



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۷ تا ۲۹ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



بررسی تغییرات مکانی کارایی بهره مندی بارندگی در گندم دیم در برخی خاک های منطقه

نیمه خشک در شمال غرب ایران

علی رضا واعظی^۱، فاطمه بابایی^۲ و حدیثه صفی لو^{۳*}

^۱ استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشگاه زنجان

^۲ دانش آموخته دکتری خاکشناسی دانشگاه زنجان

^{۳*} دانشجوی کارشناسی ارشد فیزیک و حفاظت خاک دانشگاه زنجان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hadissafiloo143@gmail.com

چکیده

کارایی بهره مندی از بارندگی بیانگر میزان عملکرد محصول نسبت به مقدار بارندگی سالانه است. مدیریت بهتر کشتزارهای دیم نیازمند بررسی تغییرات مکانی کارایی بهره مندی از بارندگی و عوامل مؤثر بر آن است. در این پژوهش ۲۹۸ کشتزار دیم در منطقه خدابنده در جنوب استان زنجان مورد مطالعه قرار گرفته است. علاوه بر عملکرد دانه گندم، ویژگی های اقلیمی، شاخص های زمینی مانند شیب و ارتفاع در کنار ویژگی های خاک در کشتزارها مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه گندم در منطقه ۱۰۴۱ کیلوگرم بر هکتار است و کارایی بهره مندی از بارندگی ۴,۴۳ کیلوگرم در هکتار در میلی متر است. مقدار این دو ویژگی عمدتاً در بخش مرکزی و غربی بیشتر بوده و در بخش های شمالی و جنوبی منطقه کمتر است. تغییرات مکانی متوسطی برای هر دو ویژگی در منطقه وجود دارد که تحت تاثیر متغیر های اقلیمی (بارندگی و دما) متغیر های زمینی (شیب، ارتفاع و شاخص خیزی) و ویژگی های خاک (توزیع اندازه ذرات، ظرفیت نگهداری آب، ماده آلی، نیتروژن و واکنش) قرار دارد. برای افزایش کارایی بهره مندی از بارندگی در کشتزارهای دیم علاوه بر اصلاح جهت شخم (روی خطوط تراز)، استفاده از خاکورزی حفاظتی برای بهبود محتوای ماده آلی و ظرفیت نگهداری آب در خاک ضروری است.

کلمات کلیدی: بارندگی، خاک ورزی حفاظتی، متغیر های زمینی، ویژگی های خاک

مقدمه

عوامل مختلفی بر میزان محصول در دیم زارها موثر هستند که از آن جمله می توان به ویژگی های ژنتیکی محصول، ویژگی های خاک از جمله ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، مدیریت اراضی و متغیرهای اقلیمی منطقه ای اشاره کرد (Turner, 2011). کارایی بهره مندی از بارندگی یا PUE عبارت از عملکرد دانه یا زیتوده به ازای میزان بارندگی طی دوره رشد محصول است (Ben-Hur, 2011 و Vaezi, 2013). عملکرد محصول و کارایی بهره مندی از بارندگی با کاهش اتلاف آب از خاک و



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



افزایش مصرف آب توسط گیاه (تعرق) افزایش می‌یابد. عواملی همانند بافت خاک و توزیع بارندگی طی فصل رشد نقش مهمی در تعیین پتانسیل عملکرد و کارایی بهره مندی از بارندگی گندم در هر سال زراعی دارد (Turner, 2004). در مناطق خشک و نیمه خشک ایران، کمتر از ۱۰ درصد از کشت گندم به روش آبی است. بنابراین بهبود کارایی مصرف آب (WUE) در تولید گندم حائز اهمیت است. یکی از راه‌های اساسی برای افزایش کارایی مصرف آب در بخش کشاورزی، محاسبه مقدار آب مصرف شده در مراحل مختلف تولید است (صفدری و همکاران، ۱۴۰۰). کارایی مصرف آب در گندم آبی تحت تأثیر عواملی مانند ویژگی‌های خاک (Albalasmeh et al., 2020)، روش آبیاری (عنابی میلانی اژدر، ۱۳۸۷)، تاریخ کشت (مکاری و همکاران ۱۳۹۸) و کوددهی (Kumar et al., 2021) قرار دارد. طبق آخرین آمار سالانه وزارت جهاد کشاورزی (سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱)، سطح زیر کشت گندم دیم، ۴۰۰۰۰۵ هکتار را شامل می‌شود که متوسط عملکرد دانه آن ۷۲۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (جهاد کشاورزی، ۱۳۹۳). این در حالی است که طبق آمار فائو، سطح زیر کشت و عملکرد دانه گندم در جهان در سال زراعی ۲۰۱۳ به ترتیب برابر ۲۱۹۰۴۶۷۰/۱۲۶ هکتار و ۳۲۶۸/۲۹۵ کیلوگرم در هکتار است (FAO, 2015). در کشتزارهای شیبدار گندم دیم، کارایی بهره مندی از بارندگی به ویژگی‌های بارندگی (نوع، مقدار و زمان وقوع آن)، شیب زمین، ویژگی‌های خاک و روش خاکورزی قرار دارد. در ایران حدود چهار میلیون هکتار تحت کشت دیم قرار دارد. هدف از این تحقیق بررسی تغییرات مکانی عملکرد دانه گندم و کارایی بهره مندی از بارندگی و عوامل مؤثر بر آن در کشتزارهای دیم در منطقه نیمه خشک بود.

مواد و روش‌ها

شهرستان خدابنده به عنوان منطقه مهم کشت گندم دیم در جنوب استان زنجان است. از ۲۹۸ کشتزار، نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر برداشته شد. همزمان با نمونه برداری خاک از کشتزارها، از بوته‌های گندم در پلاتهای ۱ متر در ۱ متر گیاه نیز برداشته شد. در هر مکان، تعداد بوته‌ها در واحد سطح شمارش و وزن دانه‌ها تعیین شد. عملکرد دانه گندم در هر کشتزار بر حسب تن در هکتار تعیین شد و کارایی بهره مندی از بارندگی از نسبت عملکرد دانه به مقدار بارندگی به دست آمد. بر اساس مختصات جغرافیایی کشتزارها، نیم تغییر نمای عملکرد دانه گندم و کارایی بهره مندی از بارندگی با استفاده از فن زمین آمار رسم گردید.

نتایج و بحث

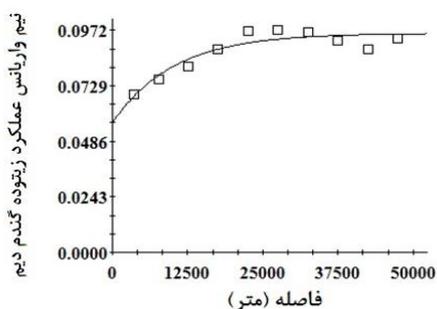
نتایج عملکرد دانه و کارایی بهره مندی از بارندگی در کشتزارهای دیم گندم در منطقه خدابنده و مقایسه‌های میانگین با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۹۵ درصد در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که عملکرد دانه گندم به طور میانگین برابر با ۱۰۴۱ کیلوگرم در هکتار بوده و دارای ضریب تغییرات ۲۴ درصد است. همچنین کارایی بهره مندی از بارندگی برابر ۴،۴۳ کیلوگرم در هکتار در میلی متر و ضریب تغییرات آنها نیز ۲۷ درصد است.

جدول ۱- عملکرد دانه گندم و کارایی بهره‌مندی از بارندگی در کشتزارهای دیم در منطقه مطالعاتی خدابنده

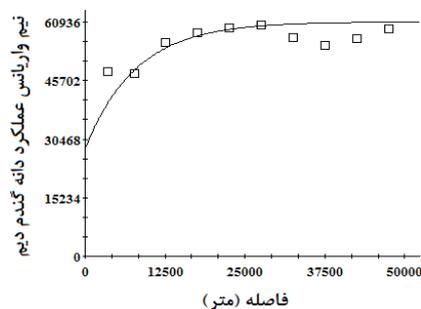
P-Value	چولگی	کشیدگی	انحراف معیار	میانگین	ویژگی
>۰/۱	-۰/۴۳	۰/۱۲	۲۴۶/۱	۱۰۴۱/۵	عملکرد دانه گندم (کیلوگرم بر هکتار)

کارایی بهره مندی بارندگی (کیلوگرم بر هکتار در میلیمتر باران) ۴/۴۳ ۱/۲۰ ۰/۳۱ ۰/۱۴ ۰/۰۲۸

شکل ۲ مشخصات نیم تغییرنمای عملکرد دانه گندم و کارایی بهره مندی از بارندگی در شهرستان خدابنده را نشان می دهد. نقشه تغییرات مکانی این دو متغیر با استفاده از روش میان یابی کریجینگ تهیه شد. عملکرد دانه گندم دیم و کارایی بهره مندی از بارندگی دارای وابستگی مکانی متوسط در منطقه هستند (شکل ۱). عملکرد گندم در بخش های شمالی و جنوبی نسبت به بخش مرکزی شهرستان خدابنده پایین است. بیشترین مقدار کارایی بهره مندی از بارندگی نیز در بخشهای مرکزی و غربی منطقه است. در مطالعه ای واعظی و همکاران (۱۴۰۰) نیز نشان دادند که عملکرد محصول در اراضی دیم، نگهداشت آب باران و رطوبت خاک تحت تاثیر روش خاکورزی میباشد. همچنین واعظی و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی تغییرات مکانی عملکرد گندم نشان دادند که می توان تغییرات مکانی عملکرد گندم را با روشهای زمین آماری کمی از جمله کریجینگ نمود و آن را به صورت نقشه پهنه بندی برای اهداف مدیریتی به کار گرفت. تغییرپذیری مکانی عملکرد دانه گندم دیم و کارایی بهره مندی از بارندگی (PUE) در کشتزارهای دیم منطقه بیش تر تحت تاثیر متغیرهای اقلیمی (مقدار بارندگی و دما) و ویژگی های زمینی (شیب، ارتفاع از سطح دریا و شاخص خیسی) و نیز ویژگیهای خاک (توزیع اندازه ذرات، ماده آلی، واکنش، نیتروژن و ظرفیت نگهداری آب) است. در مطالعه ای فرج زاده اصل و همکاران (۱۳۸۸) نتیجه گرفتند که تغییرات عملکرد گندم در استان خراسان رضوی وابسته به تغییرات بارش و دما بوده و بین ۲۰۰ و ۵۳۴ کیلوگرم در هکتار است. پوزش شیرازی و همکاران (۱۳۹۰) طی تحقیقاتی به این نتیجه رسیدند که با افزایش مصرف مواد آلی به خاک، ظرفیت نگهداری آب و به تبع آن درصد رطوبت اشباع خاک به صورت معنی داری افزایش یافت. حفظ بقایای گیاهی و تقویت مقدار ماده آلی خاک می تواند در بهبود ظرفیت نگهداری آب و افزایش کارایی بهره مندی از بارندگی در کشتزارهای دیم مؤثر واقع شود (Yang et al., 2023).

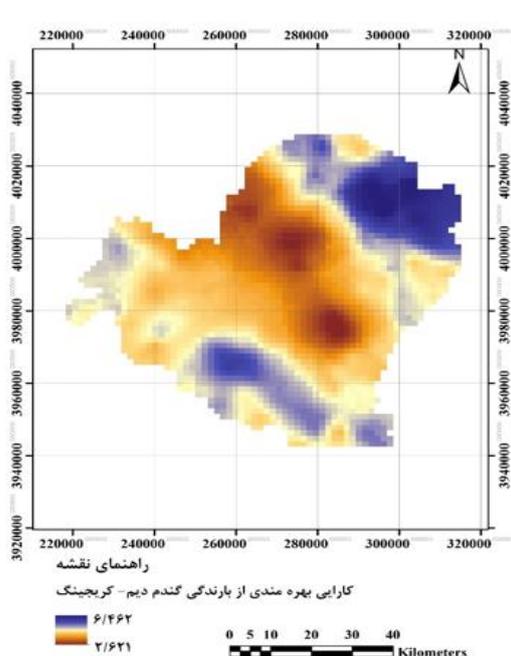


(ب)

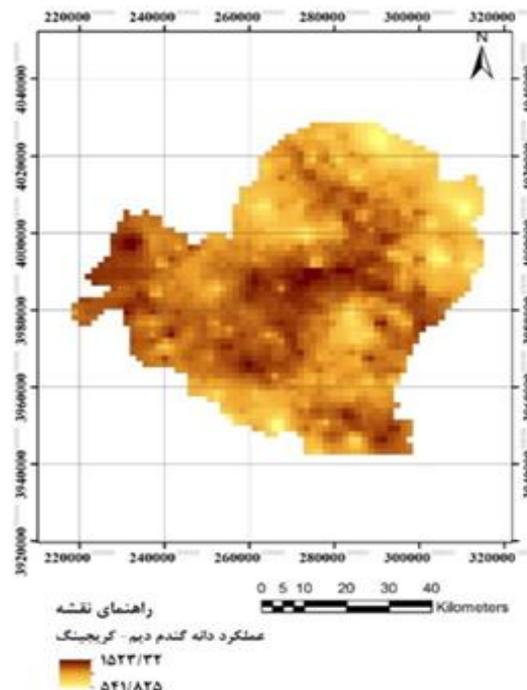


(الف)

شکل ۱- نیم تغییرنمای عملکرد دانه و کارایی بهره مندی از بارندگی در کشتزارهای دیم منطقه خدابنده



(ب)



(الف)

شکل ۲- نقشه پهنه بندی عملکرد دانه گندم (الف) و نقشه پهنه بندی کارایی بهره مندی از بارندگی به روش کربجینگ (ب)

نتیجه گیری

بررسی تغییرات مکانی عملکرد دانه گندم و کارایی بهره مندی از بارندگی در کشتزارهای دیم برای مدیریت بهتر کشتزارهای دیم حائز اهمیت است. این پژوهش نشان داد که عملکرد دانه گندم و کارایی بهره مندی از بارندگی دارای تغییرات مکانی در منطقه خدابنده هستند. بخش مرکزی این منطقه از عملکرد دانه گندم بیشتری برخوردار است و کارایی بهره مندی از بارندگی آن بالا است. هر دو ویژگی دارای تغییرات مکانی در منطقه هستند که تحت تاثیر ویژگی‌های اقلیمی (بارندگی و دما)، ویژگی‌های زمینی (شیب، ارتفاع و شاخص خیزی) و نیز ویژگی‌های خاک (توزیع اندازه ذرات، ظرفیت نگهداری آب، ماده آلی، نیتروژن و واکنش) قرار میگیرند. حفظ بقایای گیاهی و تقویت مقدار ماده آلی خاک میتواند در بهبود ظرفیت نگهداری آب و افزایش کارایی بهره مندی از بارندگی در کشتزارهای دیم موثر واقع شود.

منابع



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



- ۱- پوزش شیرازی، م.، سماوات، س.، زلفی باوریانی، م.، فخری، ف.، مرادی، ق. (۱۳۹۰) بررسی تاثیر مواد آلی از منابع مختلف بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد گیاه (مطالعه موردی: استان بوشهر). نشریه علوم خاک و آب. جلد ۲۵، شماره ۴، ۱۳۹۰.
- ۲- صفدری، م.، حکمت‌نیا، م.، خواجه دادمیری، ا. (۱۴۰۰). کارایی مصرف آب گندم از دیدگاه ردپای آب (مطالعه موردی: استان سیستان و بلوچستان). نشریه آبیاری و زهکشی ایران. شماره ۶، جلد ۱۵، بهمن - اسفند ۱۴۰۰، صص ۱۴۸۰-۱۴۶۹.
- ۳- عنابی میلانی اژدر. (۱۳۸۷). ارزیابی تاثیر روشهای مختلف تعیین زمان آبیاری روی عملکرد و کارایی مصرف آب در گندم.
- ۴- فرج زاده اصل، م.، کاشکی، ع.، شایان، س. (۱۳۸۸) تحلیل تغییر پذیری عملکرد محصول گندم دیم با رویکرد تغییرات اقلیمی (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی) نشریه دانشگاه تربیت مدرس، جلد ۱۳، شماره ۲، صص ۲۲۷-۲۵۷.
- ۵- مکاری، عابدین پور، دهقان. (۱۳۹۸). تأثیر تنش خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در گندم پائیزه در منطقه کاشمر. پژوهش آب در کشاورزی.
- ۶- واعظی، ع.، بابایی، ف.، طاهری، م.، عباسی، م. (۱۳۹۶) تغییر پذیری مکانی عملکرد دانه گندم در کشتزارهای دیم (مطالعه موردی: منطقه نیمه خشک در جنوب استان زنجان). نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۷، شماره ۳، صفحه های ۶۵ تا ۷۸، سال ۱۳۹۶.
- ۷- واعظی، ع.، زرین آبادی، ا.، صالحی، ی. (۱۴۰۰) کارایی بهره مندی از آب باران گندم (*Triticum aestivum* L.) تحت تاثیر جهت خاکورزی در زمین های شیبدار. نشریه علوم آب و خاک. سال بیست و پنجم، شماره سوم، پاییز ۱۴۰۰.
- 8- Albalasmeh, A. A., Mohawesh, O., Gharaibeh, M. A., Alghamdi, A. G., Alajlouni, M. A. and Alqudah, A. M. 2022. Effect of hydrogel on corn growth, water use efficiency, and soil properties in a semi-arid region. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 21(8): 518-524.
- 9- Ben-Hur, M. 2011. Encyclopedia of agrophysics, in Glinski, J., Horabik, J., and Lipiec, J., eds., *Encyclopedia of Earth Sciences Series*, Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- 10- FAO. 2015. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Website accessed on 2015.04.29.
- 11- Kumar, P., Singh, B., Kumar, S., Dubey, S. and Kumar, P. 2021. Effect of fertilizers and preceding kharif crops on Growth and Water use efficiency of wheat (*Triticum aestivum* L.). *The Pharma Innovation Journal*, 10(4): 1124-1126.
- 12- Turner, N. C. 2004. Agronomic options for improving rainfall-use efficiency of crops in dryland farming systems: *Journal of Experimental Botany*. 55 (407): 2413-2425.
- 13- Turner, N. 2011. More from less –Improvements in precipitation use efficiency in Western Australian wheat production, in Tow, P., Cooper, I., Partridge, I., and Birch, C., eds., *Rainfed Farming Systems*: pp. (777-790), Springer Netherlands.
- 14- Vaezi, A. R. 2013. Soil properties affecting rainfall water use efficiency (RWUE) in wheat dry-farming lands, NW Iran: *Journal of Agricultural Science*. 5 (6): 9-19.
- 15- Yang, X., Zhang, K., Shaghaleh, H., Qi, Z., Gao, C., Chang, T. and Hamoud, Y. A. 2023. Continuous cropping alters soil hydraulic and physicochemical properties in the karst region of southwestern China. *Agronomy*, 13(5): 1416.



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۴۰۴ شهریور ۲۷ تا ۲۵



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran

