

(OPEN ACCESS)

## Comparison and spatial analysis of grain yield in irrigated and dry wheat cropping systems of Bandar-e-Turkmen county, Golestan province

Maral Niazmoradi<sup>1</sup>, Hossein Kazemi<sup>\*2</sup>, Javid Gherekhloo<sup>3</sup>, Afshin Soltani<sup>4</sup>,  
Behnam Kamkar<sup>5</sup>

1. Ph.D. Graduate of Agronomy, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [niazmoradimaral@gmail.com](mailto:niazmoradimaral@gmail.com)
2. Corresponding Author, Professor, Dept. of Horticultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [hkazemi@gau.ac.ir](mailto:hkazemi@gau.ac.ir)
3. Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [gherekhloo@gau.ac.ir](mailto:gherekhloo@gau.ac.ir)
4. Professor, Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: [afshin.soltani@gmail.com](mailto:afshin.soltani@gmail.com)
5. Professor, Dept. of Agrotechnology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [kamkar@um.ac.ir](mailto:kamkar@um.ac.ir)

| Article Info                                                                                                    | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Article type:</b><br>Full Length Research Paper                                                              | <b>Background and Objectives:</b> In agriculture, finding the optimal location for agricultural products can increase economic benefits, reduce negative environmental consequences, and be effective in improving the health of agroecosystems. In the spatial analysis of agriculture, active layers of information from available resources such as climate, water, topography and soil fertility are created in the form of a coherent and coordinated set to determine the type of land use. This study was conducted investigate the grain yield of wheat varieties cultivated in irrigated and dry farming systems in Bandar-e-Turkmen county during 2018-2019.                                                                                                                                                    |
| <b>Article history:</b><br>Received: 12.01.2023<br>Revised: 03.12.2024<br>Accepted: 04.06.2024                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Keywords:</b><br>Geographic information system (GIS),<br>Interpolation,<br>Soil salinity,<br>Wheat cultivars | <b>Materials and Methods:</b> In this research, 59 wheat fields including 16 irrigated and 43 rainfed fields were randomly selected with uniform distribution in the county. Also, EC, pH, percentage of soil organic matter and precipitation during the wheat growth period in the county were investigated this year. The varieties cultivated in these fields included Qaboos, Morvarid, line N91-17 and line N87-20. In the maturity stage and before harvesting by the farmers, a W-shaped pattern, sampling was done from the fields using a square of 0.25 × 0.25 quadrat, and the grain yield was calculated. Then, by evaluating different interpolation methods and choosing the best method, a wheat grain yield map was prepared at the level of agricultural lands of the county in the ArcMap environment. |
|                                                                                                                 | <b>Results:</b> According to the results of this study, comparing the average grain yield between the type of rainfed (5.01 tons per hectare) and irrigated (5.16 tons per hectare) wheat cultivation system, as well as the comparison of the grain yield of varieties in the wheat fields of the county, there was no significant difference between cropping systems and varieties. Sufficient precipitation during the growth period and no need for irrigation in irrigated fields could be a reason for non-significant differences between selected irrigated and dryland fields. Preparation of a wheat grain yield                                                                                                                                                                                               |

---

distribution map at the level of the county showed that the southern and eastern parts of the region had higher yields due to low soil salinity, favorable acidity, a high percentage of organic matter, distribution and proper amount of precipitation in these areas. Also, the examination of varieties production in terms of their capacity or expected production showed that 83% of the fields had reliable production.

**Conclusion:** Most of the wheat fields in the county can produce yield according to the expected yield of the varieties and are in favorable conditions. The lands in the western and northwestern parts of the county, due to the inability to produce acceptable yields such as high soil salinity, should be allocated to the cultivation of crops with lower environmental requirements and more adapted to the conditions of these areas.

---

Cite this article: Niazmoradi, Maral, Kazemi, Hossein, Gherekhloo, Javid, Soltani, Afshin, Kamkar, Behnam. 2025. Comparison and spatial analysis of grain yield in irrigated and dry wheat cropping systems of Bandar-e-Turkmen county, Golestan province. *Journal of Plant Production Research*, 32 (3), 1-16.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/jopp.2025.21918.3093

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---

## تحلیل مکانی عملکرد دانه در سامانه‌های زراعی گندم آبی و دیم شهرستان بندرترکمن، استان گلستان

مارال نیازمرادی<sup>۱</sup>، حسین کاظمی<sup>۲\*</sup>، جاوید قرخلو<sup>۳</sup>، افشین سلطانی<sup>۴</sup>، بهنام کامکار<sup>۵</sup>

۱. دانش‌آموخته دکتری زراعت، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.  
رایانامه: [niazmoradimaral@gmail.com](mailto:niazmoradimaral@gmail.com)
۲. نویسنده مسئول، استاد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.  
رایانامه: [hkazemi@gau.ac.ir](mailto:hkazemi@gau.ac.ir)
۳. استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: [gherekhloo@gau.ac.ir](mailto:gherekhloo@gau.ac.ir)
۴. استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: [afshin.soltani@gmail.com](mailto:afshin.soltani@gmail.com)
۵. استاد گروه آگروتکنولوژی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. رایانامه: [kamkar@um.ac.ir](mailto:kamkar@um.ac.ir)

| اطلاعات مقاله                                                                                        | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>نوع مقاله:</b><br>مقاله کامل علمی-پژوهشی                                                          | <b>سابقه و هدف:</b> در کشاورزی، پیدا کردن مکان بهینه برای محصولات کشاورزی می‌تواند ضمن افزایش مزایای اقتصادی و کاهش پیامدهای منفی محیط زیستی، در بهبود سلامت بوم‌نظام‌های زراعی مؤثر باشد. در تحلیل‌های مکانی کشاورزی، لایه‌های اطلاعاتی از منابع موجود از جمله اقلیم، آب، توپوگرافی و حاصل‌خیزی خاک در قالب مجموعه‌ای منسجم و هماهنگ برای اهداف مختلف از جمله تعیین نوع کاربری به وجود می‌آیند. این مطالعه با هدف بررسی عملکرد دانه ارقام مورد کشت گندم در سامانه‌های زراعی آبی و دیم شهرستان بندرترکمن در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ انجام شد.                                                                                                                     |
| <b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۲/۰۹/۱۰<br><b>تاریخ ویرایش:</b> ۱۴۰۲/۱۲/۲۲<br><b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۳/۰۱/۱۸ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>واژه‌های کلیدی:</b><br>ارقام گندم،<br>درون‌یابی،<br>سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)،<br>شوری       | <b>مواد و روش‌ها:</b> در این پژوهش، تعداد ۵۹ مزرعه گندم شامل ۱۶ مزرعه آبی و ۴۳ مزرعه دیم به‌صورت تصادفی و با پراکنش یکنواخت در سطح شهرستان انتخاب شدند. میزان شوری، اسیدیته، درصد ماده آلی خاک و مقادیر بارش شهرستان در دوره رشد گندم در این سال مورد بررسی قرار گرفت. نوع ارقام کشت شده در این مزارع شامل ۴ رقم قابوس، مروارید، لاین‌های N91-17 و N87-20 بودند. در مرحله رسیدگی و قبل از برداشت محصول، طبق الگوی W و با استفاده از کوادرات ۰/۲۵ مترمربعی نمونه‌گیری از مزارع انجام و عملکرد دانه آن‌ها محاسبه گردید. سپس با ارزیابی روش‌های مختلف درون‌یابی و انتخاب روش برتر، نقشه عملکرد دانه گندم در سطح اراضی کشاورزی شهرستان در محیط ArcMap تهیه گردید. |

---

**یافته‌ها:** طبق نتایج این مطالعه، میانگین عملکرد دانه بین نوع سامانه کشت دیم (۵/۰۱ تن در هکتار) و آبی (۵/۱۶ تن در هکتار) گندم و همین‌طور عملکرد دانه تولیدی ارقام در مزارع گندم شهرستان اختلاف معنی‌داری نداشتند. بارش کافی در طول دوره رشد و عدم نیاز به آبیاری در مزارع آبی، می‌تواند دلیلی بر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین مزارع آبی و دیم منتخب در این سال زراعی باشد. تهیه نقشه پراکنش عملکرد دانه گندم در سطح شهرستان نشان داد که بخش‌های جنوبی و شرقی منطقه به دلیل شوری کم خاک، اسیدیته مطلوب، درصد بالای ماده آلی، توزیع و مقدار مناسب بارندگی در این نقاط، از عملکرد بالاتری برخوردار بودند. هم‌چنین بررسی تولید ارقام از نظر توان ژنتیکی آن‌ها نشان داد که ۸۳ درصد از مزارع توانستند تولید قابل‌قبولی داشته باشند.

**نتیجه‌گیری کلی:** اکثر مزارع گندم شهرستان قادر به تولید عملکرد قابل انتظار ارقام بوده و در شرایط مطلوبی قرار گرفته‌اند. اراضی قسمت‌های غربی و شمال‌غرب شهرستان، به دلیل عدم تولید عملکرد قابل‌قبول و مشکل شوری بالای خاک، بهتر است به کشت گیاهانی با نیازهای محیطی کم‌تر و با سازگاری بیش‌تر به این شرایط اختصاص داده شود.

---

**استناد:** نیازمرادی، مارال، کاظمی، حسین، قرخلو، جاوید، سلطانی، افشین، کامکار، بهنام (۱۴۰۴). تحلیل مکانی عملکرد دانه در سامانه‌های زراعی گندم آبی و دیم شهرستان بندرتارکمن، استان گلستان. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۳۲ (۳)، ۱۶-۱.

DOI: 10.22069/jopp.2025.21918.3093



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

---

## مقدمه

گندم یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین محصولات کشاورزی جهان است که با بیش از ۲۲۰ میلیون هکتار بیش‌ترین سطح زیر کشت را در سراسر جهان به‌خود اختصاص داده است و در مجموع تولیدی در حدود ۷۸۸/۳ میلیون تن دارا است (۱). به‌منظور تغذیه جمعیت پیش‌بینی‌شده ۹/۱ میلیارد نفری تا سال ۲۰۵۰، تولید و بهره‌وری محصول باید به‌طور قابل‌توجهی افزایش یابد (۲). چین، هند و روسیه سه کشور بزرگ تولیدکننده گندم هستند که حدود ۴۱ درصد از کل تولید گندم جهان را به خود اختصاص می‌دهند (۳). در ایران نیز گندم از نظر تولید و سطح زیر کشت مهم‌ترین محصول کشاورزی است و افزایش محصول آن روز به روز مورد توجه بیش‌تری قرار گرفته است و از نظر اقتصادی و امنیت غذایی مردم از اهمیت بسیاری برخوردار است (۴). براساس آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹، سطح زیر کشت گندم آبی و دیم استان گلستان به ترتیب معادل ۱۴۷۱۹۹ هکتار و ۲۳۹۵۵۳ هکتار بوده و در مجموع دارای ۳۸۶۷۵۲ هکتار سطح زیرکشت گندم می‌باشد. میزان تولید گندم در استان ۹۰۸۲۴۶ تن (۴۳۷۲۶۰ تن گندم آبی و ۴۷۰۹۸۶ تن گندم دیم) و عملکرد مزارع دیم و آبی به‌ترتیب برابر ۱۹۶۶ و ۲۹۷۱ کیلوگرم در هکتار محاسبه شده است. این استان پس از استان کردستان در رتبه دوم استان‌های تولیدکننده گندم دیم کشور و پس از استان‌های خوزستان، فارس، کرمانشاه و خراسان رضوی، در رتبه پنجم تولیدکننده گندم آبی قرار دارد (۵).

با توجه به اهمیت گیاه گندم در کشور پژوهش‌های متعددی در جهت بهبود و افزایش عملکرد آن انجام شده است از جمله: بای و همکاران (۲۰۱۲) پتانسیل اراضی کشت گندم دیم در استان گلستان را با استفاده از داده‌های بارش، ویژگی‌های

خاک، توپوگرافی و عملکرد دانه مطالعه کرده و اراضی کشاورزی استان را به ۴ کلاس خیلی مناسب تا نامناسب طبقه‌بندی نمودند (۶). هم‌چنین در مطالعه دیگری در این استان، پهنه‌بندی اقلیمی پتانسیل کشت گندم توسط بنی‌عقیل و همکاران (۲۰۱۶) انجام شد. آن‌ها نشان دادند که ۵۵ درصد زمین‌های زراعی به‌دلیل مقدار بارش کافی و دمای مناسب جهت کشت گندم در طبقه بسیار مستعد و مستعد قرار گرفتند. به‌علاوه عامل محدودکننده کشت گندم در این استان، کمبود مقدار بارش در طول فصل رشد ذکر شد (۷). بررسی ژنوتیپ‌های گندم در شرایط کشت آبی و دیم در منطقه جامو و کشمیر هند نشان داد که صفات رشدی ژنوتیپ‌های در این دو نوع سامانه زراعی دارای اختلاف معنی‌داری هستند. در این مطالعه در شرایط آبیاری، بوته‌های بلندتر، بیش‌ترین پنجه‌ها و پنجه‌های بارور ثبت شد (۸). ارزیابی تناسب رشد محصول گندم در مناطق خشک دلتای نیل غربی، مصر با استفاده از شاخص‌های شیمیایی، فیزیکی و حاصل‌خیزی خاک انجام شد. نتایج آنان نشان داد که ۲۴۱/۳، ۲۲۴، ۲۵۲/۷ و ۴۰ کیلومترمربع به ترتیب در پهنه‌های بسیار مناسب، تناسب متوسط، تناسب کم و پهنه نامناسب جهت رشد گندم قرار گرفتند (۹).

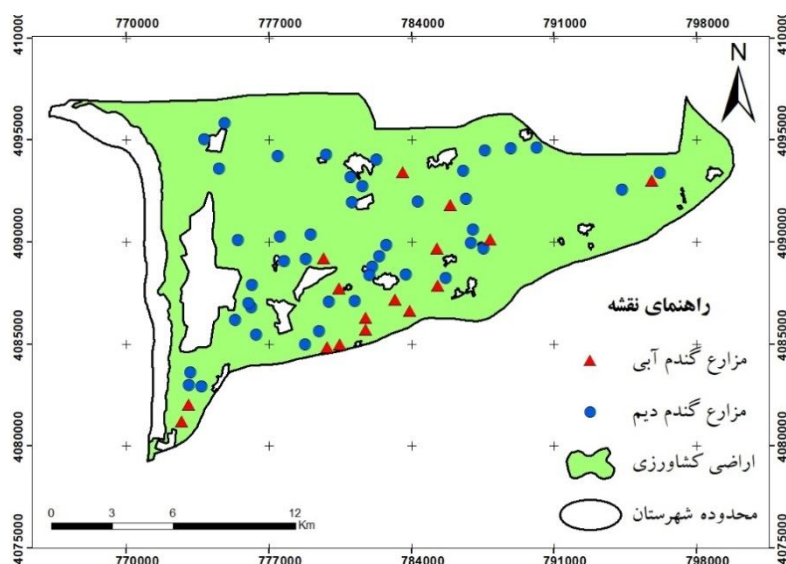
از جمله مشکلات در کشت گندم در استان گلستان، حصول عملکرد دانه پایین‌تر از حد انتظار در مقایسه با مصرف نهاده‌های ورودی می‌باشد. عملکرد دانه به‌عنوان معیاری جهت بررسی کارایی یا عدم کارایی مدیریت‌های اعمال شده بر مزرعه، در پایش وضعیت سلامت مزارع در نظر گرفته شود. بنابراین آگاهی و شناخت از ظرفیت تولیدی اراضی و اختصاص گیاهان زراعی متناسب با توان تولیدی مزارع می‌تواند گام ارزشمندی در جهت حفظ و ارتقاء سلامت اراضی کشاورزی باشد. مطالعه کنونی با هدف بررسی مقایسه عملکرد بین دو نوع سامانه آبی و دیم

تحت کشت رقم‌های مختلف و تحلیل آن به صورت مکانی در شهرستان بندرترکمن انجام شد.

### مواد و روش‌ها

**منطقه مورد بررسی:** شهرستان بندرترکمن به عنوان یکی از شهرستان‌های شمالی استان گلستان، با وسعتی برابر ۸۵۴/۱۸ کیلومترمربع، در مختصات جغرافیایی بین ۵۳ درجه و ۵۴ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۴ دقیقه عرض شمالی و در ارتفاع ۲۰- متر از سطح دریا واقع شده است. این شهرستان از شمال به شهرستان گمیشان، از غرب به دریای خزر، از شرق به

شهرستان آق‌قلا و از جنوب به شهرستان‌های کردکوی و گرگان منتهی می‌شود. از مجموع ۲۴۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت شهرستان در سال ۹۸-۱۳۹۷، معادل ۱۳۰۰۰ هکتار به کشت گندم اختصاص یافته که ۲۵۰۰ هکتار آن گندم آبی و ۱۰۵۰۰ هکتار گندم دیم بود. همچنین عملکرد گندم آبی ۳۹۲۰ و گندم دیم ۲۸۴۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. محصولات عمده این شهرستان شامل: گندم، جو، کلزا و پنبه است که از طریق کشت آبی و دیم به دست می‌آیند (۱۰).



شکل ۱- موقعیت مزارع گندم مورد بررسی در اراضی کشاورزی شهرستان بندرترکمن، استان گلستان.

Fig. 1. Location of sampled wheat fields in the agricultural lands of Bandar-e-Turkmen county, Golestan province.

**جمع‌آوری داده‌ها:** جهت بررسی عملکرد دانه ارقام کشت شده در اراضی گندم شهرستان بندرترکمن در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸، تعداد ۵۹ مزرعه گندم شامل ۱۶ مزرعه آبی و ۴۳ مزرعه دیم به صورت تصادفی و با پراکنش یکنواخت در سطح شهرستان انتخاب شدند (شکل ۱). مزارع آبی از منبع چاه آب یا کانال‌های آب

شیرین تغذیه شدند. سامانه‌های دیم هم وابسته به آب باران بودند. در سال زراعی مورد بررسی، میزان مناسب بارندگی منجر به عدم نیاز به آبیاری گندم در مزارع آبی شده است. نوع ارقام کشت شده در این مزارع شامل ۴ رقم قابوس، مروارید، لاین‌های N87-20 و N91-17 بودند. در زمان رسیدگی و قبل

از برداشت محصول توسط کشاورزان، برداشت محصول با استفاده از کوادرات  $0.5 \times 0.5$  مترمربعی انجام شد. بسته به مساحت مزارع، نمونه‌های گیاهی به تعداد ۵ تکرار از مزارع ۱-۵ هکتاری و ۹ تکرار از مزارع ۱۰ هکتاری جمع‌آوری شد و درون پاکت‌های جداگانه با ذکر نام مزرعه و شماره تکرار قرار داده شدند. سپس دانه‌ها به‌صورت دستی از سنبله‌ها جداسازی و در هر متر مربع توزین شدند و عملکرد دانه در واحد هکتار محاسبه گردید. مشخصات فنی ارقام در جدول ۱ آورده شده است. پس از اندازه‌گیری عملکرد دانه مزارع، میزان عملکرد مزارع آبی و دیم شهرستان تفکیک شده و با استفاده از آزمون تی و مقایسه عملکرد دانه ارقام در قالب طرح کاملاً تصادفی نامتعادل در محیط نرم‌افزار SAS مقایسه شدند.

**اندازه‌گیری‌های متغیرهای خاک و بارش:** نمونه‌برداری خاک در مرحله قبل از کاشت (آبان‌ماه ۱۳۹۸) از زمین‌های شخم‌نخورده گندم و بر اساس الگوی W صورت گرفت. برداشت نمونه‌ها با استفاده از اوگر و بیلچه و در کوادرات  $0.5 \times 0.5$  متر تا عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام شد. مجموع نمونه‌های خاک یک مزرعه با هم مخلوط شده و حدود یک کیلوگرم از آن جدا گردید. نمونه‌ها در سایه قرار داده شدند تا به صورت هوا خشک رطوبت نمونه‌ها کاملاً از بین رفته و خشک شوند. سپس کوبیده شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و تا زمان انجام آزمایشات، در دمای اتاق و به‌صورت هوا خشک نگهداری شدند. درصد ماده آلی خاک با استفاده از روش والکی و بلک (۱۹۳۴) (۱۱)، میزان شوری و اسیدیته خاک با روش عصاره‌گیری از گل اشباع اندازه‌گیری شد. براساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه همدیدی شهرستان، مجموع بارندگی منطقه در دوره رشد گندم معادل ۳۰۹ میلی‌متر بود.

**ارزیابی روش‌ها:** در این مطالعه برای تهیه نقشه‌های پراکنش عملکرد دانه گندم، درصد ماده آلی، شوری و اسیدیته خاک، روش‌های وزن‌دهی فاصله معکوس (IDW)<sup>۱</sup>، چندجمله‌ای موضعی (LPI)<sup>۲</sup>، توابع پایه شعاعی (RBF)<sup>۳</sup> و کریجینگ معمولی (OK)<sup>۴</sup> و معیارهای اعتبارسنجی (RMSE)<sup>۵</sup> و (GSD)<sup>۶</sup> استفاده شد.

### روش‌های درون‌یابی

**وزن‌دهی فاصله معکوس:** در این روش به هر یک از نقاط، وزنی براساس فاصله بین هر نقطه تا موقعیت نقطه مجهول تخصیص می‌یابد. این اوزان به وسیله توان وزن‌دهی کنترل می‌شود، به گونه‌ای که توان‌های بزرگ‌تر اثر نقاط دورتر از نقطه مورد تخمین را کاهش می‌دهد و توان‌های کوچک‌تر وزن‌ها را به طور یکنواخت‌تری بین نقاط همسایه توزیع می‌کند (۱۲).

**چندجمله‌ای موضعی:** در این روش دامنه کوتاه از تغییرات در داده‌های ورودی را در نظر می‌گیرد و به فاصله بین نقاط حساس است. از داده‌های همه نقاط برداشت شده برای برآورد مقدار نقطه مجهول استفاده نمی‌شود. در این روش ممکن است تعداد نقاط محدودی در درون‌یابی به کار گرفته شوند که تا نقطه موردنظر کم‌ترین فاصله را دارند (۱۳).

**توابع پایه شعاعی:** این توابع از جمله روش‌های درون‌یابی می‌باشد که در سطح تخمین از مقادیر مشاهده‌ای عبور می‌کنند. از دیگر خصوصیات این روش این است که مقادیر بیش از بیشینه مقادیر و یا کم‌تر از مقادیر اندازه‌گیری شده در سطح برآورد وجود دارد (۱۴).

- 1- Inverse Distance Weight
- 2- Local Polynomial Interpolation
- 3- Radial Basis Function
- 4- Ordinary Kriging
- 5- Root Mean Square Error
- 6- General Standard Deviation

$$GSD = \frac{RMSE}{\bar{Z}(x)} \quad (2)$$

در این معادلات،  $Z^*(X_i)$  مقدار برآورد شده در نقطه  $X_i$ ،  $Z(X_i)$  مقدار اندازه‌گیری شده در نقطه  $X_i$ ،  $\bar{Z}(x_i)$  میانگین مقادیر مشاهده‌ای و  $N$  تعداد نقاط می‌باشد. هر چقدر ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) و انحراف استاندارد عمومی (GSD) کم‌تر باشد، صحت روش بیش‌تر است. در این مطالعه ۸۰ درصد از داده‌های مورد بررسی به عنوان داده‌های تست و ۲۰ درصد نیز به عنوان داده‌های آموزش در نظر گرفته شده و در محیط نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۰/۸ مورد ارزیابی قرار گرفته و مدلی با کم‌ترین میزان خطا و بیش‌ترین دقت جهت تهیه نقشه انتخاب گردید.

**کریجینگ معمولی:** یکی از روش‌های کریجینگ است که نسبت به دیگر روش‌های آن بیش‌تر استفاده می‌شود. در این روش فرض بر این است که فرد از میانگین متغیر در کل سطح آگاهی ندارد. در این روش فرض ایستگاهی صدق نمی‌کند و فرض میانگین ثابت وجود ندارد، یعنی میانگین در سراسر ناحیه مطالعاتی تغییر می‌کند (۱۵).

**معیارهای اعتبارسنجی:** در این پژوهش به منظور ارزیابی مناسب روش‌های تخمین‌گر، از شاخص‌های آماری ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) (رابطه ۱) و انحراف استاندارد عمومی (GSD) (رابطه ۲) استفاده شد.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (Z(X_i) - Z^*(X_i))^2} \quad (1)$$

جدول ۱- مشخصات ارقام و لاین‌های گندم کشت شده در مزارع شهرستان بندر ترکمن (۱۶).

Table 1. Characteristics of wheat cultivars and lines cultivated in fields of Bandar-e-Turkmen.

| مرورید<br>Morvarid            | لاین N-87-20                  | قابوس<br>Qaboos                             | لاین N-91-17                                | نام رقم / لاین<br>Name of cultivar/line                     |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| آبی<br>Irrigated              | آبی<br>Irrigated              | دیم<br>Rainfed                              | دیم<br>Rainfed                              | نوع سامانه زراعی<br>Agricultural system                     |
| 12.5                          | 12-12.5                       | 11.5-12                                     | 10-12                                       | درصد پروتئین<br>Protein (%)                                 |
| 35-45                         | 37-47                         | 36-40                                       | 33-36                                       | وزن هزاردانه (گرم)<br>Weight of 1000 seeds (grams)          |
| نیمه متحمل<br>Tolerant        | متحمل<br>Tolerant             | مقاوم<br>Resistant                          | مقاوم<br>Resistant                          | جوانه‌زنی روی سنبله<br>Germination on the spike             |
| 5-7                           | 5-8                           | 3.5-5.5                                     | 3.5-4                                       | عملکرد دانه (تن در هکتار)<br>Grain yield (tons per hectare) |
| اواسط آذر ماه<br>Mid December | اواسط آذر ماه<br>Mid December | 20 آبان تا 15 آذر<br>11 November-6 December | 20 آبان تا 15 آذر<br>11 November-6 December | تاریخ کاشت<br>planting date                                 |
| مقاوم<br>Resistant            | مقاوم<br>Resistant            | نیمه مقاوم<br>Semi resistant                | نیمه مقاوم<br>Semi resistant                | مقاومت به زنگ زرد<br>Resistance to yellow rust              |
| مقاوم<br>Resistant            | مقاوم<br>Resistant            | نیمه مقاوم<br>Semi resistant                | نیمه مقاوم<br>Semi resistant                | مقاومت به زنگ قهوه‌ای<br>Resistance to brown rust           |

## نتایج و بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین عملکرد دانه مزارع دیم برابر ۵/۱۲ تن در هکتار و مزارع آبی برابر ۵/۱۶ تن در هکتار بودند. مقایسه اختلاف عملکرد دانه با استفاده از آزمون تی (جدول ۲)، نشان داد که بین دو سامانه زراعی آبی و دیم در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین بررسی عملکرد دانه ارقام گندم مزارع مورد بررسی در این سال زراعی، گویای عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین عملکرد دانه این ارقام در سطح احتمال ۰/۰۵ بوده است (جدول ۳). عملکرد دانه مزارع نمونه‌برداری شده، ارقام قابوس، مروارید و لاین‌های N91-17 و N87-20 به ترتیب برابر ۵/۱۷، ۴/۸۸، ۴/۸۳ و ۵/۳۰ تن در هکتار به دست آمد. به این صورت که ۴۴/۰۷ درصد لاین N91-17 و ۳۵/۶ درصد لاین N87-20 و ۱۶/۹۵ درصد رقم قابوس و ۳/۳۸ درصد رقم مروارید تعلق داشت. عدم اختلاف معنی‌دار بین دو سامانه کشت آبی و دیم و همین‌طور بین ارقام کشت شده در مزارع را می‌توان به مقدار بارش کافی شهرستان در دروه رشد گندم مرتبط دانست که سبب عدم نیاز به آبیاری در مزارع آبی گندم شده و

به عبارتی اراضی به صورت دیم مدیریت شدند. سوزی و همکاران (۲۰۲۰) واکنش عملکرد دانه چهار رقم گندم نان بهاره شامل: احسان، تیرگان، معراج و کلاته به تاریخ‌های مختلف کشت در شرایط محیطی گرگان را بررسی کرده و نشان دادند که ارقام کلاته و تیرگان به ترتیب بیش‌ترین عملکرد دانه را داشتند و عملکرد آن‌ها به طور معنی‌داری بیش‌تر از رقم کلاته و معراج بود. براساس نتایج این آزمایش، تاریخ کاشت و رقم مناسب و سازگار نقشی کلیدی در مدیریت دوره پرشدن دانه و افزایش عملکرد دانه داشتند (۱۷). در پهنه‌بندی زراعی گندم زمستانه در جنوب‌شرقی رومانی از رابطه بین منابع اقلیمی و پتانسیل ژنتیکی واریته‌ها در مدت ۱۱ سال استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که ارقام جدید گندم زمستانه مقاومت بیش‌تری نسبت به تغییرات آب و هوایی داشته و تولید پایداری را ارائه می‌دهند. همچنین همبستگی ضعیف و مثبت دما و عملکرد گندم و ضریب همبستگی بالایی بین عملکرد و میانگین بارندگی در این مناطق مشاهده شد (۱۸).

جدول ۲- نتایج مقایسه عملکرد گندم در اراضی آبی و دیم شهرستان بندرترکمن.

Table 2. Comparison results of wheat yield in irrigated and rainfed lands of Bandar-e-Turkmen county.

| نام متغیر<br>Variable name | نوع سامانه کشت<br>Cropping system type | خطای استاندارد $\pm$ میانگین (تن در هکتار)<br>Standard error $\pm$ mean (tons per hectare) | درجه آزادی<br>df | عدد تی<br>T number | P    |
|----------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------|------|
| عملکرد دانه<br>Grain yield | آبی<br>Irrigated                       | 5.16 $\pm$ 0.337                                                                           | 15               | 0.49 <sup>ns</sup> | 0.21 |
|                            | دیم<br>Rainfed                         | 5.12 $\pm$ 0.161                                                                           | 42               |                    |      |

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ارقام کشت شده گندم در اراضی شهرستان بندر ترکمن.

**Table 3. The results of analysis of variance and mean comparisons for of the average yield of cultivated wheat varieties in the agricultural lands of Bandar-e-Turkmen county.**

| منبع متغیر<br>S.O.V                    | درجه آزادی<br>df | میانگین مربعات<br>Mean of squares | رقم<br>Cultivar                                                   | عملکرد دانه (تن در هکتار)<br>Grain yield (tons per hectare)                      |
|----------------------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| تیمار (رقم)<br>Treatment<br>(cultivar) | 3                | 0.713 <sup>ns</sup>               | مرورید (Morvarid)<br>لاین N91-17<br>لاین N87-20<br>قابوس (Qaboos) | 4.88 <sup>a</sup><br>4.88 <sup>a</sup><br>5.21 <sup>a</sup><br>5.34 <sup>a</sup> |
| خطای آزمایش<br>Error                   | 55               | 1.317                             |                                                                   |                                                                                  |
| کل تغییرات<br>Total changes            | 58               |                                   |                                                                   |                                                                                  |

<sup>ns</sup> عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵

و جنوب‌غربی شهرستان نشان می‌دهد. کاهش عملکرد دانه گندم در این مناطق را می‌توان به بالا بودن سطح ایستابی آب دریا، شوری خاک به دلیل مجاورت به دریا، درصد پایین ماده آلی و محدوده تناسب ضعیف از اسیدیته خاک جهت کشت گندم نسبت داد (شکل ۳). با وجود این محدودیت‌های رشدی، افزایش ورود نهاده‌های کشاورزی جهت افزایش تولید در این مزارع به دلیل عدم جذب و استفاده گیاه در تولید عملکرد، می‌تواند منجر به افزایش اثرات محیطی شده و سلامت بوم‌نظام‌های گندم در این مناطق را کاهش دهد (نتایج نشان داده نشده است). در ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم در دشت‌های آبی ایران توسط نویدی و همکاران (۲۰۲۲)، استان گلستان با ۱۶۱ هزار هکتار و ۸۰۷ تن، به عنوان سومین استان برتر از نظر عملکرد در سطح کشور شناخته شد (۲۰). در این استان، عامل زهکشی اراضی به‌ویژه در کلاس‌های S<sub>2</sub> (کلاس نسبتاً مناسب) و S<sub>3</sub> (تناسب کم یا بحرانی) باعث کاهش توان اراضی و افت کیفیت تناسب برای کشت گندم آبی شده است (۲۱). نصرالهی و همکاران (۲۰۱۶) میزان اندک بارش، نامناسب بودن برخی متغیرهای خاک (pH و شوری

ارزیابی روش‌های درونیابی جهت تهیه نقشه‌های عملکرد دانه گندم، درصد ماده آلی، شوری و اسیدیته خاک (جدول ۴) نشان داد که روش کریجینگ معمولی و مدل Stable نسبت به سایر روش‌ها، از آماره‌های RMSE (۰/۹۰) و GSD (۰/۰۱۹) کم‌تری برخوردار بوده و جهت ترسیم نقشه درونیابی عملکرد دانه انتخاب گردید. همچنین روش‌های کریجینگ معمولی، توابع پایه شعاعی و وزنی فاصله معکوس به دلیل برخورداری از دقت بالا، به ترتیب برای تهیه نقشه‌های درصد ماده آلی خاک، شوری و اسیدیته خاک استفاده شدند (جدول ۴). در همین زمینه، کابوسی و مجیدی (۲۰۱۷) در پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت و برداشت و طول مراحل رشد گندم دیم براساس داده‌های بارش و دما در استان گلستان، جهت ترسیم نقشه‌ها از روش درونیابی IDW استفاده کردند (۱۹).

مطابق نقشه حاصل از روش درونیابی برتر (شکل ۲)، میزان کمینه و بیشینه میانگین عملکرد دانه در سطح اراضی مورد بررسی برابر با ۴/۲۴ و ۵/۹۳ تن در هکتار برآورد شد. این شکل مقادیر پایین‌تر عملکرد دانه گندم را در اراضی کشاورزی شمال‌غربی

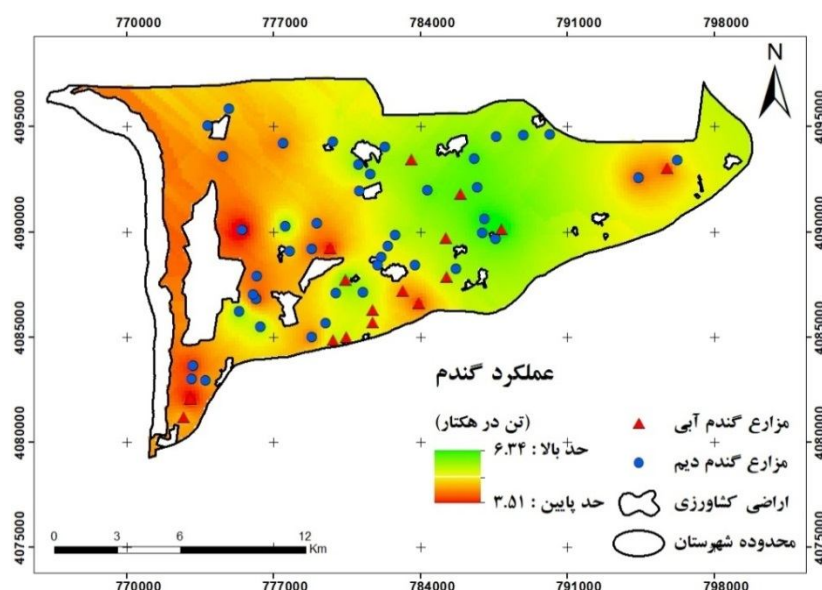
اجرای تناوب گندم- کلزا در اراضی کشاورزی شهرستان‌های بندرترکمن و گمیشان، نیازمرادی و کاظمی (۲۰۱۴) نشان دادند که بخش جنوبی شهرستان بندرترکمن (۸۲۴۶/۷ هکتار) به دلیل بارش بالای ۴۰۰ میلی‌متر در سال، بارش کافی بهاره، میزان پایین هدایت الکتریکی خاک (کم‌تر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر) و مقدار مناسب ماده آلی خاک در پهنه بسیار مناسب جهت کشت گندم قرار گرفتند (۲۳).

بالا، بافت نامناسب، پتاسیم و کلسیم بالا، فسفر، آهن و ماده آلی پایین) و شیب بالا را از عوامل محدودکننده کشت گندم دیم در اراضی کشاورزی شهرستان آق‌قلا (استان گلستان) در نظر گرفتند (۲۲). طبق نتایج، قسمت‌های جنوب و نیمه شرقی شهرستان به دلیل مقادیر پایین شوری خاک، اسیدیته مطلوب، درصد بالای ماده آلی، توزیع و مقدار مناسب بارندگی در این نقاط، از عملکرد دانه بالاتر و شرایط بهتری برخوردار بودند (شکل ۳). در امکان‌سنجی

جدول ۴- ارزیابی روش‌های درونیابی مورد استفاده برای تهیه نقشه‌های عملکرد دانه، ماده آلی، شوری و اسیدیته در اراضی گندم شهرستان بندرترکمن.

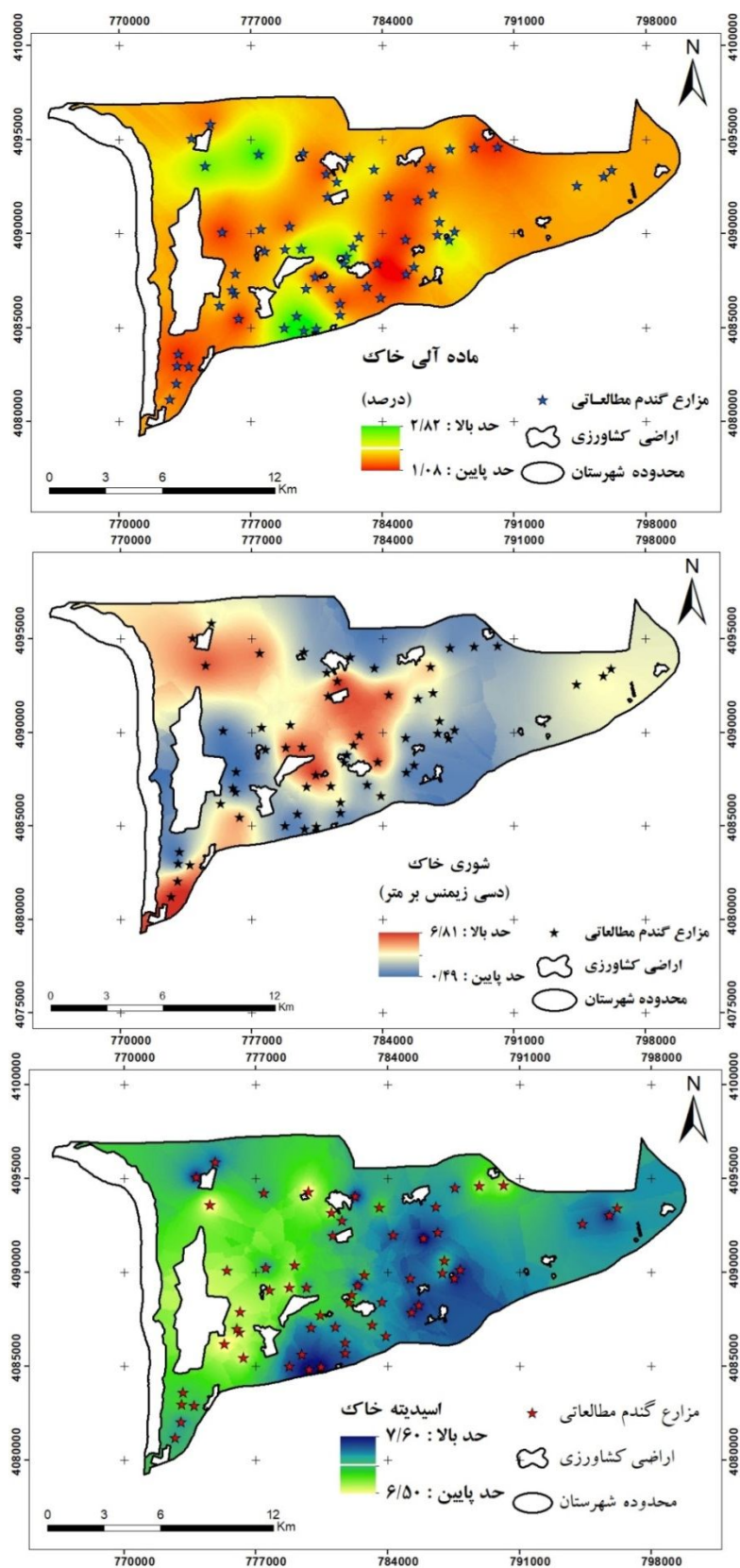
Table 4. Evaluation of the interpolation methods used to prepare the grain yield, organic matter, EC and pH maps in the agricultural lands of Bandar-e-Turkmen.

| GSD   | RMSE  | مدل / درجه<br>Model/degree | روش درونیابی<br>interpolation method              | نام متغیر<br>Variable name |
|-------|-------|----------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|
| 0.019 | 0.96  | Stable                     | کریجینگ معمولی<br>Ordinary Kriging                | عملکرد دانه<br>Grain Yield |
| 0.008 | 0.394 | Exponential                | کریجینگ معمولی<br>Ordinary Kriging                | ماده آلی<br>Organic Matter |
| 0.027 | 1.600 | Multiquadric               | توابع پایه شعاعی<br>Radial Basis Function         | شوری<br>EC                 |
| 0.005 | 0.325 | 1                          | وزن‌دهی فاصله معکوس<br>Inverse distance weighting | اسیدیته<br>pH              |



شکل ۲- نقشه میزان عملکرد دانه گندم در اراضی کشاورزی شهرستان بندرترکمن، استان گلستان.

Fig. 2. Map of wheat grain yield in agricultural lands of Bandar-e-Turkmen County, Golestan province.

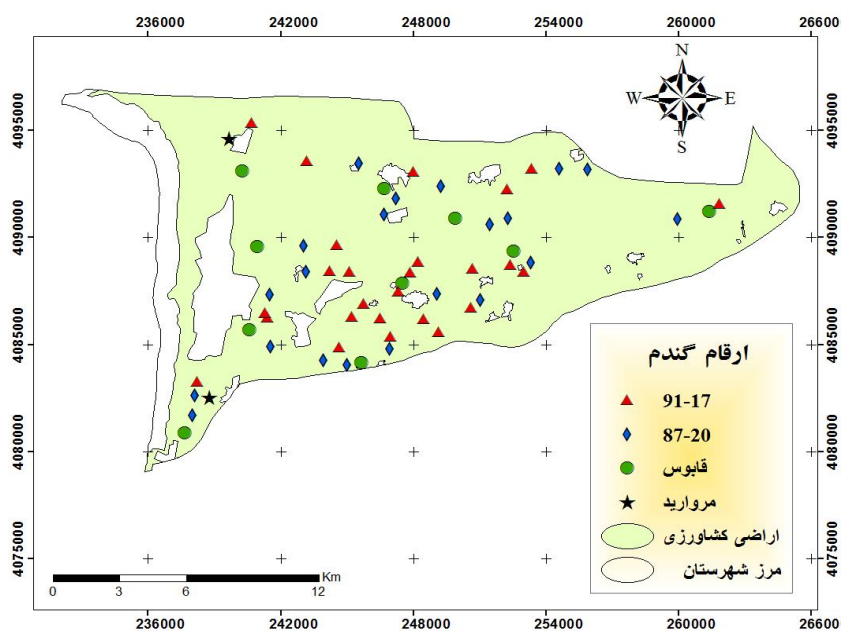


شکل ۳- نقشه‌های درون‌یابی پراکنش درصد ماده آلی، شوری و اسیدپته خاک در اراضی کشاورزی شهرستان بندرتورکمن، استان گلستان.

Fig. 3. Interpolation Maps for organic matter content, salinity, and soil acidity in agricultural lands of Bandar-e-Turkmen county, Golestan province.

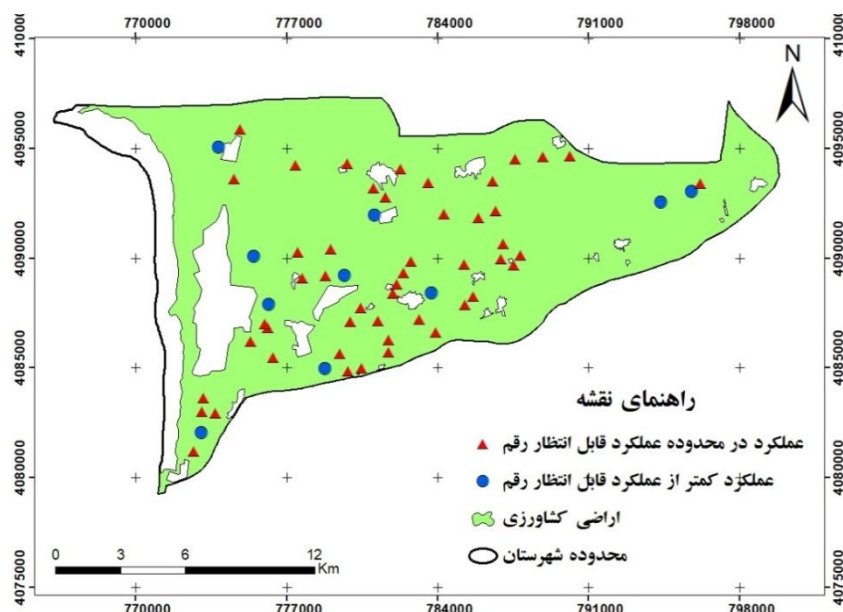
شهرستان معرفی کرد و می‌توان آن را به عواملی مانند تاریخ کشت، تراکم مناسب بوته، شیوع آفات، بیماری‌ها، گیاهان هرز و نحوه مدیریت آن‌ها، انتخاب ارقام مناسب، مدیریت متغیرهای خاک، عدم کارآمدی در برداشت محصول و سایر دلایل دیگر مرتبط دانست. نوری‌نیا و همکاران (۲۰۱۷) بیان نمودند که استفاده کشاورزان از بذور اصلاح شده ارقام و لاین‌های جدید گندم نان و رعایت دقیق عملیات خاک‌ورزی به منظور تهیه بستر مناسب بذر و رعایت تاریخ مناسب کاشت و تراکم بذر مصرفی در هر منطقه به همراه اعمال عملیات داشت می‌تواند نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد گندم در واحد سطح در هر یک از مناطق مورد کشت گندم داشته باشد (۱۶).

یکی از عوامل تأثیرگذار در میزان تولید دانه گندم، نوع رقم مورد استفاده می‌باشد. شکل ۴ پراکنش انواع رقم‌های کشت شده در این مزارع را نشان می‌دهد. براساس اندازه‌گیری‌های میدانی عملکرد دانه در مزارع نمونه‌برداری شده، حداقل میزان عملکرد ۲/۸ تن و حداکثر مقدار آن ۷/۱ تن در هکتار تعیین شدند. مطابق اطلاعات ارقام در جدول ۱ هر یک از این ارقام گندم بررسی شده، توان ژنتیکی متفاوتی دارند. براساس شکل ۵، تولید در ۸۳ درصد از مزارع در محدوده توان ژنتیکی رقم مورد کاشت در مزرعه بوده و در مقابل، ۱۷ درصد از مزارع (۱۰ مزرعه) کم‌تر از توان توان ژنتیکی رقم تولید داشته‌اند که باید به مدیریت زراعی در این مزارع توجه بیشتری شود. اختلاف این دو عملکرد را می‌توان خلاء عملکرد مزارع منتخب گندم



شکل ۴- نقشه پراکنش ارقام گندم مورد کاشت در مزارع مورد بررسی شهرستان بندرتورکمن، استان گلستان.

Fig. 4. Distribution map of wheat cultivars in the studied fields of Bandar-e-Turkmen County, Golestan province.



شکل ۵- مقایسه عملکرد دانه تولیدی با عملکرد قابل انتظار ارقام در مزارع منتخب شهرستان بندر ترکمن، استان گلستان.

Fig. 5. Comparison of grain yield with the expected yield of cultivars in selected fields of Bandar-e-Turkmen county, Golestan province.

کینوا) اختصاص داده شود. تهیه نقشه‌های پراکنش ارقام و عملکرد آنها می‌تواند در یافتن عوامل محدودکننده تولید عملکرد کمک کرده و با تمرکز در جهت رفع این محدودیت‌ها، می‌توان مدیریت‌های زراعی را به شکلی بهینه انجام داده و سلامت این سامانه‌ها را ارتقاء بخشید. تحلیل مکانی عملکرد گندم در شهرستان بندر ترکمن نشان داد که انجام تناوب‌های زراعی، کاربرد کودهای دامی (در مناطق جنوبی) و مدیریت صحیح گیاهان هرز ارتباط زیادی با میزان تولید عملکرد مزارع دارد.

### نتیجه‌گیری

بررسی عملکرد دانه ارقام کشت شده در مزارع گندم شهرستان نشان داد که اکثر مزارع گندم قادر به تولید در حد توان ژنتیکی ارقام بوده و از نظر این متغیر، در شرایط مطلوبی قرار گرفته‌اند. به دلیل میزان بارش کافی در طول دوره رشد گندم در این منطقه، اکثر مزارع به صورت دیم مدیریت شده و اختلاف معنی‌داری بین دو سامانه کشت دیم و آبی مشاهده نشد. اراضی قسمت‌های غربی و شمال‌غرب شهرستان، به دلیل تولید عملکرد کمتر از توان ژنتیکی رقم، بهتر است به کشت گیاهانی با نیازهای محیطی کمتر و با سازگاری بیشتر به شرایط این مناطق (مانند جو و

### منابع

1. Anonymous. (2021). Food and Agriculture Organization (FAO): Available <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
2. Poudel, M. R., Ghimire, S., Pandey, M. P., Dhakal, K. H., Thapa, D. B., & Poudel, H. K. (2020). Evaluation of wheat genotypes under irrigated, heat stress and drought conditions. *Journal of Biology and Today's World*, 9(1), 212.
3. Dilmurodovich, D. S., Fayzullaevich, Z. Z., Shakirjanovich, K. N., Raxmatullaevich, A. J., Bekmurodovich, B. N., & Shomiljonovich, S. S. (2021). Selection of high grain yield elements of

- winter bread wheat lines for Rainfed areas. In Archive of Conferences (55-62p). [doi.org/10.5281/zenodo.7027124](https://doi.org/10.5281/zenodo.7027124).
4. Ghaffari, A., & Jalal Kamali, M. (2013). Wheat productivity in Islamic Republic of Iran: Constraints and opportunities. pp. 98-11. In: Paroda, R., Dasgupta, S., Mal, B., Singh, S.S., Jat, M. L. and Singh, G. (eds.) Proceedings of the regional consultation on improving wheat productivity in Asia, Bangkok, Thailand.
  5. Ministry of Agriculture. (2022). Report on the level, production and yield of crops in 2020-2021. Information and Communication Technology Center. 98 p.
  6. Bay, N., Montazeri, M., Gandomkar, A., & Ataei, H. (2012). The study of potential of dry farming wheat cultivation in Golestan province by using Geographic Information System (GIS). *Geographical Planning of Space Quarterly Journal*, 2(4), 19-42. [In Persian]
  7. Baniaghil, A. S., Rahemi Karizki, A., Biabani, A., & Faramarzi, H. (2016). Potential climatic zoning of wheat (*Triticum aestivum* L.) Golestan province. *Journal of Agroecology*, 9(3), 821-833. [In Persian]
  8. Panotra, N., Sharma, R., & Bhat, A. (2022). Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under irrigated and rainfed conditions in intermediate zone of Jammu and Kashmir. *Annals of Plant and Soil Research*, 24(1), 137-140. DOI:10.47815/aprsr.2021.10138.
  9. El Behairy, R. A., El Arwash, H. M., El Baroudy, A. A., Ibrahim, M. M., Mohamed, E. S., Rebouh, N. Y., & Shokr, M. S. (2023). Artificial intelligence integrated GIS for land suitability assessment of wheat crop growth in arid zones to sustain food security. *Agronomy*, 13(5), 1281. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051281>.
  10. Management of agricultural jihad of Bandar-e-Turkmen County. (2019). Garden and agricultural products.
  11. Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37(1), 29-38. <http://dx.doi.org/10.1097/00010694193401000-00003>.
  12. Fotouhi Firoozabad, F., Talebi, A., & Afkhami Ardakani, H. (2015). Investigation of possibility of groundwater quality zonation in arid regions using geostatistic (case study: Yazd-Ardakan plain). *Iranian Journal of Watershed Management Science and Engineering*, 9(29), 57-69. [In Persian]
  13. Soleimani Sardo, A., Maghsoud, F., & Damavandi, A. A. (2016). Evaluation the effectiveness of interpolation methods to estimate soil pH and EC (case study: Dorodxan distinct in Fars province). *Iranian Journal of Remote Sensing of GIS*, 8(3), 77-90. [In Persian]
  14. Mosavi Kojabad, N., Sedighi Saman, A., & Moradi, M. (2022). New interpolation methods to determine the best method of estimating the spatial distribution of precipitation. *Remote Sensing and GIS Application in Environmental Sciences*, 2(3), 49-68. [In Persian]
  15. Sadeghi, S. (2012). Point interpolation in GIS with emphasis on Kriging technique (KRIGING). Loza publication. 152 p. [In Persian]
  16. Norinia, A., Soughi, H., Mobasheri, M. T., Jafarby, J., Ghogh, H., Sadeghnezhad, H., Kazemi Talachi, M., & Mohammadi, R. (2017). Technical instructions for wheat planting stage in Golestan province. Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. 15 p. [In Persian]
  17. Soughi, H., Khodarahmi, M., Bagherikia, S., & Nazari, M. (2020). Response of grain yield of new bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to sowing date based on agro-climatic indices under Gorgan environmental conditions. *Journal of Seed and Plant*, 36(1), 1-31. [In Persian]
  18. Lungu, E., & Turek-Rahoveanu, M. M. (2023). Research on agroecological

- zoning for winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in south-eastern Romania. *Economic engineering in agriculture and rural development*, 23(1), 363-372.
19. Kaboosi, K., & Majidi, O. (2017). Zoning of planting and harvesting dates and length of growth stages of rainfed wheat based on precipitation and temperature data in Golestan province. *Iranian Dryland Agronomy Journal*, 6(1), 103-144. [In Persian]
  20. Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Abd Shah, H., & Kazemian, A. (2019) Agricultural statistics for the crop year 2017-2018, first volume, crops. Ministry of Agricultural Jihad, Vice President of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, 97 p. [In Persian]
  21. Navidi, M. N., Seyedmohammadi, J., Seyedjalali, S. A. R., Zeinadini, A., Farajnia, A., Zareain, G. R., Toomanian, N. R., Fatehi, S., Eskandari, M., & Delsooz, B. (2022). Assessing land suitability for wheat cultivation in irrigated plains of Iran. *Iranian Journal of soil research*, 36(2), 127-145. **DOI:10.22092/IJSR.2022.358624.666.** [In Persian]
  22. Nasrollahi, N., Kazemi, H., Kamkar, B., & Sadeghi, S. (2016). Agroecological evaluation of Aq-Qala Township (Golestan Province) for dryland wheat cultivation using Geographical Information System (GIS). *Applied Filed Crops Research*, 110(29), 83-94. [In Persian]
  23. Niazmoradi, M., & Kazemi, H. (2014). Feasibility of wheat-canola rotation performance in agricultural lands of Bandar-e-Torkman and Gomishan townships using Geographic Information System (GIS). *Research in Crop Ecosystem*, 1(4), 65-82. [In Persian]