقتصادی این منطقه به لحاظ وجود کلان‌شهر تهران و تمرکز شمار زیادی واحدهای صنعتی، خدماتی و



شکل ۱. مختصات جغرافیایی محدوده مطالعاتی هشتگرد
Figure 1. The geographical coordinates of the study area of Hashtgerd

و هدف از تهیه این نقشه، ارزیابی و طبقه‌بندی قابلیت آبیاری اراضی به‌منظور رفع و یا کاهش محدودیت‌ها و تنگنای زراعی و استفاده بهتر از اراضی با توجه به استعداد خاک‌های مختلف منطقه است.

محاسبه ظرفیت تولید

محاسبه تولید بالقوه (ظرفیت تولید تابشی- گرمایی) برای هر گیاه زراعی با استفاده از روش فائو انجام شد (FAO, 1979). در این روش با استفاده از ظرفیت ژنتیکی گیاه و ویژگی‌های گیاهی آن با بهره‌گیری از داده‌های اقلیمی مانند تابش خورشید و دما، میزان تولید زیست‌توده محصول برآورد شده است. برای محاسبه تولید ظرفیت محصول از رابطه ۱ استفاده شد (Sys et al., 1991).

$$Y = 0.36bgm \times KLAI \times HI \div (1 \div L) + 0.25 Ct \quad (1)$$

Y میزان بیشینه تولید زیست‌توده ناخالص برحسب کیلوگرم در هکتار در ساعت، C_t ضریب تنفس، $KLAI$ شاخص برداشت، $KLAI$ ضریب شاخص سطح برگ، L طول فصل رشد و Y میزان ظرفیت تولید بر حسب کیلوگرم در هکتار

میزان بیشینه تولید زیست‌توده ناخالص گیاه را می‌توان با استفاده از رابطه ۲ محاسبه کرد.

$$bgm = f \times b_0 + (1-f) \times bc \quad (2)$$

b_0 تولید بیشینه زیست‌توده ناخالص در روزهای ابری، bc تولید بیشینه زیست‌توده ناخالص در روزهای صاف، f نسبت روزهایی که آسمان ابری است، $(1-f)$ نسبت روزهایی که آسمان صاف است. نسبت میزان رشد بیشینه به عنوان عامل تصحیح ($KLAI$) برای بیشینه وزن کل ناخالص زیست‌توده و برای جبران کردن شاخص سطح برگ در هنگامی که میزان تولید زیست‌توده ناخالص کمتر از ۵ مترمربع است به کار می‌رود. ضریب تنفسی بستگی به میانگین دمای روزانه و عامل‌های مربوط به عملکرد دارد و با استفاده از رابطه ۳ محاسبه می‌شود.

$$ct = c_{30} \times (0.044 + 0.0019 \times t + 0.001 \times t^2) \quad (3)$$

C_t ضریب تنفس، t میانگین دمای روزانه (سلسیوس)، c_{30} برای غیرلگوم‌ها برابر 0.108 و برای لگوم‌ها برابر 0.283 است. در ادامه پس از محاسبه ظرفیت تولید، میزان آن با تولید کشاورز نمونه و تولید واقعی مقایسه

میانگین بارندگی سالانه منطقه حدود ۲۰۰ الی ۳۴۰ میلی‌متر بوده و بیش از یک‌میلیون تن در سال گیاهان کشاورزی تولید می‌کند. در سال ۹۳ بیش از ۱۶ میلیون مترمکعب برداشت مازاد از منابع آب زیرزمینی در منطقه صورت گرفته و سطح آب زیرزمینی در بیست سال اخیر سالانه حدود ۶۵ سانتی‌متر افت کرده است (Tehran Regional Water Company, 2013). همچنین، باوجود روند کاهش کیفیت آب آبخوان دشت هشتگرد در ده سال اخیر، کیفیت آب‌های زیرزمینی و سطحی برای مصارف کشاورزی هنوز در حد به نسبت مطلوب تا بسیار مطلوب قرار دارد. به استناد داده‌های سازمان جهاد کشاورزی استان البرز، در منطقه هشتگرد شانزده گیاه زراعی مختلف در گستره ۳۵۸۱۸ هکتار کشت می‌شوند که حدود ۱۹۱ میلیون مترمکعب آب مصرف می‌کنند. در این میان حدود ۸۰ درصد از سطح زیر کشت گیاهان زراعی متعلق به چهار گیاه زراعی شامل گندم و جو (۵۱ درصد)، ذرت علوفه‌ای (۲۳/۵ درصد) و یونجه (۵/۲ درصد) است (جدول ۲) که در کل حدود ۱۷۰ میلیون مترمکعب (یعنی حدود ۹۰ درصد آب مصرفی گیاهان زراعی منطقه) از مصرف آب را به خود اختصاص می‌دهند (Alborz Province Agriculture, of Jahad Organization, 2015). بنابراین با توجه به سطح زیر کشت و مصرف بالای آب توسط گیاهان زراعی یادشده، ارزیابی کمی و اقتصادی آن‌ها در این بررسی مدنظر قرار گرفته است.

تهیه نقشه قابلیت اراضی

منظور از طبقه‌بندی اراضی، تعیین ارزش اراضی از نظر کشاورزی و آبیاری است. این طبقه‌بندی بر پایه راهنمای طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری (Mahler, 1979) تهیه و در آن عامل‌هایی مانند قابلیت نفوذ، بافت خاک سطحی، میزان سنگریزه در خاک سطحی و زیرین، میزان شوری و قلیائیت، نوع و عمق طبقه محدودکننده و همچنین عوارض طبیعی مانند شیب، پستی‌وبلندی و فرسایش در نظر گرفته شده است. نقشه قابلیت اراضی منطقه هشتگرد برای کشت آبی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) تهیه شد

پرسشنامه و مصاحبه با کشاورزان موجود در منطقه (شمار ۳۲ پرسشنامه در ۴ شهر منطقه مورد بررسی و میانگین‌گیری از مقادیر به‌دست‌آمده) و صحبت با کارشناسان زراعت سازمان جهاد کشاورزی استان البرز گردآوری شد.

میزان آب مصرفی هر گیاه در منطقه هشتگرد بر پایه نیاز خالص آب آبیاری آن، که توسط Farshi *et al.* (1997) محاسبه و تعیین شده است. همچنین هزینه و درآمد هر گیاه از راه مصاحبه با کشاورزان منطقه به دست آمد که در جدول ۱ آورده شده است.

محاسبه بهره‌وری مصرف آب

کیفیت و کمیت استفاده از نهاده‌ها در یک فرآیند تولید ویژه، در یک دوره معین و محدوده جغرافیایی مشخص برای دستیابی به هدف‌های تعیین شده را بهره‌وری می‌نامند (Falsoleyman & chakoshi, 2011). برای تعیین شاخص‌های بهره‌وری مصرف آب گیاهان زراعی نیاز به محاسبه هزینه و درآمد تولید گیاهان است که این اطلاعات از راه پرسشنامه گردآوری شد. برای محاسبه بهره‌وری مصرف آب در تولید گیاهان عمده کشاورزی منطقه از شاخص‌های زیر استفاده شد.

شاخص CPD^۱

میزان گیاه تولیدشده به نسبت حجم آب مصرفی را نشان می‌دهد و هر چه بالاتر باشد، نشان‌دهنده کارایی مصرف آب بالاتر است.

شاخص NBPD^۲

بهترین شاخص سنجش بهره‌وری آب است (Ehsani & Khaledi, 2003) و نه تنها سود خالص به ازای واحد حجم آب مصرف‌شده را تعیین می‌کند، بلکه اهمیت زیادی در برنامه‌ریزی الگو و ترکیب کشت در مناطق با محدودیت آب دارد. چون از این راه می‌توان منابع کمیاب آب را به کشت‌هایی اختصاص داد که با کمترین واحد مصرف آب بالاترین سود را نصیب بهره‌بردار می‌نماید (Falsoleyman & Chakoshi, 2011).

شد. شاخص برداشت (HI) از نسبت عملکرد دانه به عملکرد کل زیست‌توده گندم آبی به دست می‌آید.

الف) ظرفیت تولید یا ظرفیت تولید آب و هوایی

ظرفیت تولید در واقع تولیدی است که با توجه به ظرفیت ژنتیکی گیاه و ویژگی‌های گیاهی آن با استفاده از داده‌های اقلیمی مانند تابش خورشیدی و دما محاسبه می‌شود و از ویژگی‌های خاک و آفات و بیماری‌ها و مدیریت تأثیرپذیر نیست. روش‌های مختلفی برای محاسبه این تولید پیشنهاد شده که مهم‌ترین آن روش فائو و روش واخینگن هلند است. در این بررسی از روش فائو استفاده شده است. Khaghani (2010) برای برآورد تولید ظرفیت گندم در منطقه مرنده از روش فائو و واخینگن هلند استفاده کرد، نتایج به‌دست‌آمده از این بررسی نشان داد که برآورد تولید ظرفیت توسط روش واخینگن هلند کمتر و با استفاده از روش فائو بیشتر از میزان عملکرد کشاورزان است. همین نتیجه را Etedali *et al.* (2012) در مقایسه دو روش یادشده برای برآورد ظرفیت تولید ذرت علوفه‌ای در شهرستان شهرکرد به دست آوردند.

ب) تولید کشاورز نمونه

هر ساله جهاد کشاورزی هر استان، کشاورزانی را که میزان عملکرد بالاتری در هکتار ثبت می‌کنند، شناسایی می‌کند که داده‌های مربوط به آن از جهاد کشاورزی استان البرز در سال ۱۳۹۳ به دست آمد.

ج) تولید واقعی یا مشاهده‌شده

تولید واقعی میزان تولید میانگین چندین سال کشاورز است که با یک مدیریت و نهاده مشخص، بدون تأثیر عامل‌های غیرمترقبه‌ای مانند طغیان آفات، سیل و غیره به دست می‌آید. این میزان از راه مصاحبه با کشاورزان منطقه و پرسش در زمینه عملکرد کشتزارها انجام گرفت و میانگین عملکرد کشاورزان به عنوان تولید واقعی در نظر گرفته شد.

گردآوری داده‌ها

اطلاعات مربوط به عملکرد گیاهان زراعی از روش

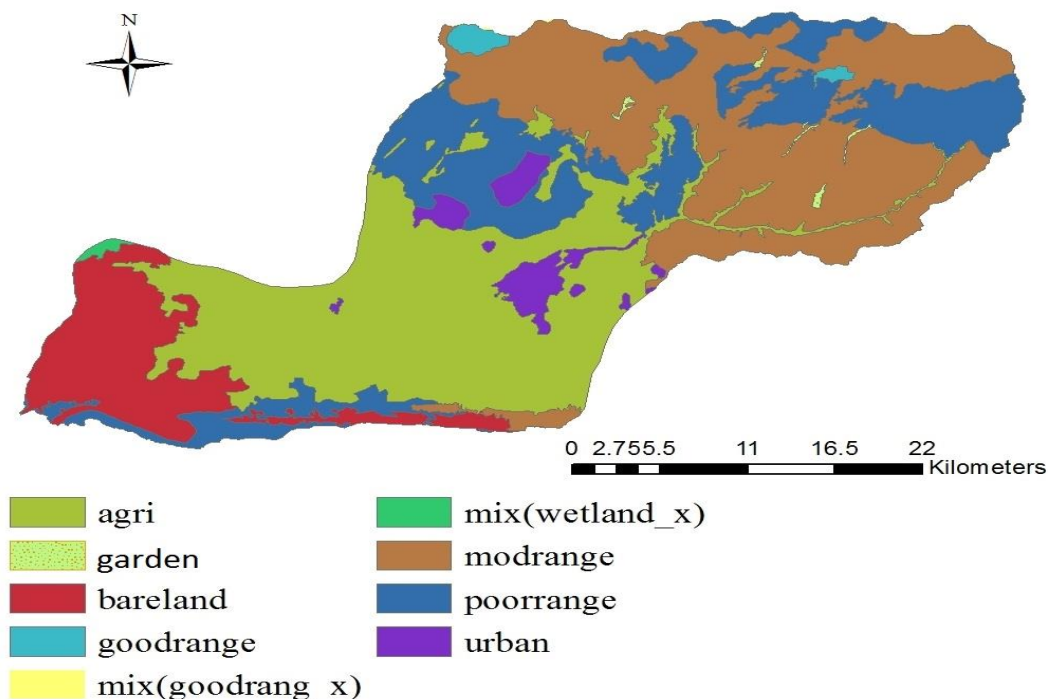
1. Crop per drop

2. Net benefit per drop

نتایج و بحث

در شکل ۲ نقشه کاربری اراضی کنونی منطقه هشتگرد آورده شده است. از کل اراضی منطقه امروزه، ۴۸ درصد اراضی کشاورزی شامل ۱۵ درصد اراضی باغی و ۳۳ درصد اراضی زراعی است. خاک‌های محدوده مورد بررسی به روش طبقه‌بندی تاکسونومی (آمریکایی) (Mashayekhi & Torabi, 2014) رده‌بندی شد و در سه رده آیریدی سول، انتی سول و

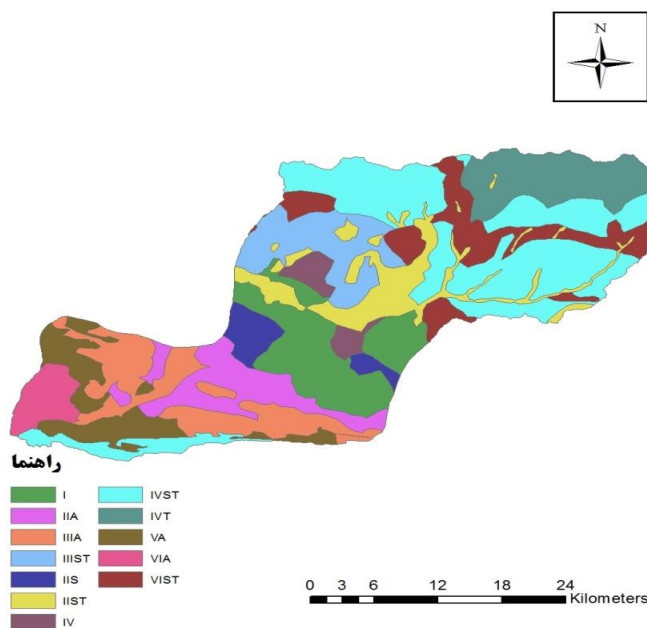
اینسپتی سول و ۲۲ کلاس قرار گرفتند. رژیم گرمایی خاک‌های منطقه ترمیک و رژیم رطوبتی آن در دامنه زیریک خشک و آیریدیک ضعیف قرار گرفت. در محدوده مطالعاتی هشتگرد شیب زمین و برای حرکت آب از شمال شرقی به جنوب غربی است. با توجه به تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی انجام‌شده برای همه نیم‌رخ (پروفیل)‌های خاک، نقشه طبقه‌بندی اراضی برای آبیاری بر مبنای نقشه سری‌های خاک تهیه شد (شکل ۳).



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی هشتگرد
Figure 2. Land use map of the Hashtgerd study area

منطقه (۵۲۵۰۰ هکتار)، اراضی کشاورزی است (شکل ۲). اگر اراضی که امروزه با آبیاری تحت فشار زیر کشت رفته‌اند و به استناد داده‌های جهاد کشاورزی استان البرز معادل ۷۲۰۰ هکتار هستند را از اراضی کنونی کشاورزی در منطقه کم کنیم، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت امکان افزایش ۱۰۱۰۰ هکتار سطح زیر کشت گیاهان زراعی با انجام آبیاری سطحی در صورتی که محدودیت‌هایی مانند کمبود آب و سرمایه و غیره را نداشته باشیم، وجود دارد. بیشتر اراضی کشاورزی در منطقه هشتگرد در مرکز منطقه یعنی درون دشت و محدوده آبخوان آبرفتی که کمترین فرسایش خاک را دارند واقع شده است (شکل ۴).

ارزیابی قابلیت اراضی منطقه برای آبیاری و کشت آبی همان‌طور که در شکل ۳ قابل مشاهده است، هر چه به سمت غرب و جنوب غربی منطقه پیش می‌رویم، محدودیت مربوط به شوری و قلیائیت خاک افزایش می‌یابد و با پیشروی به سمت شمال و شمال شرقی محدودیت‌های ناشی از شیب، عوارض یا پستی و بلندی اراضی (توپوگرافی) و ویژگی‌های بافت و عمق خاک افزایش پیدا می‌کند. از کل اراضی منطقه، حدود ۵۱ درصد اراضی (حدود ۵۵۴۰۰ هکتار) قابلیت کشت بدون محدودیت و یا دارای محدودیت کم تا متوسط برای آبیاری گیاهان زراعی را دارند. امروزه ۴۸ درصد اراضی

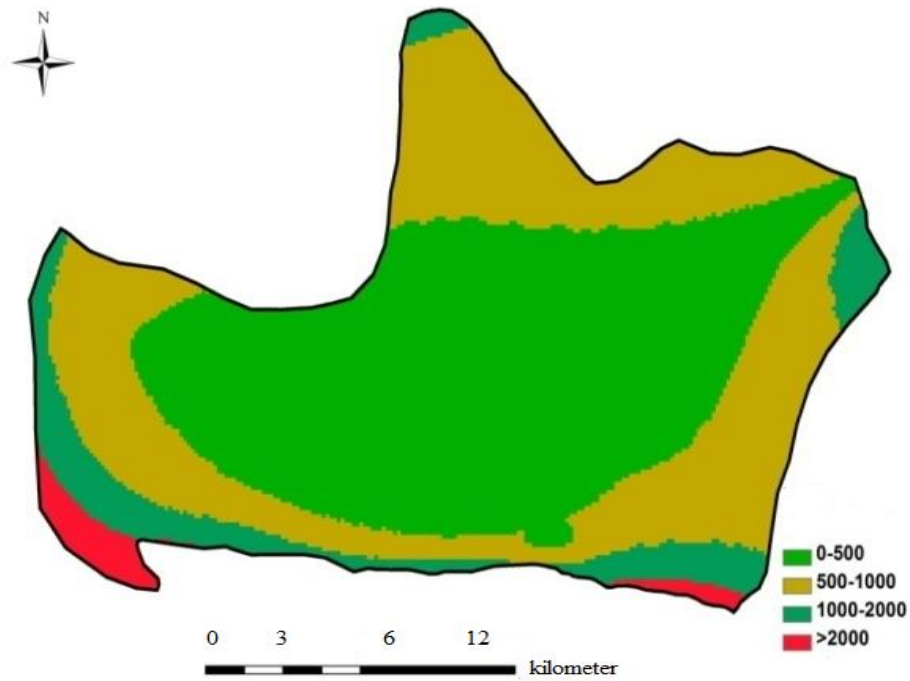


شکل ۳. نقشه قابلیت اراضی محدوده مطالعاتی هشتگرد برای کشت آبی
Figure 3. Land capability map Hashtgerd study area for irrigated

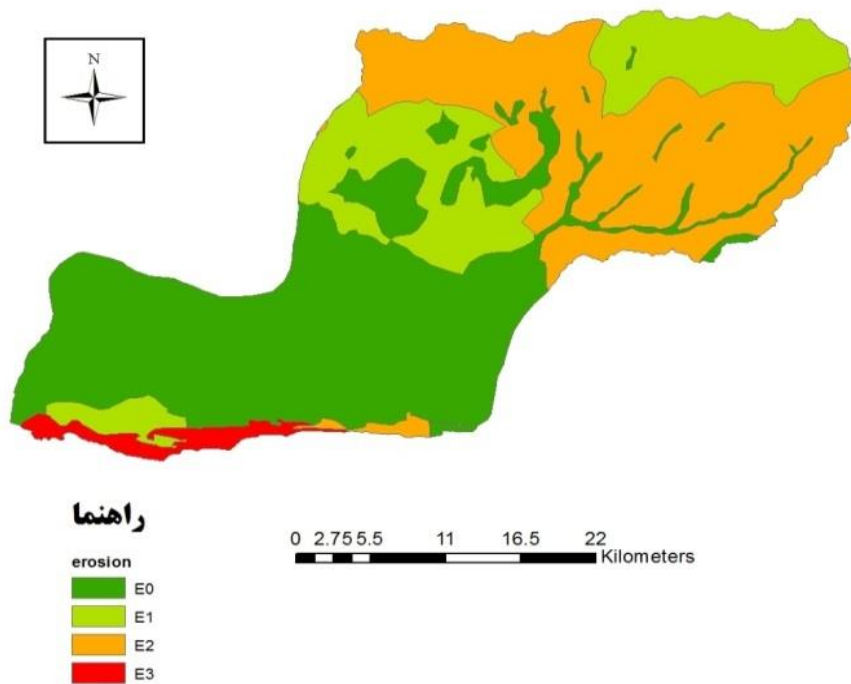
همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، قسمت‌های جنوبی و جنوب‌غربی منطقه بیشترین محدودیت برای کشت آبی را دارند. در یک بررسی که در اتیوپی به منظور ارزیابی اراضی برای آبیاری توسط فائو انجام گرفت، پس از بازدیدهای صحرایی، تشریح نیمرخ و تجزیه نمونه‌های خاک مشخص شد که نه تنها خاک منطقه برای کشاورزی حاصلخیز نیست، بلکه محدودیت‌هایی مانند توزیع آب، زهکشی و مدیریت از جمله بازدارنده‌هایی به شمار می‌آیند که پروژه آبیاری به‌طور مناسب در منطقه انجام گیرد (FAO, 1976). مناسب‌ترین مناطق برای کشت آبی در محدوده آبخوان آبرفتی دشت که هدایت الکتریکی کمتری نسبت به دیگر نقاط منطقه داشته، قرار دارد (شکل ۵). میزان معمول EC برای آبیاری گیاهان زراعی به‌ویژه آبیاری تحت فشار ۲۰۰۰-۰ میکروموس بر سانتی‌متر است (Keshavarzi Bank, 2010). هدایت الکتریکی آبخوان دشت هشتگرد بین ۲۰۰۰-۰ میکروموس بر سانتی‌متر مربع بوده و برای سامانه‌های آبیاری کشاورزی محدودیتی وجود ندارد (شکل ۵). با توجه به تمرکز فعالیت‌های کشاورزی در مرکز منطقه مورد بررسی و شمار بالای چاه‌های غیر مجاز آن، فشار زیادی به منابع آب وارد شده است.

کلاس‌های قابلیت اراضی بنا بر (Mahler, 1979)

اراضی کلاس I- قابل کشت و مرغوب برای آبیاری و کشاورزی
اراضی کلاس II- قابل کشت و مناسب برای آبیاری و کشاورزی و دارای اشکال و یا محدودیت‌های کم
اراضی کلاس III- قابل کشت برای زراعت‌های آبی و دارای اشکال و محدودیت‌های متوسط
اراضی کلاس IV- تنها در شرایط به‌ویژه قابل آبیاری است و محدودیت زیاد دارد
اراضی کلاس V- برای آبیاری اشکال و محدودیت‌های خیلی زیاد دارد
به استثناء اراضی درجه I که هیچ‌گونه محدودیت زراعی ندارند، دیگر کلاس‌ها بر حسب محدودیت‌هایی که دارند، به چند تحت کلاس تقسیم می‌شوند که نشانه‌های هر یک به شرح زیر است:
S- معرف محدودیت خاک از نظر قابلیت نفوذ، بافت خاک، میزان سنگریزه خاک سطحی و زیری و عمق خاک
A- معرف محدودیت خاک از نظر شوری و قلیائیت
T- معرف محدودیت خاک از نظر وضعیت پستی‌وبلندی، شیب، فرسایش آبی و بادی.



شکل ۴. نقشه فرسایش منطقه هشتگرد
Figure 4. Hashtgerd region erosion map



شکل ۵. نقشه هدایت الکتریکی (EC) آبخوان دشت هشتگرد (میکروموس بر سانتی متر مربع)
Figure 5. Map of electrical conductivity (EC) Hashtgerd aquifer

ویژگی‌های گیاهی و اقلیمی مورد نیاز برای محاسبه ظرفیت تولید تابشی- گرمایی گیاهان مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است.

با استفاده از روش فائو ظرفیت تولید چهار گیاه زراعی که بالاترین سطح زیر کشت و تولید در منطقه هشتگرد را دارند محاسبه شد که به شرح زیر است.

جدول ۱. میزان عددی متغیرهای مورد نیاز برای محاسبه ظرفیت تولید تابشی- حرارتی گیاهان در منطقه هشتگرد
Tble 1. The numerical values of the variables used to calculate radiation-thermal production potential in the Hashtgerd region

Variables/Plant Name	Wheat	Barley	Maize	Alfalfa
Classification based on thermal need	Non- Legume C3	Non- Legume C3	C4	Legume C3
Start of cycle growth	1 November	1 November	1 July	1 September
End of cycle growth	30 June	10 June	30 September	30 April
During the growth cycle (days) by subtracting frost days	193	173	91	192 in China
The average temperature of the growth cycle (C°)	12.86	11.57	35.33	15.2
The daily temperature average of the Growth cycle (C°)	10.75	9.48	35.09	12.38
The maximum speed of photosynthesis	18	17	64	20
Leaf Area Index (square meters)	5	4	4	5
Harvest Index	0.5	0.4	0.95	0.5

میزان عملکرد را محدود می‌سازد. Chinene (1991) میزان تولید و تناسب کشتزارهای منطقه کاپینی زامبیا را برای سه گیاه ذرت، آفتابگردان و کتان با استفاده از روش فائو ارزیابی کرد. نتایج بررسی نشان داد، به‌رغم وجود همبستگی زیاد بین عملکرد برآوردشده و عملکرد واقعی، اختلاف بین آن دو معنی‌دار است که این اختلاف مربوط به سطوح مختلف مدیریت اراضی و کشتزارها است. پیش‌بینی می‌شود در منطقه هشتگرد نیز عامل‌های مدیریتی، در کاهش عملکرد کشاورزان دخیل‌اند که باید در ادامه تحقیقات بررسی شود. Seyed Jalali *et al.* (2013) ظرفیت تولید تابشی- گرمایی گندم آبی به روش فائو را ۸۰۴۱ کیلوگرم در هکتار برآورد کردند و ظرفیت تولید با تأثیر عامل‌های محدودکننده در خاک از ۲۳۰۰ تا ۶۷۵۰ کیلوگرم در هکتار برآورد شد. ایشان بیان کردند کاهش عملکرد به علت عامل‌های محدودکننده مانند محدودیت‌های آهک، زهکشی، شوری، قلیائیت و نبود مدیریت بهینه است.

جو

جو با دوره رشدی ۲۲۱ روزه از اوایل آبان تا اواسط خرداد، ضریب شاخص برگی معادل ۰/۹ و شاخص برداشت ۰/۴، ۱۰ درصد رطوبت دارد (Mashayekhi & Torabi, 2014). میانگین عملکرد جو در کشور، استان البرز و منطقه هشتگرد به ترتیب، ۳/۲، ۴/۲ و ۴/۲ تن در هکتار است (Alborz Province Agriculture of Jahad

گندم

گندم با دوره رشدی ۲۴۱ روزه از اوایل آبان تا اوایل تیر، ضریب شاخص برگی معادل ۱ و شاخص برداشت ۰/۵، ۱۰ درصد رطوبت دارد (Mashayekhi & Torabi, 2014). میانگین عملکرد گندم در کشور، استان البرز و منطقه هشتگرد به ترتیب، ۳/۵، ۴/۶ و ۵ تن در هکتار است (Alborz Province Agriculture of Jahad Organization, 2015). عملکرد کشاورز نمونه منطقه (که از گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان البرز در سال ۱۳۹۴ خورشیدی استخراج شد) ۱۱/۵ تن در هکتار و ظرفیت تولید گندم زمستانه با استفاده از روش فائو در منطقه هشتگرد معادل ۱۲/۳ تن در هکتار به‌دست آمد (جدول ۲). Mozafarian *et al.* (2008) ظرفیت تولید گندم آبی در اراضی جنوب غرب استان تهران را با استفاده از روش فائو (Sys *et al.*, 1991) ۱۰۴۸۴ کیلوگرم در هکتار برآورد کردند. همان طوری که بیان شد مشاهده می‌شود ظرفیت تولید گندم در منطقه با میانگین عملکرد واقعی به‌دست‌آمده و عملکرد کشاورز نمونه به ترتیب ۷/۳ و ۰/۷ تن در هکتار اختلاف دارد. اختلاف بالای بین ظرفیت عملکرد محاسبه‌شده با میانگین عملکرد واقعی کشاورزان نشان‌دهنده بالا بودن خلأ عملکرد در تولید اغلب کشاورزان منطقه است. به باور Savin & Slater (1991) در شرایطی که میزان عملکرد کمتر از ۴۰ تا ۵۰ درصد ظرفیت تولید باشد، عامل‌های مدیریتی غیر از آب مانند حاصلخیزی خاک، مدیریت گندم‌زار و غیره،

بوده که حدود ۱۵ تن خلأ عملکرد (اختلاف بین میانگین عملکرد واقعی منطقه و ظرفیت تولید) وجود دارد. کاهش عملکرد این کشتزارها بیشتر به محدودیت‌های خاک و سطوح مدیریت کشاورزان مربوط می‌شود و یکی از روش‌های جبران کاهش عملکرد به‌ویژه در کشتزارها با عملکرد پایین‌تر از ۴۰ تن در هکتار، استفاده از گیاهان علوفه‌ای مانند سورگوم و ارزن (Falsoleyman & Chakoshi, 2011) بوده که ضمن تولید عملکرد بالا، نیاز آبی کمتری داشته و سازگاری بهتری با شرایط اقلیمی خشک و محدودیت‌های خاک دارد.

یونجه

یونجه با دوره رشدی یک‌ساله و ۴-۵ چین برداشت با فاصله یک‌ماهه، اوایل مهرماه کشت می‌شود. ضریب شاخص برگ یونجه معادل ۱ و شاخص برداشت ۰/۸۵، ۱۵ درصد رطوبت دارد (Mashayekhi & Torabi, 2014). میانگین عملکرد یونجه در کشور، استان البرز و منطقه هشتگرد به ترتیب ۸، ۱۱ و ۱۶ تن در هکتار است (Alborz Province Agriculture of Jahad) (Organization, 2015). عملکرد کشاورز نمونه منطقه ۲۵ تن در هکتار و ظرفیت تولید یونجه با استفاده از روش فائو در منطقه هشتگرد معادل ۲۶/۸ تن در هکتار به‌دست آمد (جدول ۲). در زمینه یونجه هم مشاهده می‌شود که کشاورزان با اعمال مدیریت بهینه و کاهش محدودیت‌ها می‌توانند حدود ۱۰ تن عملکرد را افزایش دهند.

محاسبه شاخص بهره‌وری آب منطقه

از دیدگاه مالی و اقتصادی، بهره‌وری بیشتر آب کشاورزی به معنای سود بیشتر به ازای واحد حجم آب مصرفی است و از دیدگاه امنیت غذایی، به معنای تولید گیاه بیشتر به ازای واحد حجم آب مصرفی ۹ واحد سطح زیر کشت است. افزایش بهره‌وری آب در شرایطی که بهره‌وری آب پایین است می‌تواند سبب افزایش تولید و رونق کشاورزی شود. درجایی که گسترش منابع آبی محدود است، برگشت بخشی از آب بسیار تأثیرگذار است به‌ویژه هنگامی که مصرف آب باعث آسیب زدن به

(Organization, 2015). عملکرد کشاورز نمونه منطقه ۶/۴ تن در هکتار و ظرفیت تولید جو زمستانه با استفاده از روش فائو در منطقه هشتگرد معادل ۸/۳ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۲). در اینجا مشاهده می‌شود که عملکرد کشاورز نمونه با ظرفیت تولید عملکرد منطقه بر پایه روش فائو حدود ۲ تن اختلاف دارد و این خود نشان‌دهنده این است، حتی بهترین کشاورزان منطقه هنوز امکان افزایش عملکرد را دارند. ظرفیت تولید بالای غلات در این منطقه می‌تواند مربوط به طول دوره رشد به نسبت طولانی این گیاهان در منطقه و شرایط مناسب خاک از نظر شوری و قلیائیت باشد.

ذرت علوفه‌ای

ذرت علوفه‌ای با دوره رشدی ۹۱ روزه از اوایل تیر تا اوایل مهر، ضریب شاخص برگی معادل ۰/۹ و شاخص برداشت ۰/۹۵، ۷۰ درصد رطوبت دارد. میانگین عملکرد ذرت علوفه‌ای در کشور، استان البرز و منطقه هشتگرد به ترتیب ۵۱، ۵۸ و ۶۰ تن در هکتار است (Alborz Province Agriculture of Jahad) (Organization, 2015). ذرت علوفه‌ای به دلیل داشتن ارزش غذایی بالا و طیف به نسبت گسترده سازگاری به شرایط متفاوت آب و هوایی، در سطوح گسترده‌ای کشت می‌شود، بهترین شرایط آب و هوایی برای تولید ذرت، مناطق نیمه‌خشک با زمستان‌های معتدل است (Etedali et al., 2012). با توجه به اینکه منطقه هشتگرد یکی از قطب‌های دام‌پروری کشور است و نیاز به تولیدهای علوفه‌ای بالایی دارد و از سوی دیگر برای کشت ذرت علوفه‌ای تناسب اقلیمی دارد، لذا برآورد ظرفیت تولید ذرت علوفه‌ای در منطقه ضرورت دارد. عملکرد کشاورز نمونه (که از گزارش سازمان جهاد کشاورزی استان البرز در سال ۱۳۹۴ خورشیدی استخراج شد) و ظرفیت تولید با استفاده از روش فائو در منطقه هشتگرد هر دو معادل ۷۵ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۲). با توجه به برابر بودن ظرفیت تولید منطقه و عملکرد کشاورز نمونه به کارایی بالای استفاده از روش فائو برای برآورد ظرفیت عملکرد ذرت علوفه‌ای در منطقه پی می‌بریم. میانگین عملکرد کشاورزان ذرت کار در منطقه حدود ۶۰ تن در هکتار

۳۰-۴۰ درصد دارد. با اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار، بازده استفاده از آب در این اراضی دو برابر افزایش خواهد داشت و کارایی مصرف آب به مراتب زیاده‌تر خواهد شد. در منطقه هشتگرد به ازای هر مترمکعب آب ۱/۲۵ کیلوگرم گندم، ۱/۱۲ کیلوگرم جو، ۹/۲۳ کیلوگرم ذرت علوفه‌ای (علوفه تر) و ۱/۲۳ کیلوگرم یونجه (علوفه خشک) تولید شد (جدول ۳). به منظور دستیابی به هدف‌های تولیدهای کشاورزی در پایان برنامه پنجم و یا بیشینه در یک افق ۱۵ ساله (سال ۱۴۰۴)، میزان شاخص CPD در کشور باید دست کم در دامنه ۲-۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب باشد (Heidari, 2011). بنابراین ضرورت دارد در این زمینه افزون بر مصرف بهینه آب در بخش کشاورزی با استفاده از گسترش روش‌های بهزراعی مانند روش‌های حفاظتی خاک (کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) و مدیریت آبیاری در مراحل اولیه رشد، ارتقاء عملکرد با استفاده از کاشت بذرهای گواهی‌شده، مصرف بهینه کود و سم صورت پذیرد.

بوم‌نظام مانند پایین آمدن سطح آب زیرزمینی می‌شود (Keshavarz & Dehghani, 2011).

وابستگی تولید به آب آبیاری در ایران زیاد است و عمده تولید غذایی کشور نیز از کشاورزی فاریاب است. جمعیت کشور در سال ۱۴۰۰ بالغ بر ۸۹ میلیون نفر برآورد می‌شود. در سال ۱۴۰۰، برای تأمین نیازهای غذایی کشور باید کل تولیدهای کشاورزی حداقل ۱۷۲ میلیون تن باشد که از این میزان ۱۶۰ میلیون تن آن باید توسط کشاورزی فاریاب تأمین شود. با فرض بیشینه امکان تأمین ۱۰۰ میلیارد مترمکعب آب برای بخش کشاورزی در آن سال، کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی فاریاب باید به حدود ۱/۶ کیلوگرم بر مترمکعب برسد (Heidari, 2011) که تنها در صورت بهینه‌سازی مصرف آب این امر امکان‌پذیر است. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، تعیین دقیق و علمی شاخص کارایی مصرف آب در مناطق مختلف کشور ضرورت دارد. در منطقه هشتگرد حدود ۴۵۰۰۰ هکتار از اراضی (۸۶ درصد اراضی کشاورزی) آبیاری سنتی با بازده حدود

جدول ۲. سطح زیر کشت و عملکرد واقعی و پیش‌بینی شده گیاهان زراعی منطقه هشتگرد

Table 2. Actual and anticipated cropping area and yield of Hashtgerd region crops

Crop Name	The Cropping area (hectare)	Yield average (tonne per hectare)	The anticipated yield (tonne per hectare)	Need pure water (cubic meters per hectare)
Wheat	10560	5	13.2	4000
Barley	7500	4.2	8.3	4000
Maize	8383	60	75	6500
Alfalfa	1862	16	26.8	13000

که ۲۴ درصد کمتر از میانگین جهانی (حدود ۱ کیلوگرم بر مترمکعب آب) است (Dehghani Sanich, 2008).

Falsoleyman & Chakoshi (2011) در بررسی روی شاخص‌های بهره‌وری آب در گیاهان زراعی کشت‌شده در دشت بیرجند به این نتیجه رسیدند که سود خالص به ازای هر مترمکعب مصرف آب در ذرت علوفه‌ای ۱۱۱۵ ریال، ارزن ۶۴۲ ریال، گندم ۶۲۸ ریال، جو ۴۴۰ ریال و یونجه ۲۲۵ ریال است. بنابراین یونجه جزء کشت‌هایی است که با مصرف آب زیاد، کمترین درآمد به ازای واحد آب مصرفی را نصیب بهره‌برداران می‌کند و بایستی در حد امکان سطح زیر

در یک پژوهش کارایی مصرف آب گیاهان زراعی در برخی مناطق کشور بررسی و کارایی مصرف آب گندم، جو، یونجه (علوفه خشک) و ذرت علوفه‌ای (علوفه تر) را به ترتیب ۰/۷۳، ۰/۵۶، ۵/۵۸ و ۱/۴۶ و میانگین کارایی مصرف آب گیاهان زراعی کشور را ۱/۳۸ کیلوگرم بر مترمکعب برآورد شد (Heidari, 2011). بررسی‌های منطقه‌ای روی بهره‌وری آب در کشور نشان‌دهنده آن است که بهره‌وری آب گندم در سه شهرستان ارومیه، کرج و مشهد با ۴۰۰ میلی‌متر آب آبیاری بیشینه ۱ کیلوگرم بر مترمکعب آب آبیاری بوده است. همچنین در پاکستان بهره‌وری آب گندم به‌طور میانگین ۰/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب آب است

به دست آمده از کشت هر هکتار گیاهان علوفه‌ای (ذرت و یونجه) در منطقه نسبت به غلات بالاتر است (جدول ۳) ولی با توجه به شمار زیاد واحدهای دامداری منطقه و نیاز بالای علوفه در منطقه، به نظر می‌رسد سطح زیر کشت بالای گیاهان علوفه‌ای فراتر از مباحث اقتصادی به علت نیاز بالا به تأمین علوفه در منطقه باشد. کشت جو با توجه به درآمد خالص بسیار پایین آن تنها به وسیله کشاورزانی که مالک زمین هستند توجیه اقتصادی دارد و به نظر می‌رسد که دیگر اراضی جو کشت شده، زمین‌هایی است که توسط دامداران منطقه و تنها برای تأمین علوفه دام و نه کسب درآمد کشت می‌شوند. با توجه به اینکه زمین و آب به صورت یک‌ساله اجاره می‌شود، بهتر است تناوب سالانه این چهار گیاه هم برای محاسبه سود خالص به ازای آب مصرفی محاسبه شود. بر این پایه تناوب جو-ذرت علوفه‌ای، گندم-ذرت علوفه‌ای، و تناوب ۳-۴ ساله یونجه در شرایطی که زمین اجاره‌ای بوده به ترتیب، ۵۵۲۰ ریال، ۷۴۰۰ ریال و ۴۴۲۰ ریال و در شرایطی که کشاورز مالک زمین است به ترتیب ۹۵۹۰ ریال، ۱۱۲۱۰ ریال و ۷۵۰۰ ریال درآمد خالص به ازای هر مترمکعب آب مصرفی نصیب بهره‌بردار می‌کند. بررسی شاخص NBPD بیانگر یک واقعیت اساسی یعنی هدررفت با ارزش‌ترین منبع زیست‌محیطی در منطقه است.

در میان تناوب‌های یادشده، بالاترین سود خالص و بالاترین درآمد به ازای مصرف ۱ مترمکعب آب به ترتیب متعلق به تناوب‌های گندم-ذرت علوفه‌ای، جو-ذرت علوفه‌ای و یونجه چندساله است. در بهترین حالت به ازای هر مترمکعب آب در کشت گندم-ذرت علوفه‌ای در منطقه حدود ۱۱۲۱۰ ریال ارزش اقتصادی به دست می‌آید، در حالی که میانگین این رقم در جهان حدود ۲ تا ۳ برابر است.

کشت آن کاهش یابد. با توجه به نتایج به دست آمده و بررسی منابع انجام شده، کارایی مصرف آب گیاهان در منطقه هشتگرد از میانگین کشور و در برخی موارد از میانگین جهانی بالاتر است. حال اگر میانگین عملکرد کشاورزان در تولید گیاهان گندم، جو و ذرت علوفه‌ای افزایش یافته و به ظرفیت تولید منطقه نزدیک شود، ارزش افزوده به ازای مصرف هر مترمکعب آب به میزان شایان توجهی افزایش خواهد یافت.

بررسی اقتصادی تولید چهار گیاه با توجه به مصرف آب در منطقه هشتگرد نشان می‌دهد، سود خالص به ازای هر مترمکعب آب (NBPD) در شرایطی که زمین اجاره‌ای است، برای جو ۷۵۰ ریال، یونجه ۴۴۲۰ ریال، گندم ۵۰۰۰ ریال و ذرت علوفه‌ای ۸۸۸۰ ریال و در شرایطی که کشاورز مالک زمین است برای جو ۵۷۵۰ ریال، یونجه ۷۵۰۰ ریال، گندم ۱۰۰۰۰ ریال و ذرت علوفه‌ای ۱۱۹۵۳ ریال است. بنابراین از نظر شاخص بهره‌وری آب (NBPD) بهتر است به ترتیب گیاهان زراعی ذرت علوفه‌ای، گندم، یونجه و جو در اولویت کشت قرار گیرند. ذرت علوفه‌ای با وجود مصرف آب بالاتر نسبت به گندم و جو، درآمد بالاتری را به ازای آب مصرفی نصیب بهره‌برداران می‌کند، همچنین ذرت علوفه‌ای نسبت به یونجه با مصرف آب کمتر، درآمد بالاتری را نیز تولید می‌کند و این نکته در جایگزینی ذرت علوفه‌ای به جای کشت یونجه در منطقه بایستی مدنظر قرار گیرد. در هر هکتار جایگزینی ذرت علوفه‌ای به جای یونجه مصرف آب به نصف کاهش یافته و درآمد در حالی که کشاورز مالک زمین است حدود ۲ میلیون تومان افزایش خواهد یافت. همان‌طور که گفته شد و بنابر نتایج Falsoleyman & Chakoshi (2011) که در دشت بیرجند کار کردند، یونجه به ازای آب مصرفی درآمد کمتری را نصیب بهره‌برداران می‌کند. اگرچه درآمد

جدول ۳. سطح زیر کشت و هزینه و درآمد گیاهان زراعی منطقه هشتگرد

Table 3. Cropping area and Costs and revenues of Hashtgerd region crops

Crop Name	Net income per hectare of land rented (Rial)	The cost per hectare (Rial)	Net income per hectare regardless rent (Rial)	CPD (M3/Kg)	NBPD M3/Rial
Wheat	20.000.000	66.200.000	40.000.000	1.25	5000
Barley	3.000.000	64.520.000	23.000.000	1.12	750
Maize	57.700.000	112.300.000	77.700.000	9.23	8880
Alfalfa	57.500.000	82.500.000	97.500.000	1.23	4420

نتیجه‌گیری کلی

مهم‌ترین منبع زیست‌محیطی، بدون بازده اقتصادی مطلوب در بخش کشاورزی این منطقه است و نیازمند سیاست‌گذاری‌های نوین بر پایه ملاحظه‌های زیست‌محیطی و اقتصادی است. از جمله این سیاست‌ها: جلوگیری از کشت گیاهان آب‌بر، گسترش سامانه‌های آبیاری تحت فشار، گسترش کشت گلخانه‌ای و تسطیح اراضی.

۳. با توجه به تولید گندم با کیفیت و عملکرد بالا در منطقه، این منطقه قابلیت تبدیل شدن به قطب افزایش و تولید بذر مناطق سرد و معتدل را دارد.

۴. با توجه به برداشت مازاد از منابع آبی و افت سطح آب زیرزمینی و همچنین محدودیت خاک‌های منطقه، امروزه امکان گسترش بهره‌برداری از منابع آبی و افزایش سطح زیر کشت وجود ندارد و بایستی بهره‌برداری از چاه‌های غیرمجاز و اضافه برداشت چاه‌های مجاز محدود شود.

۱. با مقایسه نتایج به دست آمده از محاسبه عملکرد گیاهان زراعی با روش فائو در منطقه هشتگرد با عملکرد تولیدشده کشاورزان نمونه و اختلاف کم این‌ها می‌توان نتیجه گرفت که کارایی این روش در برآورد عملکرد گیاهان زراعی یادشده در منطقه هشتگرد بالاست. همچنین نتایج نشان می‌دهد، در بیشتر موارد عملکرد کشاورزان کمتر از نصف تولید ظرفیت گیاه در منطقه است. با توجه به اینکه ظرفیت تولید تابشی- گرمایی منطقه که با استفاده از روش فائو پیش‌بینی شده، بالا بوده و مصداق رخداد آن در کشتزار بهره‌برداران نمونه بروز می‌کند، بایستی تولید میانگین منطقه با ارتقاء سطح مدیریت، کاربرد بهینه منابع آبی و رفع محدودیت‌های قابل اصلاح خاک به ظرفیت تولید در منطقه نزدیک شود.

۲. به جرأت می‌توان گفت که آب به‌عنوان

REFERENCES

1. Alborz Province Agriculture of Jihad Organization. (2015). *The final report 2015*. Alborzagri.ir
2. Anonymous (1981). Report on the Agro-ecological Zones Projects, Methodology and Results for South and Central America. *Guidelines FAO Soils Bulletin*, 76, 1-35.
3. Chinene, V. R. N. (1991). *The Zambian land evaluation system*. Soil use and manag. 70, 21-30.
4. Dehghani Sanich, H., Nakhjavani Moghadam, M. M. & Akbari, M. (2008). Investigating the water use efficiency based on the relative advantages of areas and low irrigation. *Iranian Journal of Irrigation & Drainag.* 1, 77-91.
5. Dewite, CT. (1965). *Photosynthesis of leaf canopies*. Agric. Res. Wageninge. Report 663, 57-84.
6. Ehsani, M. & Khaledi, H. (2003). *Agricultural water efficiency*. National Committee on Irrigation and Drainage. Report 23, 45-90. (In Farsi)
7. Etedali, S., Givi, J. & Nouri. A. (2012). Comparison Between Land Production Potential Prediction for Maize, Using FAO and Wageningen Models and Assessment of Management Level for Its Cultivation Around Shahrekord City. *Journal of Water and Soil*, 26, 873-885. (in Farsi)
8. Falsoleyman, M. & Chakoshi, B. (2011). Role of Optimal management of water use to increase the efficiency and sustainability of water resources plain crisis in arid and water scarce country. *Journal of Geography and Regional Development*. 16, 200-217. (in Farsi)
9. Farshi, A. A., Shariati, M. R. & Jarollahi, R. (1997). *Estimates of Crop & Garden Plants water requirement*. Agricultural Education Publishing. (pp. 20-25 & 690-699).
10. Food and Agricultural Organization. (1979). *Report on agro-ecological zones project*. Methodology and result for Africa. World soil resources report. No. 48, FAO, Rome.
11. FAO. (1976). *A framework for land evaluation*. FAO Soils Bulletin. 32, 79-92.
12. Givi, J. (2000). Qualitative, quantitative and economic Land suitability evaluation. In: proceeding of the 6th Iranian congress of crop production and plant breeding 3-6. Sep., Babolsar, Iran. pp.346. (in Farsi)
13. Hedari, N. (2011). Determination and Evaluation of Water use efficiency of crops, Managed by farmers. *Journal of Water Management and Irrigation*, 2, 43-57. (in Farsi)
14. Keshavarzi Bank. (2010). Department of economic studies. *features Summary of West Azerbaijan province*. pp.9. From <http://www.bki.ir/Portals/0/SBank/w-Azar-Gharbi.pdf>
15. Khaghani, R. (2010). Comparison between FAO and Wageningen Models Production Potential prediction for wheat, for its cultivation around Marand Region. Eleventh Congress of Soil Science, Soil Management and Food Security. p.98. (in Farsi)
16. Mahler, P. J. (1979). *Manual of land classification for irrigation*. Soil Institute of Iran. 205, 12-54.

17. Malakouti, M. J. & Tehrani, M. M. (2000). *The role of micronutrients to increase performance and improve the quality of agricultural products*. Second edition. Tarbiat Modarres University Publications. pp.279. (in Farsi)
18. Mashayekhi, F. & Torabi, H. (2014). *Evaluation of qualitative and quantitative land suitability for main crops in Khoda afarin region, Moghan plain*. M.S Thesis. Faculty of Agriculture Shahed University. (in Farsi)
19. Mosavati, S. A. & Seyed Jalali, S. A. (2002). *Determination of land suitability and production potential of wheat in Golestan*. Soil and Water Research Institute
20. Savin, R. & Slater, G. A. (1991). Shading effects on the yield of and Argentinean wheat cultivar. *Journal of Agriculture Science*, 116, 1-7.
21. Seyed Jalali, S. A. (2000). Estimated net production Bayumas and economic performance of annual products by FAO growth model. *Soil and Water Research Institute*. 1064, 27-40. (in Farsi)
22. Seyed Jalali, S. A., Sarmadian, F. & Shorfa, M. (2013). Modeling land production potential for winter wheat in the region Aghili Khuzestan. *Journal of Soil and Water Sciences*, 27(4), 427-439.
23. Sys, C., Van Ranst, E. & Debaveye, J. (1991). *Land evaluation*. Part I, principles in land evaluation and crop production calculation. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Ghent. pp.274.
24. Tehran Regional Water Company. (2013). *The water balance report of Hashtgerd study area*. www.albrw.ir.
25. Toscano, P., Ranieri, R., Matese, A., Vaccari, F. P., Gioli, B. A., Zaldeaia, M., Silvestri, C., Ronchi, P. & La Cava, J. R. (2012). Durum wheat modeling: The Delphi system, 11 years of observations in Italy. *European Journal of Agronomy*, 43, 108-118.