نشریه دانش آب و خاک / جلد ۲۷ شماره ۲ صفحه‌های ۳۰۷ تا ۳۲۰ / سال ۱۳۹۶

بررسی ریسک کاشت و تعیین زمان مناسب آبیاری تکمیلی گندم دیم در دشت تبریز

معین هادی[۱]، ابوالفضل مجنونی هریس[۲*]، رضا دلیر حسن‌نیا[۳]

تاریخ دریافت: ۹٤/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۲۵

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۳- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: majnooni1979@yahoo.com

چکیده

بارندگی سالانه یکی از عوامل مهم موفقیت در زراعت دیم است. به طور کلی مناطقی که دارای آب و هوای سرد و معتدل بوده و مقدار بارندگی سالیانه بیش از ۳۰۰ میلی‌متر باشد برای زراعت گندم به صورت دیم مساعد خواهد بود، این در حالی است که متوسط بارندگی شهرستان تبریز در ۳۰ سال اخیر ۲٤۸/۵ میلی‌متر بوده است. در تحقیق حاضر امکان کشت گندم دیم در دشت تبریز با توجه به دو عامل بارش و دما بررسی شد. برای انجام این پژوهش از داده‌های آماری ۳۰ سال (۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵) استفاده گردید. دوره مورد مطالعه به ٦ بازه زمانی ۵ ساله تقسیم شد و احتمال موفقیت کشت گندم در شرایط دیم بررسی گردید. بر اساس نتایج به دست آمده، انجام آبیاری تکمیلی در منطقه مورد مطالعه ضروری می‌باشد. به منظور تعیین زمان مناسب برای آبیاری تکمیلی نیز مقادیر بارش پاییزه و بارش بهاره محاسبه و با مقادیر مورد نیاز مقایسه شد. در نهایت با بررسی مراحل حساس گندم نسبت به تنش آبی و مقایسه آن با میزان بارش‌های فصلی، زمان مناسب انجام آبیاری تکمیلی در مرحله پر شدن دانه یعنی خرداد ماه تعیین شد. در ۲۹ سال بارش خرداد کمتر از حداقل مقدار مورد نیاز بوده است. ضمن این‌که با مدیریت دقیق زمان کاشت می‌توان از بارش‌های پاییزه نیز به نحو مطلوب استفاده کرد؛ به طوری که در ۳/۸ سال از هر دوره ۵ ساله مقادیر بارش پاییزه مطلوب بوده است. برای محاسبه تاریخ رسیدن به مراحل مختلف رشد گندم از شاخص درجه – روز – رشد (GDD) استفاده شد. با توجه به اهمیت دما در فرآیند رشد گندم دیم، از نظر دمایی نیز شرایط در مراحل مختلف فنولوژیکی گندم در منطقه بررسی و نتایج با مقادیر مطلوب مقایسه شد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، بارندگی، تنش آبی، گندم دیم

Assessing Rainfed Wheat Cultivation Risk and Suitable Time for Supplemental Irrigation in Tabriz plain

M Hadi[1], A Majnooni Heris[2*], R Delir hasannia[3]

Received: 09 March 2016 Accepted: 15 November 2016
[1-] M.Sc. Student of Irrigation and Drainage Engin., Dept. of Water Engin., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Tabriz, Iran
[2-] Assistant Professor, Dept. of Water Engin., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Tabriz, Iran
[3-] Associate Professor, Dept. of Water Engineering, Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Tabriz, Iran
[*]Corresponding Author, Email: majnooni1979@yahoo.com

Abstract
Regions Annual precipitation is one of the important factors for successful rainfed agriculture. Generally, cold and moderate climate regions with annual precipitation of 300 mm or more are suitable for rainfed wheat cultivation. Wherever, this amount is averagely 248.5 mm in Tabriz region over the last 30 years. In this research the possibility of rainfed wheat cultivation in the Tabriz plain based on precipitation amount and air temperature factors was investigated. For this purpose a set of 30 years data (1985-2015) was applied. The studied period was devided into 6 sub-perids of 5 years and the probability of success in wheat cultivation was evaluated in the rainfed condition. Results clarified that the supplemental irrigation was inevitable in the studied area. In order to determine the suitable time for supplemental irrigation practice, the autumn and spring precipitation amounts were calculated and subsequently these values were compared with corresponding crop water requirements. Finally, with investigation of wheat sensitive stages to water stress and comparison with seasonal rains, the suitable time of supplemental irrigation was proposed for June during filling stage. Over the recent 29 years the precipitation amounts of June have been less than minimum crop water requirement. Furthermore, the accurate management of the planting time can improve autumn precipitation utilization, as the autumn precipitations have been satisfactory in 3.8 years of each 5 years sub-period, averagely. The Growing-Degree-Days (GDD) index was applied for calculating the date of different growing stages of wheat. Also regarding to the importance of temperature in rainfed wheat growing process, the different phenological stages of the wheat from temperature view were investigated and the results were compared with required values.

Key words: Precipitation, Rainfed wheat, Supplemental irrigation, Water stress

مقدمه

اهمیت بخش کشاورزی در تأمین امنیت غذایی به عنوان بزرگترین مصـــرف‌کننده منابع آبی با توجه به روند کاهشی منابع آب از نظر کمی و کیفی ایجاب می‌کند که به اصلاح الگوی مصرف و تخصیص بهینه منابع آب توجه شـــود. تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی در کنار کاهش نزولات جوی نیز وضـــعیت منابع آبی را در اکثر مناطق کشـور بحرانی کرده است. با توجه به این مسائل برای افزایش بهره‌وری مصرف آب در بخش کشاورزی چـاره‌ای جز افزایش کـارآیی تولیـد به ازای واحد آب مصـــرفی نیســت. اســتفاده بهینه از منابع محدود آب و بارندگی‌های پراکنده فصلی و بهبود کارآیی مصرف آب در تولید گندم دیم امری ضـــروری اســت؛ چرا که در زراعت دیم علاوه بر میزان بارندگی سالانه، نحوه توزیع آن در طول مراحل رشـد بر عملکرد تأثیر بسـزایی دارد (ســرمدنیا و کوچکی ۱۳٦۸). به منظور بررســی عملکرد گندم دیم در شـــرایط متنوع مطالعات مختلفی صـــورت گرفته اسـت. دین‌پژوه و موحد دانش (۱۳۷۵) بر اسـاس مقادیر بارش ســـالانه و بارش ماه‌های ژوئن و ژوئیه (خرداد و تیر) مناطق مسـاعد جهت کشـت غلات دیم در

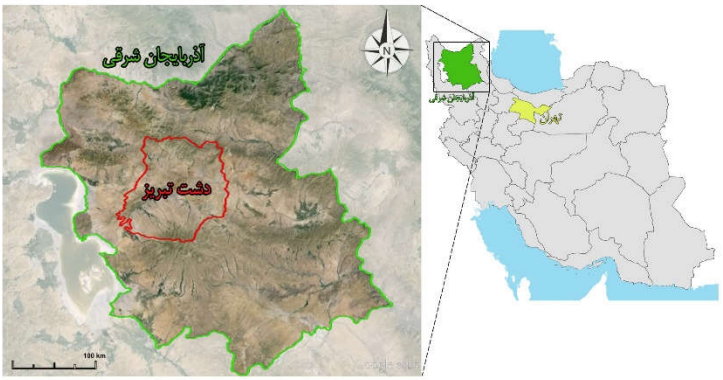
منطقه آذربایجان تعیین را کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که در شرایط دیمکاری نقش بارش بیشتر از سایر پارامترهای اقلیمی است. با توجه به اینکه مقدار بارش ماه خرداد در دیمزارهای شمال منطقه آذربایجان به ویژه پارس‌آباد مغان و بیله‌سوار و حاشیه رود ارس بیشتر بوده و گندم در این مناطق در تیرماه در مرحله برداشت قرار دارد، لذا کمبود بارش در این مناطق تأثیر چندانی بر تولید گندم دیم نخواهد داشت. درحالی‌که در مناطق جنوبی آذربایجان به دلیل دارا بودن احتمال کمتر برای بارش در ماه خرداد، احتمال وقوع تنش خشکی وجود داشته و این تنش با بارش‌های خرداد چندان قابل جبران نیست؛ زیرا در این نواحی غلات دیم در خرداد ماه در مرحله گل‌دهی می‌باشند و وقوع خشکی منجر به عدم تلقیح گل‌ها و در نتیجه افت شدید محصول می‌شود. رس و همکاران(۱۹۹۰) تأثیر رژیم بارندگی و دما را بر روی عملکرد گندم دیم در منطقه بلوچستان پاکستان مورد مطالعه قرار داد. نامبرده احتمال وقوع بارندگی مورد نیاز در فصول مختلف جهت رشد و نمو گندم را محاسبه نمود و دریافت که کاشت ارقام مقاوم به سرما و خشکی و محصولات زمستانه برای نواحی شرقی منطقه مناسب هستند. ژانگ (۱۹۹٤) آزمایش‌های متعددی برای تعیین اثرات تغییرات دما و بارندگی روی رشد و نمو گندم زمستانه در کشور چین انجام داد. نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات درجه حرارت نسبت به بارندگی از اهمیت بیشتری بر روی عملکرد دانه برخوردار است. کاظمی‌راد (۱۳۷۷) برای تعیین زمان و مکان مناسب برای کشت گندم دیم در آذربایجان‌غربی با استفاده از توزیع بارش و دما تحقیقی را انجام داد که بر اساس آن ایستگاه‌های شمالی آذربایجان‌غربی برای کشت گندم دیم مناسب تشخیص داده شد. نروود (۲۰۰۰) در دشت‌های بزرگ ایالت کانزاس آمریکا، تأثیر پارامترهای اقلیمی را بر روی مناطق کشت گندم دیم بررسی نمود و با تحلیل داده‌های اقلیمی از جمله بارندگی، دما و تبخیر نواحی مستعد برای کشت گندم دیم را شناسایی و گزارش نمود که تبخیر و بارندگی نسبت به دیگر پارامترهای اقلیمی بیشترین نقش را در طول مراحل مختلف رشد گندم دیم دارند. گندم از نظر سطح زیر کشت و تولید مهم‌ترین محصول زراعی ایران است و به عنوان یک محصول استراتژیک با سطح زیر کشت بیش از ٦/٦ میلیون هکتار حدود نیمی از مساحت زمین‌های زراعی ایران را به خود اختصاص داده است (نخجوانی مقدم و همکاران ۱۳۸۹). با توجه به محدودیت‌های موجود، ضرورت مبرمی وجود دارد که زراعت آبی به همان ترتیب که از آب با کیفیت مطلوب استفاده می‌کند، در راستای تولید با آب کمتر سوق داده شود. یکی از راهکارها آبیاری اراضی دیم می‌باشد و زمانی توصیه می‌شود که میزان بارندگی با توجه به نیاز آبی محصول از یک حد معینی کمتر باشد. تأمین آب برای آبیاری محدود در زراعت دیم مهمترین محدودیت در این بخش است، که یکی از راهکارها برای این موضوع صرفه‌جویی آب در زراعت آبی با کم‌آبیاری و تخصیص آن به اراضی دیم می‌باشد (رمضانی اعتدالی و همکاران ۱۳۹۱). در آزمایشی در شهرستان سلسله استان لرستان، توکلی (۱۳۹۲) امکان آبیاری اراضی دیم را با کم‌آبیاری اراضی آبی برای محصول گندم تحت شرایط مختلف ارزیابی کرد. نتایج نشان داد تمام گزاره‌ها نسبت به شرایط موجود یعنی آبیاری کامل گندم آبی و وجود اراضی دیم در مجاورت آن برتری دارند. وی همچنین گزارش کرد در شرایط آبیاری سطحی قطع اولین آبیاری بهاره با ۲۲ درصد صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری ضمن اینکه افت عملکردی ندارد بلکه سبب افزایش ۳/۳ درصدی عملکرد نیز می‌شود که علت آن ایجاد مشکل در تهویه خاک و در پی آن فرآیند فتوسنتز می‌باشد. دهقانی و همکاران (۲۰۱٤) به بررسی اثر دما و توزیع بارش روی گندم در منطقه شمال‌شرق ایران پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تغییرات بارش در مدت سال‌های مورد مطالعه بر روی عملکرد گندم تأثیر معنی‌داری داشته به

طوری کـه وقوع بـارش ۲۸ میلی‌متر و دمـای ۲۱ الی ۲۲ درجـه سـانتی‌گراد را در این منطقـه اثرگذار بر افزایش عملکرد گندم گزارش کرده‌اند. کوکیک و همکاران (۲۰۰۵) به بررسی اثرات طولانی مدت تغییرات آب و هوایی روی محصـولات اسـاسـی در استرالیا پرداختند. آن‌ها در این راستا دو سناریوی مختلف تغییر اقلیمی را مورد مطالعه قرار داده و دامنه توانایی‌های محیط را برای محصولات کشـاورزی مختلف که ممکن اسـت در این شرایط کشت شـوند، مشـخص کردند. آن‌ها انجام آبیاری تکمیلی و اسـتفاده از محصـولات با گونه‌های مقاوم به خشـکی را به عنوان استراتژی‌هایی که برای کاهش آسیب‌پذیری در مقابل کاهش مقادیر بارش پیشـنهاد کردند. الکساندروف و هـونـگـبوم (۲۰۰۱) نیز تغییرات اقلیمی در طی قرن بیسـتم و رابطه‌ی آن با نوسـانات عملکرد محصـولات مهمی مـانند گندم و ذرت را در ایالت جورجیای آمریکا مورد مطـالعـه قرار دادنـد. آن‌هـا کـاهش بـارنـدگی بـه خصـوص در دوران گـل‌دهی را در نزول عملکرد گندم دیم آن منطقـه مؤثر گزارش نموده‌انـد. بـا توجـه بـه مطالعات پیشـین رویکرد این مقاله بررسی ریسک کشت گندم دیم در دشـت تبریز با توجه به دو عامل بارش و دما و در صورت لزوم، تعیین زمان مناسب برای آبیاری تکمیلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی شـامل دشـت تبریز به عنوان بخشـی از حوضـه آبریز دریاچه ارومیه می‌باشد که در حد فاصـل ′۴۸ °۴۵ تا ′۵۱ °۴۶ طول شرقی و ′۴۵ °۳۷ تا ′۲۸ °۳۸ عرض شـمالی واقع شـده اسـت. این محدوده مطـالعـاتی ۵۴۸۱ کیلومترمربع وسـعت دارد که ۳۷۷۸ کـیلومترمربع آن ارتفـاعـات و ۱۷۰۳ کیلومترمربع آن دشـت اسـت. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در کشـور و استان آذربایجان شرقی در شکل ۱ نشان داده شـده اسـت. مطـابق با اقلیم نمای دومارتن محدوده مطالعاتی تبریز دارای اقلیم نیمه‌خشـک می‌باشد. میانگین درازمدت بارندگی سالانه منطقه نیز حدود ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد (هادی و همکاران ۱۳۹۴).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی دشت تبریز.

زمان کاشت

یکی از فاکتورهای مهم در زراعت دیم، کاشت بذر در زمان مناسب است. زیرا زمان کاشت در عملکرد محصول تأثیر مستقیم دارد. لذا کاشت به موقع و در اولین فرصت ممکن در فصل پاییز مهمترین مسأله در دیم‌کاری محسوب می‌گردد. در مناطق خشک و نیمه-خشک انتخاب تاریخ کاشت مناسب از طریق تنظیم الگوی رشد گیاه با نزولات آسمانی یا رطوبت موجود در خاک اثر قابل ملاحظه‌ای روی راندمان مصرف آب و عملکرد اقتصادی دارد. در دیمزارهای ایران به طور کلی در

مناطق گرم بهترین زمان کاشت نیمه دوم مهر ماه است و اگر در این مناطق بذر گندم دیم زود کاشته شود، زود جوانه می‌زند و به علت تأخیر افتادن بارندگی بذر جوانه-زده، آسیب دیده و از بین می‌رود. برعکس در کشت‌های دیرتر از موقع گندم کرپه شده و بذر جوانه زده سبز نمی‌شود و اگر هم سبز شود به سبب ضعیف و تک برگ بودن در اثر سرما صدمه خواهد دید. گندم‌های پاییزه را معمولاً زمانی باید کاشت که گرمای تابستان تمام شده و هنوز سرمای زمستان شروع نشده باشد (رستگار ۱۳۸۷). بر اساس مطالعات انجام شده و تجارب محلی تاریخ کشت گندم در منطقه مورد مطالعه نیمه دوم مهر (اکتبر) می‌باشد. لذا در این مطالعه روز ۱۰ اکتبر (۱۸ مهر) به عنوان تاریخ کاشت تعیین و محاسبات بر مبنای آن صورت گرفت.

مراحل رشد گندم

واکنش گیاهان زراعی به نهاده‌های کشاورزی از قبیل آب، کود، آفت‌کش‌ها و غیره به مرحله رشد و نمو بستگی داشته ارتباطی با تاریخ‌های تقویمی ندارد. طبق روش زادوکس و همکاران (۱۹۷٤) فرآیند رشد گندم دارای ۱۰ مرحله مهم شامل جوانه‌زنی، نمو برگ، پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، غلاف رفتن، خوشه‌دهی یا ظهور سنبله، گل‌دهی، پر شدن دانه، سخت شدن دانه و در نهایت مرحله رسیدگی کامل می‌باشد. در این مطالعه مراحل جوانه، گل‌دهی و پر شدن دانه به عنوان حساس‌ترین مراحل نسبت به تنش آبی و شرایط دمایی مد نظر قرار گرفتند (عینی و همکاران ۱۳۹۱). هر گیاه برای کامل کردن مراحل مختلف فنولوژیکی خود نیازمند مقدار معینی واحد گرمایی است. در این مطالعه برای دستیابی به تاریخ دقیق رسیدن به مراحل مختلف رشد گندم دیم از روش درجه – روزهای رشد[1] (GDD) استفاده شد که از طریق رابطه ۱ محاسبه می‌شود (هاندل و همکاران ۱۹۹۷):

$$GDD = \sum_{a}^{b}\left\{\left[\frac{T_{max}+T_{min}}{2}\right] - T_b\right\} \qquad [۱]$$

که در آن GDD درجه – روزهای رشد (حرارت تجمعی)، T_{min} و T_{max} دماهای کمینه و بیشینه روزانه بر حسب درجه سانتی‌گراد، T_b درجه حرارت پایه بر حسب درجه سانتی‌گراد، a و b زمان‌های شروع و پایان مرحله فنولوژیکی هستند. شایان ذکر است درجه حرارت پایه، پایین‌ترین درجه حرارتی است که فرض می‌شود در دماهای پایین‌تر از آن رشدی صورت نمی‌گیرد. دمای پایه برای گندم بین ۰ تا ٤ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است که در این پژوهش برای گندم $T_b = 0$ در نظر گرفته شد (عینی و همکاران ۱۳۹۱). در صورتی که دمای متوسط روزانه برابر یا کمتر از T_b باشد، مقدار GDD معادل صفر در نظر گرفته می‌شود (شارما و همکاران ۲۰۰٤). برای محاسبه زمان مورد نیاز از تاریخ کشت تا رسیدن به مراحل سبز شدن، گل‌دهی و پر شدن دانه بر مبنای واحدهای حرارتی مورد نیاز برنامه‌ای در محیط نرم‌افزار متلب نوشته شد و زمان‌های مذکور محاسبه گردید. واحدهای حرارتی مورد نیاز از تاریخ کاشت تا مرحله سبز شدن ۱۸۰ درجه – روز، تا دوره گل‌دهی ۱٤۰۰ درجه – روز و تا دوره پر شدن دانه ۲۲۰۰ درجه – روز می‌باشد (بهنیا ۱۳۷٦، بازگیر ۱۳۷۹).

در این پژوهش که با استفاده از اطلاعات ایستگاه سینوپتیک تبریز انجام شده است، از داده‌های دمای متوسط، دمای کمینه، دمای بیشینه و بارندگی، همگی بر مبنای مقادیر روزانه، در یک دوره آماری ۳۰ ساله از سال زراعی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ استفاده شده است. پس از تعیین مدت زمان مراحل مختلف رشد در گام بعدی مقادیر بارش سالانه، بارش پاییزه، بارش بهاره و بارش خرداد (که با توجه به چرخه رشد گندم اهمیت بیشتری نسبت به بارش‌های فروردین و اردیبهشت دارد) محاسبه و با مقادیر توصیه شده برای هر مرحله مقایسه شدند. همچنین متغیرهای دما شامل متوسط دما

1- Growing degree days

در مرحله جوانه‌زنی، دمای بیشینه روزانه در مرحله گل‌دهی و دمای بیشینه روزانه در مرحله پر شدن دانه تعیین شدند. به منظور شناخت شرایط موجود برای کاشت گندم دیم در منطقه و امکان‌سنجی موفقیت آن، دوره مطالعاتی به ٦ بازه زمانی ٥ ساله تقسیم شده و شرایط در آن دوره‌های زمانی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت.

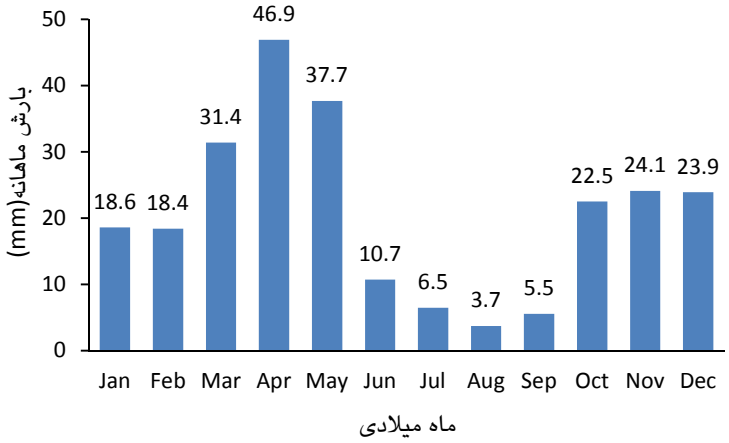
نتایج و بحث

نیاز آبی گندم

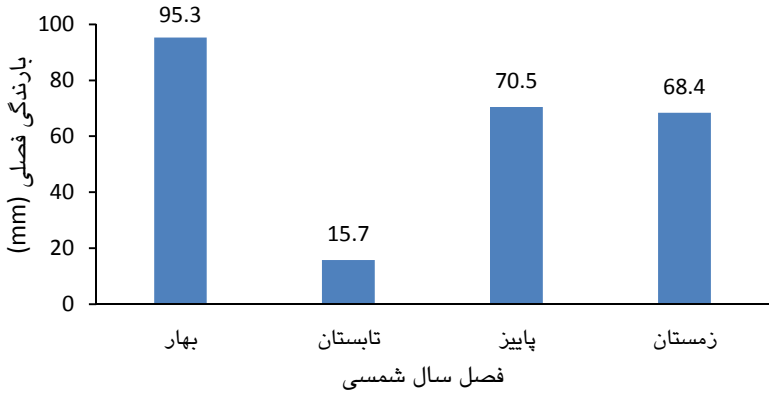
رطوبت نقش بسیار مهمی در توسعه کشت گندم در دنیا دارد. مناسب‌ترین نواحی کشت گندم در نیمکره شمالی، در نواحی نیمه‌خشک با بارندگی سالیانه ۲۵۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر و در نواحی نیمه‌مرطوب با بارندگی سالیانه ۵۰۰ تا ۷٦۰ میلی‌متر دیده می‌شود. در مناطق خشک، کشت گندم با انجام آبیاری امکان‌پذیر می‌باشد. مقدار آب مورد نیاز بستگی به شرایط محیطی، میزان بارندگی و پراکنش آن، سیستم کشت، جنس خاک و ارقام گندم دارد. نیاز آبی گندم از ابتدای کاشت تا زمان برداشت حدود ٤ تا ٨ هزار مترمکعب در هکتار است که با توجه به اقلیم مناطق تغییر می‌کند. تعداد دفعات آبیاری مزرعه گندم بین ٥ تا ٨ بار متغیر است. معمولاً دو نوبت آن در پاییز و بقیه در بهار و اوایل تابستان است. به طور کلی مراحل مهم آبیاری در زراعت گندم مرحله جوانه زدن (خاک آب)، مرحله پنجه دادن (پنجه آب)، مرحله ساقه رفتن (ساقاب)، مرحله سنبله رفتن (خوشاب)، مرحله گل دهی (گل آب) و مرحله دانه بستن (دان آب) هستند. در زراعت آبی گندم، آب خالص مورد نیاز در منطقه مورد مطالعه ۵۱۲۰ مترمکعب در هکتار معادل ۵۱۲ میلی‌متر برآورد شده است (نجفی میرک ۱۳۸۳).

بارش سالانه

بارش سالانه مهمترین متغیر اقلیمی در کشت گندم دیم محسوب می‌شود (رستگار ۱۳۸۷). از نظر میزان رطوبت، گندم در زراعت دیم حداقل به ۳۰۰ میلی‌متر باران در طول دوره رشد احتیاج دارد (بهنیا ۱۳۷٦). در حالی که طبق مطالعات هاشمی (۱۳۵۲) تولید گندم در مناطقی که دارای بارندگی کمتر از ۲۲۵ میلی‌متر در سال هستند تنها با آبیاری ممکن می‌گردد. متوسط بارش سالانه در طول ۳۰ سال زراعی مورد مطالعه ۲٤۸/۵ میلی‌متر می‌باشد. این در شرایطی است که توزیع زمانی بارندگی عموماً بسیار نامنظم است. در شکل ۲ توزیع متوسط بلندمدت بارش ماهانه در ایستگاه سینوپتیک تبریز ارائه شده است که با توجه به آن حداقل مقدار بارندگی ماهانه مربوط به ماه آگوست (مرداد) با مقدار ۳/۷ میلی‌متر و حداکثر آن مربوط به ماه آوریل (فروردین) با مقدار ٤٦/۹ میلی‌متر می‌باشد. لذا ممکن است علیرغم این‌که توزیع بارش سالانه کمتر از حداقل مقدار مورد نیاز برای گندم دیم باشد اما توزیع فصلی آن در طول مراحل مختلف رشد امکان رشد را میسر سازد. در شکل ۳ توزیع فصلی بارش بلندمدت برای منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است. بر این اساس در فصل بهار بیشترین و در تابستان کمترین مقادیر بارش اتفاق می‌افتد. با توجه به شکل‌های ۲ و ۳ پراکنش ماهانه بارش در فصل پاییز یکنواخت بوده است، اما در فصل بهار مقدار بارندگی در ماه خرداد که گندم در مرحله پر شدن دانه قرار دارد افت قابل ملاحظه‌ای نسبت به ماه‌های فروردین و اردیبهشت داشته است.

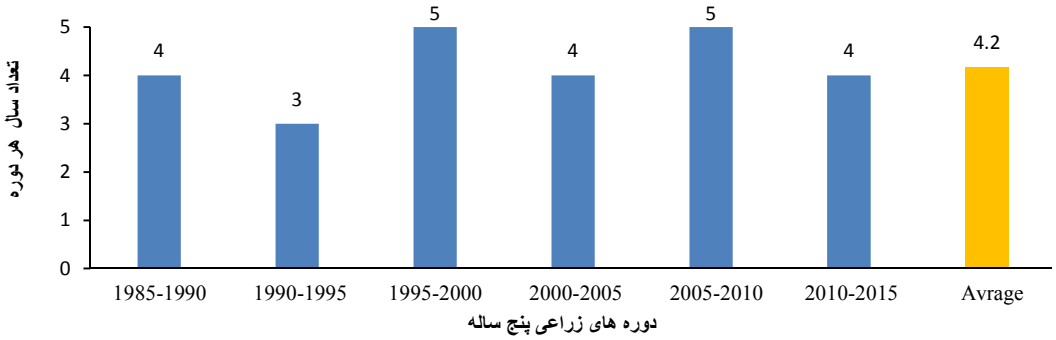


شکل ۲- متوسط بلندمدت بارش ماهانه.



شکل ۳- متوسط بلندمدت بارش فصلی.

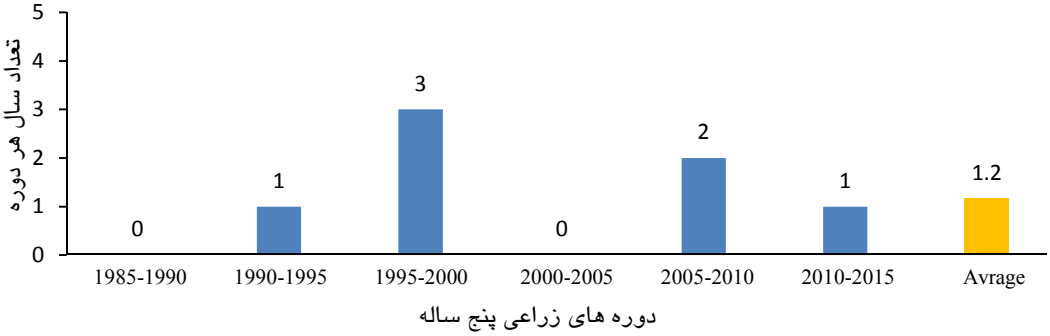
شکل ٤ تعداد سال‌های با بارش سالانه کمتر از ۳۰۰ میلیمتر در هر دوره ٥ ساله را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل به طور متوسط از هر ٥ سال در ٤/۲ سال میزان بارندگی سالانه کمتر از حداقل مقدار مورد نیاز برای شرایط دیم می‌باشد. بنابراین دشت تبریز از نظر میزان مجموع بارندگی سالانه شرایط مطلوبی برای کشت گندم در شرایط دیم ندارد و برای تولید بهینه عملکرد نیاز به آبیاری کمکی خواهد بود.



شکل۴- نمودار تعداد سال‌های با بارش سالانه کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر در هر دوره.

بارش پاییزه

مطالعه مقادیر بارش پاییزه برای تعیین طول مدت رشد گندم دیم اهمیت ویژه‌ای دارد. در شرایط مطلوب گندم زمستانه تا اواخر فصل پاییز و قبل از شروع یخبندان بایستی دارای ۳ تا ٤ پنجه باشد تا بتواند سرمای زیر صفر زمستان را به خوبی سپری کند (زرین ۱۳۷۹). بنابراین باید مراحل جوانه و پنجه‌زنی در فصل پاییز صورت گیرد. مطابق اعلام سازمان جهاد کشاورزی، مقدار مناسب بارش پاییزه برای جوانه و پنجه‌زنی گندم دیم ٤۰ تا ٦۰ میلی‌متر می‌باشد. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، متوسط بارش پاییزه ٦٦/۹ میلی‌متر است که معادل ۲٦/۹ درصد بارش سالانه می‌باشد. در دوره ۳۰ ساله مورد بررسی نیز که به ٦ بازه زمانی ۵ ساله تقسیم شده است، به طور متوسط در ۱/۲ سال در هر ۵ سال میزان بارش پاییزه کمتر از ٤۰ میلی‌متر می‌باشد و شرایط از نظر میزان بارش پاییزه دچار محدودیت بوده است (شکل ۵). متوسط رویدادهای بارش پاییزه ۲٦/۷ رویداد در هر سال می‌باشد که ۲۲/۱ رویداد آن با مقادیر کمتر از ۵ میلی‌متر می‌باشد. از سویی دیگر فواصل زمانی بین رویدادهای بارش نیز حائز اهمیت است. چرا که میزان نفوذ آب باران به رطوبت خاک قبل از وقوع بارش نیز بستگی دارد. در کل از نظر بارش پاییزه محدودیت زیادی برای کشت گندم دیم وجود ندارد و با مدیریت صحیح زمان کاشت می‌توان از بارش‌های پاییزه به صورت مطلوب استفاده نمود. اما در مواقعی که به دلیل کاشت دیرتر از موعد و یا خشکسالی میزان بارش پاییزه برای جوانه‌زنی کفایت نکند لازم است آبیاری صورت گیرد.

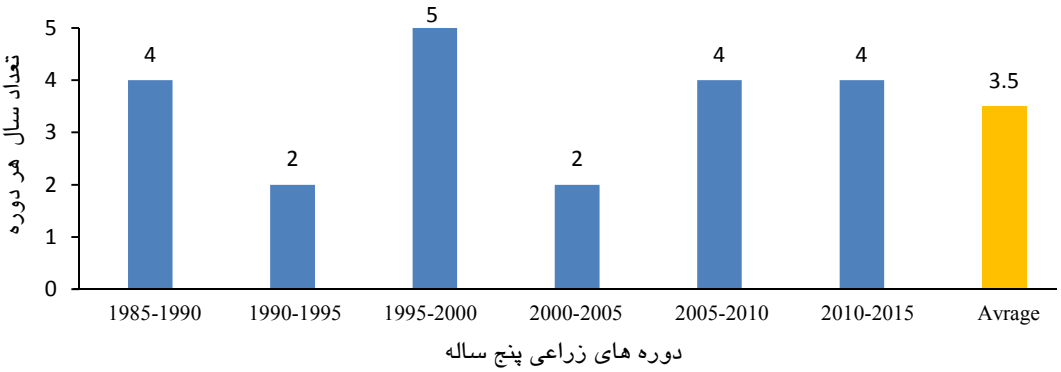


شکل۵- نمودار تعداد سال‌های با بارش پاییزه کمتر از ۴۰ میلی‌متر در هر دوره.

بارش بهاره

شرایط نامساعد اقلیمی در فصل بهار که همراه با سنبله‌دهی گندم می‌باشد باعث عقیم شدن گلچه‌ها می‌شود (کمالی ۱۳۷٦). لذا بارش بهاره اهمیت خاصی در افزایش عملکرد و بهره‌وری خواهد داشت. بر اساس مطالعات انجام گرفته روی گندم در ایران بارش مناسب بهاره که مجموع بارش مراحل گل‌دهی و دانه‌دهی را شامل می‌شود بین ۱۱۵ تا ۱۷۰ میلی‌متر متغیر می‌باشد (گیوی ۱۳۷٦). بازگیر (۱۳۷۹) نیز مقدار بارش مطلوب بهاره را ۳۷ تا ٤۰ درصد بارش سالانه بدون اشاره به مقدار آن تعیین کرده است. فیضی‌زاده و همکاران (۱۳۹۱) بارش بهاره ۹۰ میلی‌متر را در استان آذربایجان‌شرقی پیشنهاد داده‌اند. در این پژوهش متوسط بارش بهاره ۱۰٤/۲ میلی‌متر به دست آمد که معادل ٤۱/۹ درصد متوسط بارش سالانه تبریز می‌باشد. بر اساس نمودار دوره‌های ۵ ساله نیز به طور متوسط در ۳/۵ سال از هر ۵ سال میزان بارندگی بهاره کمتر از حداقل مقدار توصیه‌شده برای گندم می‌باشد (شکل ٦). در حالی که در دو ماه اول فصل بهار (آوریل و می) بیشترین مقادیر بارش ماهانه نازل می‌شود (شکل ۲) و کمبود بارش بهاره

به دلیل کمبود شدید بارش در خرداد می‌باشد. در مورد بارش بهاره نیز همانند بارش پاییزه بخش بزرگی از رویدادهای بارش دارای مقداری کمتر از ۵ میلی‌متر هستند. متوسط تعداد روزهای بارانی در فصل بهار ۳۷/٦ روز می‌باشد که در ۳۰/۵ روز آن مقدار بارش کمتر از ۵ میلی‌متر بوده است.

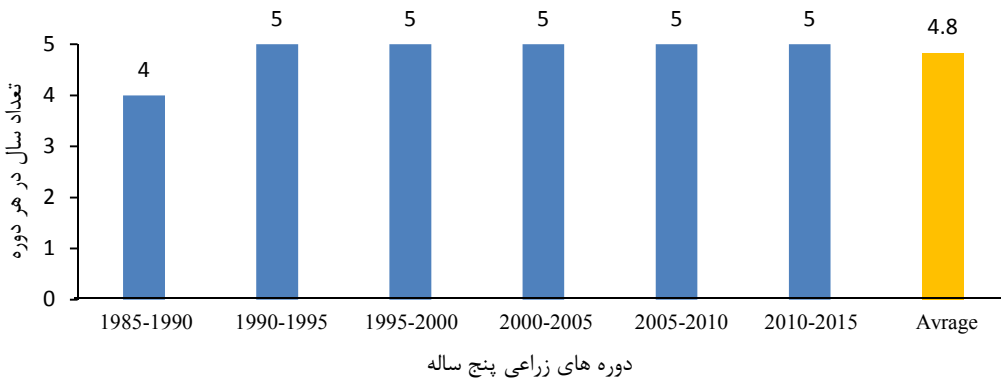


شکل۶- نمودار تعداد سال‌های با بارش بهاره کمتر از ۱۱۵ میلی‌متر در هر دوره.

به طور کلی اگر در اسفند ماه و در اوایل بهار مقدار بارندگی کافی نباشد و گندم در آستانه تنش آبی قرار گیرد و مزرعه در اواخر مرحله پنجه‌زنی و شروع مرحله ساقه‌دهی باشد، آبیاری مزارع در این شرایط ضروری است (حق پرست ۱۳۹۲). گیاه گندم اگر در مرحله اواخر پنجه‌زنی و شروع ساقه رفتن دچار خشکی شود، تعداد دانه در سنبله و همچنین تعداد پنجه‌های بارور که از اجزای مهم عملکرد دانه می‌باشند کاهش می‌یابد. تدین و امام (۱۳۸٦) پس از بررسی آبیاری تکمیلی در مراحل مختلف رشد به این نتیجه رسیدند که آبیاری تکمیلی در مرحله ساقه رفتن بیشترین تأثیر و در مرحله پر کردن دانه کمترین تأثیر را بر افزایش عملکرد نسبت به شرایط دیم داشت. ایشان عنوان نمودند که بارندگی‌های بهاره که با مرحله ساقه رفتن گیاه مصادف گردیدند منجر به استفاده مؤثر گیاه گندم از آب موجود و افزایش فعالیت فتوسنتزی بوته‌های گندم هم در تیمار آبیاری تکمیلی و هم در تیمار دیم شده بود. لذا با توجه به اهمیت زیاد این مرحله از رشد گندم و نظر به کمبود قابل توجه بارش بهاره، در دشت تبریز انجام آبیاری تکمیلی در فصل بهار ضروری می‌باشد. البته با توجه به مطلوب بودن میزان بارش در ماه‌های فروردین و اردیبهشت، در دو ماه اول فصل بهار محدودیتی وجود ندارد.

بارش خرداد

گندم دیم در ماه خرداد در مرحله پر شدن دانه قرار دارد. بارش خرداد عاملی است که باعث تعیین وزن و اندازه دانه‌ها در محصول گندم می‌شود. لذا کاهش آب تقریباً کلیه فرآیندهای دانه‌بندی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و موجب کاهش جذب مواد غذایی و در نهایت کاهش وزن کل دانه‌ها می‌شود (سبحانی ۱۳۸٤). بر اساس تحقیقی که گیوی (۱۳۷٦) در ایران انجام داد، بارش ایده‌آل در مرحله رسیدن دانه ۵۵ تا ۸۰ میلی‌متر پیشنهاد شده است. بر اساس یافته‌های این پژوهش بارش خرداد در دشت تبریز بسیار ناچیز است. متوسط بارش خرداد ۱۷/٦ میلی‌متر می‌باشد. در ۳۰ سال مورد بررسی تنها در ۱ سال بارش خرداد به اندازه کافی بوده و در هر دوره ۵ ساله نیز به طور میانگین در ٤/۸ سال بارش خرداد کمتر از حداقل مقدار توصیه‌شده می‌باشد (شکل ۷). با توجه به اهمیت بارش در این مرحله از رشد و محدودیت شدید در منطقه، انجام یک نوبت آبیاری تکمیلی در خرداد برای جلوگیری از کاهش چشمگیر عملکرد اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. مقدار آب مورد نیاز نیز با توجه به رطوبت خاک و میزان کمبود بارش در این مرحله تعیین می‌شود.

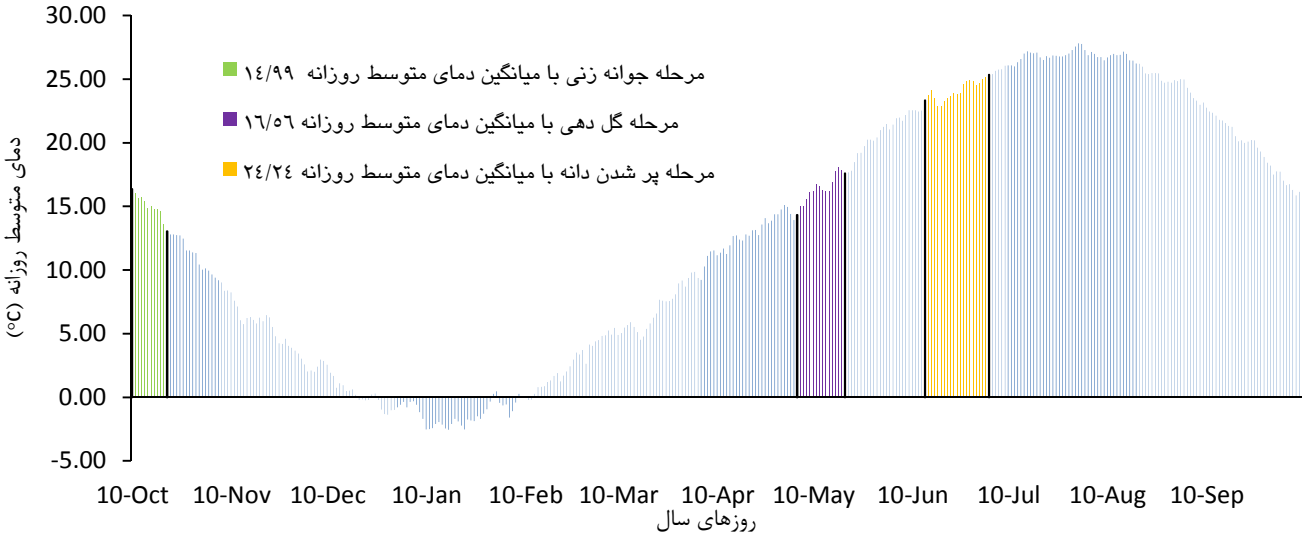


شکل۷- نمودار تعداد سال‌های با بارش خرداد کمتر از ۵۵ میلی‌متر در هر دوره.

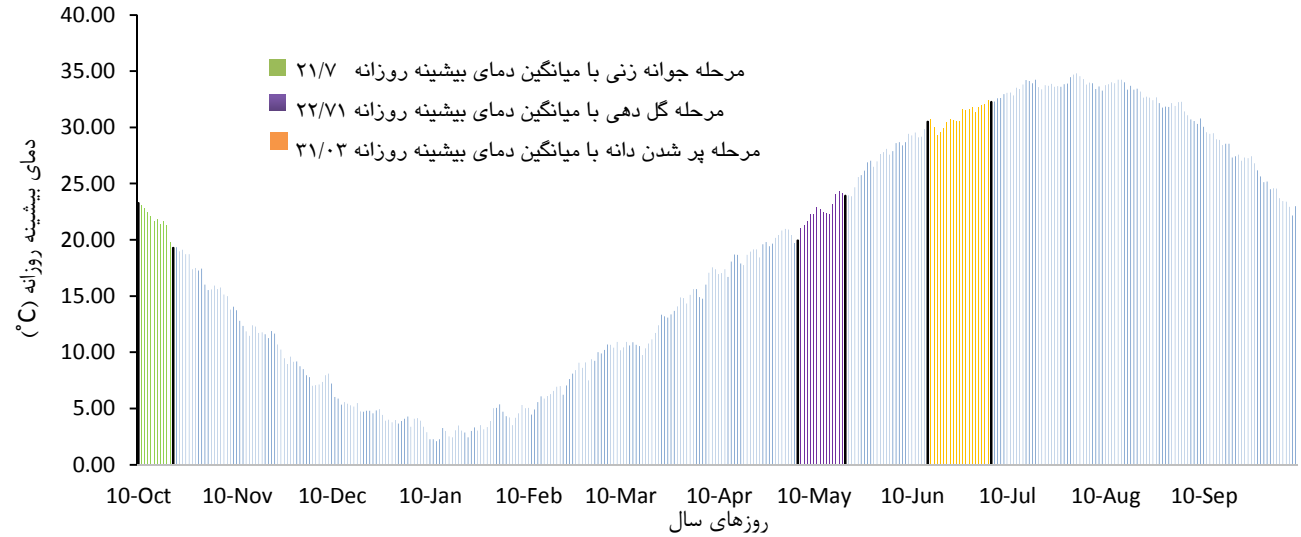
درجه حرارت

درجه حرارت در طول دوره رشد از مهمترین عوامل مؤثر بر گسترش و تعیین کشت محصولات زراعی در مناطق مختلف به شمار می‌رود. موفقیت در کشت و تولید یک محصول معین در یک منطقه تنها به درجه حرارت متداول بستگی ندارد؛ بلکه به مقدار و مدت استمرار درجه حرارت بالا یا پایین که مراحل نمو را به ترتیب کوتاه یا طولانی می‌کند، ارتباط دارد. در این بین مراحلی وجود دارد که به دلیل حساسیت گیاه نسبت به تغییرات آب و هوایی از اهمیت بیشتری برخوردار است. لذا در این تحقیق شرایط دمایی با توجه به نیازهای حرارتی گندم دیم در مراحل جوانه‌زنی، گل‌دهی و پر شدن دانه مورد بررسی قرار گرفته و نتایج در شکل‌های ۸ تا ۱۰ آمده است. دما در مراحل ابتدایی رشد گیاه به ویژه در دوره کاشت تا سبز شدن اثر قابل‌توجهی دارد. دانه گندم پس از جذب آب به میزان ٤٠ تا ٥٠ درصد وزن خشک خود و به شرط فراهم بودن سایر شرایط از نظر درجه حرارت و تهویه مناسب، جوانه می‌زند. رادمهر (۱۳۷٦) ٤ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد را به ترتیب به عنوان دماهای حداقل و حداکثر و نیز دمای ۱۲ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد را حرارت مطلوب برای جوانه زدن گندم معرفی کرده است. دوره گل‌دهی نیز از دیگر مراحل حساس فنولوژی گندم محسوب می‌شود. در این مرحله از رشد چنانچه دمای بیشینه روزانه از ۲۵ درجه سانتی‌گراد تجاوز کند موجب عقیمی اندام‌های نر در گندم می‌گردد (وارینگتون و همکاران ۱۹۷۷). با استفاده از رابطه GDD مدت‌زمان رسیدن به آغاز زمان مرحله گل‌دهی، GDD معادل ۱٤۰۰ تعیین شد. متوسط درجه حرارت بیشینه در طول مدت مرحله گل‌دهی که تقریباً ۱۵ روز می‌باشد محاسبه گردید. در مرحله پر شدن دانه نیز درجه حرارت‌های بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد موجب افزایش تبخیر - تعرق گیاه و بروز تنش آبی و در نتیجه چروکیده شدن دانه‌ها و افت عملکرد می‌گردد (کمالی ۱۳۷٦). برای محاسبه دمای بیشینه در این مرحله، مدت‌زمان رسیدن به GDD معادل ۲۲۰۰ که زمان آغاز مرحله پر شدن دانه است محاسبه شده و متوسط درجه حرارت بیشینه در طول این مرحله که حدوداً ۲۰ روز است محاسبه شد. بر اساس نتایج به دست آمده در منطقه مورد مطالعه طول مرحله جوانه‌زنی ۱۲ روز، آغاز مرحله گل‌دهی ۲۰۹ روز و آغاز مرحله پر شدن دانه ۲۵۰ روز پس از تاریخ کشت می‌باشد. از نظر دمایی در مراحل مختلف رشد و نمو گندم دیم شرایط مطلوبی حاکم است و فقط دمای بیشینه در مرحله پر شدن دانه حدود ۱ درجه سانتی‌گراد از درجه حرارت توصیه شده بیشتر است (شکل ۹). با توجه به شکل ۱۰ از نظر دماهای کمینه نیز در بلندمدت از اواسط دی‌ماه دما به زیر صفر می‌رسد که باید تا آن زمان گندم ۳ تا ٤ پنجه زده باشد تا بتواند در برابر

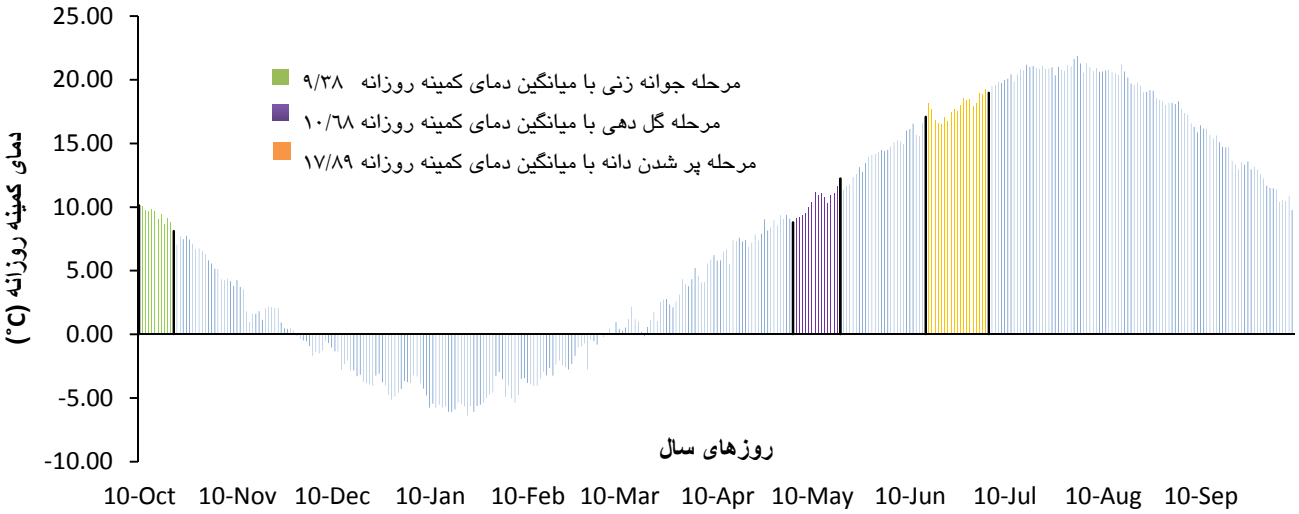
یخبندان زمستان مقاومت کند که با مدیریت صحیح زمان کاشت محدودیتی در این مورد وجود ندارد. جیمز و راجر (۱۹۹۱) اظهار داشتند دمای مطلوب قبل از برداشت بین ٦٠ تا ٧٠ درجه فارنهایت (معادل ١٥/٥ تا ٢١ درجه سانتی‌گراد) است. در صورتی که در فصل رشد بایستی بین ۸ تا ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد باشد. در این پژوهش دمای قبل از برداشت ٢٤/٢٤ درجه و متوسط دمای روزانه از تاریخ کاشت تا برداشت نیز ۸/۹٤ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.



شکل ۸- میانگین بلندمدت دمای متوسط روزانه دشت تبریز.



شکل ۹- میانگین بلندمدت دمای بیشینه روزانه دشت تبریز.



شکل ۱۰- میانگین بلندمدت دمای کمینه روزانه دشت تبریز.

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق امکان کشت گندم دیم در دشت تبریز مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به آمار ۳۰ ساله مورد استفاده، مقدار بارش منطقه مورد مطالعه کفایت لازم جهت تأمین نیاز آبی گندم در ماه‌های رشد را نداشته و انجام آبیاری تکمیلی ضروری می‌باشد. اما شناسایی مناسب‌ترین زمان برای انجام آبیاری تکمیلی به منظور بهترین استفاده از آب بکار برده شده مد نظر قرار گرفت. بر این مبنا ماه خرداد انتخاب گردید زیرا هم از نظر مقادیر بارش و کمبود آب مورد نیاز جزو ماه‌های کم آب در منطقه می‌باشد و هم از نظر حساسیت مراحل رشد گندم مقارن با مرحله پر شدن دانه‌هاست و جزو حساس-ترین مراحل رشد این گیاه می‌باشد. بررسی‌ها از نظر دمایی و مدت زمان هر یک از مراحل رشد نشان داد که در مراحل مختلف رشد و نمو گندم دیم از نظر دمایی شرایط مطلوبی در منطقه وجود دارد و تنها در مرحله پر شدن دانه‌ها دمای بیشینه حدود ۱ درجه سانتی‌گراد از مقادیر توصیه شده بیشتر است.

منابع مورد استفاده

بازگیر س، ۱۳۷۹. بررسی پتانسیل اقلیمی زراعت گندم دیم (مطالعه موردی استان کردستان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد کشاورزی، دانشگاه تهران.

بهنیا مر، ۱۳۷٦. غلات سردسیری، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران. ٦١٠ صفحه.

تدین مر و امام ی، ۱۳۸٦. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد گندم به آبیاری تکمیلی در شرایط دیم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ٥، شماره ۲، صفحه‌های ۲٥۹ تا ۲٦۹.

توکلی ع‌ر، ۱۳۹۲. کم آبیاری و مدیریت آبیاری تکمیلی گندم آبی و دیم در شهرستان سلسله. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۲۷، شماره ٤، صفحه‌های ٥۸۹ تا ٦۰۰.

حق پرست ر، ۱۳۹۲. اصول زراعت گندم دیم، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۱۹ صفحه.

دین‌پژوه ی و موحددانش ع‌ا، ۱۳۷٥. تعیین مناطق مساعد برای تولید غلات دیم با توجه به بارش‌های ماهانه آذربایجان‌شرقی، غربی و اردبیل. مجله نیوار، شماره ۳، صفحه‌های ۲٥ تا ۳۸.

رادمهر م، ۱۳۷٦. تأثیر تنش گرما بر فیزیولوژی رشد و نمو گندم. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۰۱ صفحه.

رستگار مع، ۱۳۸۷. دیمکاری. انتشارات برهمند. ۳٦۸ صفحه.
رمضانی اعتدالی ه، لیاقت ع، پارسی نژاد م، توکلی ع‌ر و بزرگ حداد ا، ۱۳۹۱. توسعه مدل تخصیص بهینه آب در اراضی آبی و دیم جهت افزایش بهره‌وری اقتصادی. رساله دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده مهندسی و فناوری کشاورزی، دانشگاه تهران.
زرین آ، ۱۳۷۹. مدل‌سازی میزان عملکرد محصول گندم دیم با توجه به پارامترهای اقلیم‌شناسی کشاورزی در استان آذربایجان‌غربی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس.
سبحانی ب، ۱۳۸٤. پهنه‌بندی آگروکلیماتیک استان اردبیل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS. رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
عینی ح، صادقی س و حسین‌زاده س‌ر، ۱۳۹۱. پهنه‌بندی پتانسیل‌های توپوکلیمای کشت گندم دیم در استان کرمانشاه. مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره ۱۹، صفحه‌های ۲۱ تا ٤٥.
فیضی‌زاده ب، ابدالی ح، رضایی بنفشه م و محمدی غ‌ح، ۱۳۹۱. پهنه‌بندی قابلیت کشت گندم دیم در سطح استان با استفاده از تحلیل‌های مکانی GIS. نشریه زراعت، شماره ۹٦، صفحه‌های ۷۵ تا ۹۱.
کاظمی‌راد م، ۱۳۷۷. تعیین زمان و منطقه مساعد کشت گندم دیم در آذربایجان‌غربی بر اساس توزیع دما و بارش. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، دانشگاه تربیت معلم تهران.
کمالی غ‌ع، ۱۳۷٦. بررسی اکولوژیکی توانایی‌های دیمزارهای غرب کشور از نظر اقلیمی و با تأکید خاص بر گندم دیم. رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
سرمدنیا غ.ح و کوچکی ع، ۱۳٦۸. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه مشهد. ٤۲۳ صفحه.
گیوی ج، ۱۳۷٦. ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی، مؤسسه تحقیقات آب و خاک. نشریه شماره ۱۰۱۵.
نجفی میرک ت، ۱۳۸۳. راهنمای داشت گندم. نشر آموزش کشاورزی. ۱۵٤ صفحه.
نخجوانی مقدم م.م، صدر قاین س.ح و اکبری م. ۱۳۸۹. اثرات تنش آبی بر عملکرد و کارایی مصرف آب گندم. سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی. دانشگاه شهید چمران، اهواز.
هادی م، خالدی م و مجنونی هریس ا، ۱۳۹٤. بررسی تغییرات و تحلیل حساسیت تبخیر-تعرق مرجع در منطقه شمال‌غرب ایران. سومین همایش بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
هاشمی ف، ۱۳۵۲. پیش‌بینی مقدار تولید محصول گندم ایران با استفاده از اطلاعات هواشناسی. نشریه هواشناسی. سازمان هواشناسی کل کشور.
Alexandrov V and Hoogenboom AG, 2001. Climate variation and crop production in Georgia, USA, during the twentieth century. Climate Research 17: 33-43.
Dehghani R, Joniyas A and Noor Hajjar S, 2014. Rainfall Distribution and Temperature Effects on Wheat Yield in Torbate Heydarie. International Journal of Scientific Research in Knowledge 2:121-126.
Hundal SS, Singh R and Dhaliva LK, 1997. Agro-climatic indices for predicting phonology of wheat (Triticum aestivum) in Punjab. Journal of Agriculture Science 67: 265- 268.
James CR and Roger JV, 1991. Wheat health management, American Physiological society. U.S.A. 152 Pages.
Kokik P, Heaney A, Pechey L, Crimp S and Fisher Brian S, 2005. Predicting the impacts on agriculture, a case study. Australian commodities, Climate Change 12: 1-14.

Norwood Charles A, 2000. Dry land Winter Wheat as Affected by Previous Crops. Agronomy Journal 92: 121-127.

Ress DJ, Samuillah A, Rehman F, Kidd CHR, Keating JDH and Reza SH, 1990. Precipitation and temperature regimes in uplanel Blochistan: their influence on rain-fed crop production. Agricultural and Forest Meteorology 52: 381-396.

Sharma A, Sood RK and Kalubarme MH, 2004. Agrometeorological wheat yield forecast in Himachal Pradesh. Journal of Agrometeorology 6: 153-160.

Warrington IJ, Dunstone RI and Green LM, 1977. Temperature effects at three development stages on the yield of wheat ear. Australian Journal of Agricultural Research 28: 11-27.

Zadoks JC, Change TT and Konzak CF, 1974. A decimal code for the growth stage of cereal. Weed Researchs 14: 415-421

Zhang Y, 1994. Numerical experiments for the impacts of temperature and precipitation on the growth and development of winter wheat. Journal of Environment Science 5: 194-200.