

بررسی شاخص‌های حرارتی در ده رقم گندم آبی و رابطه آن‌ها با عملکرد گندم

سعادت اسفندیاری^۱، عیسی ایرانی^۲ و علی شاه‌نظری^۳

چکیده

دما یکی از عوامل محیطی تأثیرگذار بر رشد و نمو محصولات نظیر گندم می‌باشد. در این پژوهش، شاخص‌های حرارتی مانند درجه روز رشد، واحد هلیوترمال (HTU)، کارایی استفاده از حرارت (HUE) و شاخص فتوترمال (PTI) برای ده رقم گندم آبی شامل ارقام گنبد، مروارید، N-87-20، N-90-7، N-91-8، N-91-9، N-91-10، N-91-17، تایگر و ناتاشا در فصل زراعی ۹۳-۹۴ در شهرستان گنبدکاووس محاسبه شد. بیشترین عملکرد مربوط به رقم N-90-7 و کمترین آن به رقم N-91-10 تعلق داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین ارقام گنبد و مروارید، N-87-20، N-91-9 و N-91-17 و ناتاشا هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در مقدار عملکرد وجود ندارد. همچنین، مشخص شد که بین عملکرد گندم و کارایی استفاده از حرارت یک همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ وجود دارد. از سویی دیگر، واحد هلیوترمال و شاخص فتوترمال تأثیر معنی‌داری روی عملکرد نداشت. همچنین، بین میزان درجه روز دریافتی تا زمان تشکیل اولین گره و مقدار تولید دانه یک همبستگی منفی و معنی‌دار وجود داشت. این پژوهش، نشان داد که ارقام N-90-7 و ناتاشا توان بالایی در استفاده مناسب از انرژی حرارتی داشته و رقم N-87-20 در این زمینه ضعیف می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: گندم، درجه روز رشد، شاخص فتوترمال، همبستگی.

مقدمه

عوامل هواشناسی نقشی مهم در سرانجام محصولات زراعی در هر منطقه ایفا می‌کنند. دما از مهم‌ترین این عوامل است که رشد و نمو محصولات زراعی نظیر گندم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مراحل مختلف رشد غلات انرژی حرارتی متفاوتی نیاز داشته و در نتیجه دریافت کامل این انرژی وارد فاز بعدی رشد خود می‌شود. بهره‌وری گندم بسیار متغیر بوده و عمدتاً تحت تأثیر بارش، دما و تابش می‌باشد (Pal et al, 2013). گیاه در طول مراحل مختلف رشد در معرض شرایط آب‌وهوایی

^۱ کارشناس جهاد کشاورزی شهرستان گنبدکاووس

^۲ کارشناس جهاد کشاورزی شهرستان گنبدکاووس

^۳ استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

متغیر قرار می‌گیرد که سبب تغییرات زیاد در مقدار رشد و عملکرد می‌شود (Pal et al, 2013). برای کمی کردن رابطه حرارتی محصولات، روش واحدهای حرارتی به‌طور وسیعی استفاده می‌شود (Ramteke et al, 1996) و جدیداً واحد گرمانوری و هلیوترمال را نیز به آن اضافه شده است (Rao et al, 1999). آب‌وهوای سرد در طول دوره رویشی و آب‌وهوای گرم در طول دوره رسیدگی برای گندم مناسب است.

تأثیر دما روی فنولوژی و عملکرد گیاهان زراعی را می‌توان از طریق سامانه واحدهای حرارتی تجمعی یا درجه - روزهای رشد در شرایط مزرعه مطالعه نمود (Chakravarty and sastry 1984, Rajput et al 1987). گرچه مقدار تجمعی درجه - روزهای رشد در هر مرحله توسعه تقریباً ثابت و به تاریخ کاشت وابسته است، لیکن نوع رقم محصول ممکن است مقدار آن را به‌طور قابل‌توجهی تغییر دهد (phadnawis and saini 1992). با استفاده از این سامانه می‌توان مراحل مختلف رشد و نیز میزان عملکرد محصول را پیش‌بینی کرد.

مفهوم واحد فتوترمال، یک شاخص قابل‌اعتماد را برای پیشرفت محصولاتی که می‌تواند برای پیش‌بینی عملکرد هر محصولی استفاده شود، فراهم می‌کند (Pal et al, 2013). گزارش شده است که کاشت زودهنگام گیاه اجازه بیشترین تجمع مجموع حرارت و واحد فتوترمال را می‌دهد و این مسئله سبب رشد و عملکرد بهتر محصول می‌شود (Ghadekar et al. 1992). کارایی استفاده از حرارت (HUE) یعنی کارایی استفاده از حرارت برحسب تجمع ماده خشک به نوع محصول، عوامل ژنتیکی و تاریخ کاشت وابسته است و بیشترین کاربرد عملی را دارد (Rao et al, 1999). واحد هلیوترمال (HTU)، حاصل ضرب درجه روزهای رشد تجمعی و ساعات آفتابی روشنایی بین آستانه‌های نمودی هرروز است (Patil et al, 2014).

در این پژوهش، با استفاده از آمار هواشناسی در طول دوره رشد گندم مقادیر درجه روز رشد مراحل مختلف توسعه گندم تعیین و شاخص‌های حرارتی مختلف محاسبه شده است. سپس با استفاده از مدل رگرسیون خطی روابط بین عملکرد ارقام مختلف و شاخص‌های حرارتی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دهستان آق‌آباد شهرستان گنبدکاووس بر روی ده رقم گندم آبی انجام گرفت. ارقام گندم شامل گنبد، مروارید، N-87-20، N-90-7، N-91-8، N-91-9، N-91-10، N-91-17، تایگر و ناتاشا بودند. هر رقم در کرتی به ابعاد ۳۰ در ۷۰ متر در تاریخ ۱۹ آذرماه سال ۱۳۹۳ با استفاده از

دستگاه کمینات کشت گردید. در طول دوره رشد، در فواصل زمانی چندروزه مراحل فنولوژیکی گیاه یادداشت‌برداری شد. عملیات زراعی انجام‌شده روی ارقام در شرایط زارع بود. با توجه به آبی بودن ارقام تنها یک‌بار امکان آبیاری آن‌ها فراهم شد و دلیل این عدم آبیاری کامل ناشی از عدم فعالیت ایستگاه پمپاژ سد گلستان به دلیل خرابی تجهیزات بود. برای مقایسه عملکرد ارقام، ۳ کادر یک مترمربعی به صورت تصادفی در کرت‌های هر رقم انتخاب شد و مقدار دانه آن محاسبه و عملکرد ارقام در هکتار به دست آمد.

برای محاسبه درجه روزهای رشد مراحل مختلف فنولوژیکی ارقام از داده‌های ایستگاه هواشناسی همدید گنبد استفاده گردید. دمای صفر بیولوژیک برای گندم ۴ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. شاخص‌های حرارتی که در این پژوهش مورداستفاده قرار گرفت شامل واحد هلیوترمال^۱، کارایی استفاده از حرارت^۲ و شاخص فتوترمال^۳ بودند. این شاخص‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه می‌شود (Kumar et al, 2008; Girijesh et al, 2011):

$$GDD = \sum_{i=1}^n \left[\frac{T_{max} + T_{min}}{2} \right] - T_b \quad (1)$$

T_b دمای پایه به درجه سانتی‌گراد، T_{max} دمای بیشینه و T_{min} دمای کمینه می‌باشد.

$$HTU = GDD * N \quad (2)$$

$HTU =$ واحد هلیوترمال، $GDD =$ درجه روزهای رشد، $N =$ مجموع تجمعی ساعات آفتابی از

کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیکی

$$HUE = \text{Grain yield (kg/ha)} \div GDD \quad (3)$$

$HUE =$ کارایی استفاده از حرارت

$$PTI = GDD \div \text{Growth days} \quad (4)$$

$PTI =$ شاخص فتوترمال

در پایان فصل برداشت و مشخص شدن عملکرد ارقام ذکرشده، مقادیر درجه روز رشد و سپس شاخص‌های قیدشده در بالا برای ده رقم گندم محاسبه شد. با استفاده از مدل رگرسیون خطی روابط این عوامل با مقدار عملکرد ارقام گندم آبی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها

عملکرد ارقام مختلف بین ۴۲۳۶ تا ۵۳۶۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که بیشترین آن مربوط به رقم N-90-7 و کمترین عملکرد در رقم N-91-10 مشاهده شد. رقم ناتاشا نیز با مقدار

¹ Heliothermal unit

² Heat use efficiency

³ Phenothermal index

عملکرد ۵۳۵۸ کیلوگرم در هکتار در رده دوم قرار گرفت. تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری در عملکرد بین ارقام وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس عملکرد ارقام گندم آبی

F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	
۱۸۴/۶۸۴**	۵۲۲۰۷۸/۹۷۸	۹	۴۶۹۸۷۱۰/۸	بین تیمارها
	۲۸۲۷/۰۳۳	۲۰	۵۶۵۴۰/۶۶۷	درون تیمارها
		۲۹	۴۷۵۵۲۵۱/۴۶۷	کل

بررسی‌ها نشان داد که بین ارقام گند و مروارید، N-87-20، N-91-9، N-91-17 و N-90-7 و ناتاشا هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در مقدار عملکرد وجود ندارد (شکل ۱).



شکل ۱- تفاوت ارقام گندم آبی در مقدار عملکرد دانه (حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین ارقام می‌باشد).

بیشترین درجه روز دریافتی در رقم تایگر به مقدار ۱۷۱۱ و کمترین آن در رقم ناتاشا به میزان ۱۵۶۵ درجه مشاهده گردید. تفاوت مقدار درجه روز دریافتی برابر با ۱۵۵ درجه می‌باشد که چندان قابل توجه نیست. ضمناً، تفاوت کمی هم در درجه روز بین آن‌ها ایجاد نشده است؛ اما به دلیل اینکه

مراحل مختلف رشد و توسعه ارقام با یکدیگر متفاوت است، لذا درجه روز دریافتی در هر کدام از مراحل رشد برای این ده رقم گندم متفاوت بوده و در برخی مراحل اختلاف بین آن‌ها زیاد می‌باشد (جدول ۲). به‌عنوان مثال، در مرحله خمیری مقدار درجه روز دریافتی توسط رقم گنبد ۸۲ درجه در حالی که در رقم N-87-20 این مقدار مساوی ۲۰۰ درجه روز می‌باشد که اختلاف قابل توجهی دارند. سیکدر^۱ (۲۰۰۹)، مقدار درجه روز رشد را برای ۶ رقم گندم بین ۱۳۴۵-۱۵۶۰ درجه محاسبه کرد که با یافته‌های این پژوهش متفاوت است. همچنین، یافته‌های پژوهش سیکدر (۲۰۰۹) با یافته‌های پژوهش حاضر در میزان درجه روز دریافتی تا مرحله پنجه‌زنی کاملاً منطبق است.

جدول ۲- مقادیر درجه روز رشد دریافتی در مراحل مختلف رشد ارقام مختلف گندم آبی

رقم	سبز شدن	شروع ۳ برگ	پنجه‌زنی	شروع ۵ برگ	ظهور اولین گره	ظهور دومین گره	ظهور برگ پرچم	بوتینگ	ظهور سنبله	شروع گلدهی	دانه‌بندی	مرحله شیری	مرحله خمیری	فیزیولوژیک رسیدگی	رسیدگی کامل	مجموع
مروارید	۹۹	۱۲۶	۶۷	۹۱	۹۸	۶۸	۹۷	۱۳۳	۹۷	۱۱۰	۶۲	۱۰۱	۱۴۸	۱۴۶	۱۷۲	۱۶۰۷
گنبد	۹۹	۱۲۹	۵۴	۸۲	۱۱۱	۶۷	۱۰۴	۱۳۲	۱۱۵	۱۰۲	۴۹	۱۳۵	۸۲	۱۶۴	۱۷۲	۱۵۹۷
N-87-20	۱۰۴	۱۲۲	۳۳	۹۲	۱۰۱	۷۷	۹۳	۱۴۹	۸۸	۷۵	۷۶	۱۰۷	۲۰۰	۱۵۳	۲۰۴	۱۶۷۱
N-90-7	۹۹	۱۲۹	۵۱	۷۱	۱۰۱	۶۰	۵۷	۱۶۳	۵۶	۷۹	۶۵	۱۱۳	۱۸۱	۱۵۹	۱۸۶	۱۵۷۱
N-91-8	۹۵	۱۲۱	۴۴	۵۸	۱۲۲	۵۰	۱۰۵	۱۳۹	۱۰۸	۶۵	۷۹	۹۱	۱۳۵	۱۷۶	۱۸۶	۱۵۷۱
N-91-9	۹۹	۱۲۲	۴۲	۳۳	۱۴۵	۴۲	۱۱۹	۱۳۶	۱۵۱	۱۰۲	۴۹	۱۰۱	۱۱۷	۱۴۲	۱۹۳	۱۵۹۱
N-91-10	۱۰۴	۱۲۱	۴۵	۳۷	۱۳۸	۳۸	۱۱۰	۱۳۹	۱۳۴	۸۳	۵۸	۱۰۷	۱۲۹	۱۶۱	۱۹۳	۱۵۹۷
N-91-17	۹۹	۱۲۹	۵۵	۲۵	۱۴۳	۴۸	۱۰۷	۱۳۶	۶۲	۸۸	۷۴	۹۱	۱۶۷	۱۷۸	۱۹۳	۱۵۹۷
تایگر	۹۹	۱۳۴	۵۰	۸۲	۸۱	۶۱	۱۲۲	۱۴۰	۱۰۸	۱۶۸	۶۱	۱۰۱	۱۵۲	۱۴۹	۲۰۴	۱۷۱۱
ناتاشا	۹۹	۱۲۲	۴۶	۹۲	۶۹	۳۵	۹۲	۱۶۰	۱۰۳	۴۲	۱۰۱	۹۱	۱۶۷	۱۷۸	۱۶۷	۱۵۶۵

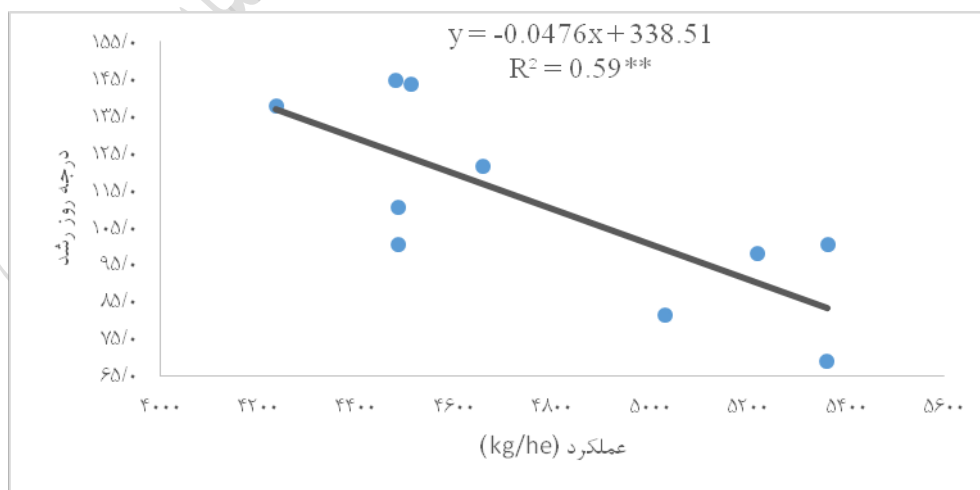
بر اساس پژوهش‌های پارتاساراتی^۲ و همکاران (۲۰۱۳)، کمینه درجه روز مورد نیاز سبز شدن در گندم ۱۲۵ واحد است که در این پژوهش مقدار درجه روز دریافتی توسط ارقام کمتر از این مقدار می‌باشد. دلیل این تفاوت را شاید بتوان به نوع رقم و اقلیم متفاوت پژوهش آن‌ها با این پژوهش نسبت داد. کمینه درجه روز لازم برای تکمیل دوره رشد گندم برابر ۱۵۳۶ واحد است که تمامی ارقام مورد مطالعه در این پژوهش آن را دریافت کردند. طبق جدول (۲)، میزان درجه روز مورد نیاز در مراحل مختلف رشد متفاوت بوده و از روند خاصی پیروی نمی‌کند. یافته‌ها نشان داد که کمترین

^۱ Sikder

^۲ Parthasarathi

مقدار درجه روز برای تمامی ارقام در مرحله پنجه‌زنی و بیشترین آن در مرحله رسیدگی کامل روی داده است. سیکدر (۲۰۰۹) دریافت که کمترین مقدار درجه روز در مرحله رشد اولیه ریشه و بیشترین آن در مرحله رسیدگی به دست آمده است. او همچنین دریافت که مقدار درجه روز لازم برای هر مرحله رشد ارقام از یک روند افزایشی پیروی می‌کند که با یافته‌های ما در تضاد است. در پژوهش ذکر شده، مقدار دمای پایه را برای گندم ۱۰ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفتند در حالی که در این پژوهش، دمای پایه گندم ۴ درجه سانتی‌گراد انتخاب شد. آمراوات^۱ و همکاران (۲۰۱۳)، دریافتند که کمترین مقدار درجه روز رشد در مرحله خوشه‌دهی روی می‌دهد که با یافته‌های این پژوهش متناقض است. از دیگر دلایل متفاوت بودن یافته‌های پژوهش‌های ذکر شده با این پژوهش می‌توان به تنوع تاریخ کاشت در پژوهش‌های ذکر شده اشاره کرد. تمامی ارقام این پژوهش در یک روز کشت شدند، در حالی که در پژوهش سیکدر (۲۰۰۹) و آمراوات و همکاران (۲۰۱۳) تاریخ‌های کاشت متفاوتی لحاظ شده است. در اقلیم شهرستان گنبدکاووس، زمان خوشه‌دهی غالباً با شروع افزایش دمای هوا مصادف می‌شود که این مسئله سبب افزایش انرژی حرارتی دریافتی توسط گیاه گندم می‌شود. همچنین، تفاوت اقلیمی، تفاوت در نوع رقم و شرایط مدیریتی مزرعه در نتیجه پژوهش تأثیرگذار است.

یافته‌ها نشان داد که بین میزان درجه روز دریافتی در مرحله تشکیل اولین گره در گندم و عملکرد یک رابطه منفی معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ وجود دارد (شکل ۲). مقدار ضریب همبستگی این رابطه ۰/۵۹ به دست آمد (شکل ۲).



شکل ۲- رابطه رگرسیون خطی درجه روز رشد با میزان عملکرد ارقام گندم آبی در مرحله تشکیل اولین گره ($R^2=0.59^{**}$)

¹ Amrawat

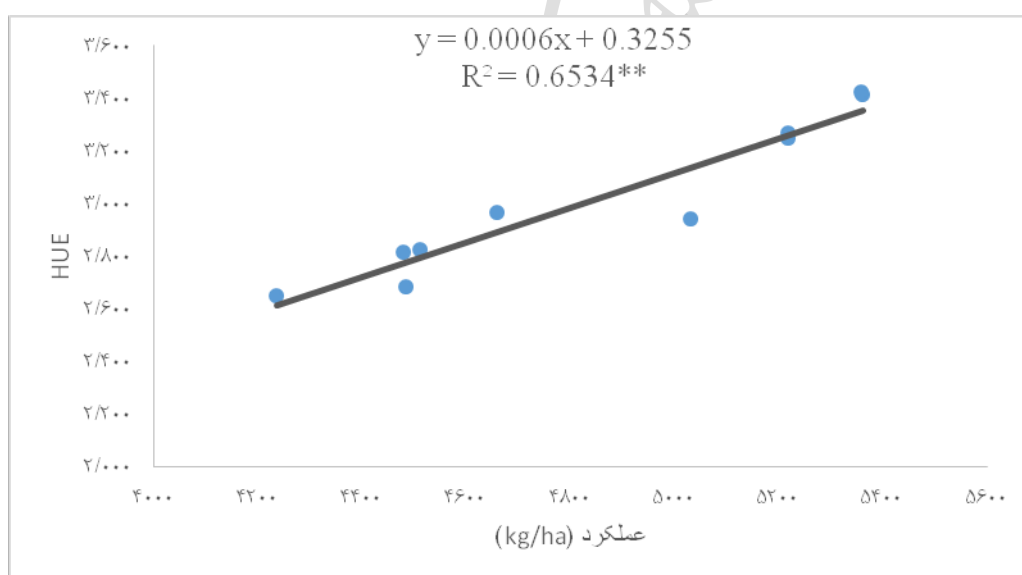
به نظر می‌رسد که دریافت انرژی حرارتی کمتر در مرحله تشکیل اولین گره یا کوتاه‌تر بودن این دوره رشد تأثیر بسزایی در افزایش عملکرد گندم داشته باشد. به بیان دیگر، ارقامی که دوره سبز شدن تا تشکیل اولین گره در آن‌ها کوتاه‌تر باشد عملکرد بیشتری دارند. درجه روز رشد در طول زمان کاشت تا شروع تاج ریشه، شروع تاج ریشه تا پنجه‌زنی و گلدهی تا مرحله شیری به‌عنوان یک پیش-بینی کننده مهم وزن ساقه در مرحله شیری عمل می‌کند، حال آنکه درجه روز رشد پنجه‌زنی تا گلدهی تأثیر قابل توجهی روی وزن ساقه در مرحله شیری ندارد (Basu et al, 2012). باسو و همکاران (۲۰۱۲) دریافتند که شمار پنجه در مراحل پنجه‌زنی، گلدهی و شیری به‌طور محسوسی تحت تأثیر مقدار درجه روز رشد در مراحل مختلف رشد است. همچنین، آن‌ها دریافتند که درجه روز رشد در طول مراحل فنولوژی گندم به‌طور محسوسی فرآیندهای رشد یعنی ذخیره ماده خشک در قسمت‌های مختلف گیاه مانند شمار پنجه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این در حالی است که در سایر مراحل رشد و توسعه گندم هیچ‌گونه رابطه معنی‌داری بین درجه روز و عملکرد گندم مشاهده نشد.

مقادیر شاخص‌های حرارتی محاسبه‌شده در این پژوهش، در جدول (۳) آورده شده است. بیشترین مقدار واحد هلیوترمال (HTU) در رقم تایگر به مقدار ۱۴۳۵۵۷۴ و کمترین آن در رقم N-91-8 به میزان ۱۲۶۴۶۵۵ مشاهده گردید.

جدول ۳- مقایسه میانگین مقادیر واحد هلیوترمال، کارایی استفاده از حرارت و شاخص فوتوترمال در ارقام گندم آبی

نام رقم	واحد هلیوترمال (HTU)	کارایی استفاده از حرارت (HUE)	شاخص فوتوترمال (PTI)
مروارید	۱۳۳۰۱۵۵ ^a	۳/۲۵ ^a	۹/۵۷ ^a
گنبد	۱۳۲۲۰۰۲ ^b	۳/۲۷ ^a	۹/۵۱ ^b
N-87-20	۱۴۱۵۷۴۹ ^c	۳/۶۸ ^b	۹/۷۷ ^c
N-90-7	۱۲۶۴۶۵۵ ^d	۳/۴۱ ^c	۹/۴۱ ^d
N-91-8	۱۲۶۴۶۵۵ ^d	۲/۹۷ ^d	۹/۵۲ ^h
N-91-9	۱۲۹۸۷۸۲ ^e	۲/۸۲ ^e	۹/۴۷ ^e
N-91-10	۱۳۰۳۴۷۵ ^f	۲/۶۵ ^f	۹/۴ ^d
N-91-17	۱۳۰۳۵۱۶ ^g	۲/۸۳ ^g	۹/۵۱ ^h
تایگر	۱۴۳۵۵۷۴ ^h	۲/۹۴ ^h	۱۰/۰۶ ^f
ناتاشا	۱۲۷۷۴۰۱ ⁱ	۳/۴۲ ^c	۹/۳۷ ^g

طبق جدول بالا، در مقدار واحد هلیوترمال تنها بین ارقام N-90-7 و N-91-8 تفاوت معنی‌دار مشاهده نمی‌شود و بقیه ارقام اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند. ارقام مروارید و گنبد و ارقام N-90-7 و ناتاشا از لحاظ کارایی استفاده از حرارت هیچ‌گونه تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشت (جدول ۳). ارقام گنبد، N-91-8 و N-91-17 شاخص فتوترمال مشابهی داشتند و ارقام N-90-7 و N-91-10 از لحاظ شاخص فتوترمال اختلاف معنی‌داری باهم نشان نداد. رقم ناتاشا بیشترین مقدار کارایی استفاده از حرارت را به خود اختصاص داد (۳/۴۲) و کمترین آن در رقم N-91-10 (۲/۶۵) مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص فنوترمال به رقم تایگر و کمترین آن به رقم ناتاشا تعلق داشت. تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که در میان این سه شاخص حرارتی، تنها کارایی استفاده از حرارت رابطه معنی‌دار با مقدار عملکرد گندم داشت. یک رابطه مثبت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ بین کارایی استفاده از حرارت و میزان عملکرد ارقام مختلف گندم مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳- رابطه رگرسیون خطی بین کارایی استفاده از حرارت (HUE) و عملکرد ارقام گندم آبی ($R^2=0.6534^{**}$).

دامنه تغییرات مقدار واحد هلیوترمال در ده رقم گندم بین ۱۴۳۵۵۷۴-۱۲۶۴۶۵۵ به دست آمد. در پژوهشی در هندوستان، دامنه تغییرات واحد هلیوترمال برای ۶ رقم گندم بین ۹۸۶۵-۸۰۴۵ به دست آمد که با یافته‌های ما متفاوت است (Sikder, 2009). همچنین، مقادیر شاخص فنوترمال بین ۱۰/۱ - ۹/۴ متغیر بود. سیکدر (۲۰۰۹) دامنه تغییرات آن را بین ۱۵/۹۵-۱۴/۹ به دست آورد که با مقادیر این پژوهش تفاوت دارد. مقدار کارایی استفاده از حرارت (HUE) از ۲/۷ در رقم N-87-20 تا

۳/۴ در ارقام N-90-7 و ناتاشا متغیر بود. در پژوهش سیکدر (۲۰۰۹) مقادیر این شاخص برای ۶ رقم گندم بین ۳/۰۷ - ۱/۹۵ به دست آمد که تا حدودی با یافته‌های ما مطابقت دارد.

فادناویس^۱ و ساینی^۲ (۱۹۹۲) بیان کردند که انباشتگی درجه روزهای رشد و واحدهای حرارتی نوری برای هر مرحله نمو نسبتاً ثابت بوده و مستقل از تاریخ کاشت و رقم می‌باشد. در پژوهشی در رایچر^۳ هندوستان مشخص شد که نوع رقم خیلی نمی‌تواند سبب تفاوت در انباشتگی درجه روز رشد و واحدهای حرارتی نوری در گندم شود (Prabhakar et al, 2007). با توجه به نمودار (۳)، می‌توان استنباط نمود که رقم N-90-7 و ناتاشا ارقامی هستند که قدرت بالایی برای استفاده بهتر از انرژی حرارتی دارد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش مشخص شد که میزان درجه روز دریافتی در مرحله تشکیل اولین گره در ساقه گندم می‌تواند تأثیر مهمی در میزان عملکرد داشته باشد. به طوری که درجه روز کمتر در این دوره مساوی با عملکرد بیشتر در آخر فصل رشد است. همچنین، کارایی استفاده از حرارت یک رابطه مثبت معنی‌دار با عملکرد گندم داشته و لذا با دانستن این موضوع می‌توان برآوردی از عملکرد نهایی محصول داشت. از سویی دیگر، افزایش عملکرد با بیشتر شدن مقدار کارایی استفاده از حرارت به این معناست که توان استفاده از انرژی گرمایی در ارقام مختلف متفاوت است و بهترین ارقام از لحاظ استفاده بهینه از انرژی حرارتی شامل رقم N-90-7 و ناتاشا بوده و رقم N-87-20 کارایی پایینی در بهره‌برداری از این انرژی دارد. البته، صرفاً با تکیه بر این پژوهش نمی‌توان به نتیجه‌گیری کامل رسید بلکه نیازمند مطالعات بیشتر و استفاده از متغیرهای مختلف نظیر تاریخ کاشت، تراکم‌های مختلف و دفعات آبیاری برای نتیجه‌گیری کامل و درست ضروری است.

منابع مورد استفاده

- 1- Ghadekar, S.R. et al. (1992). Indian J. Agric. Res., 26: 195-204.
- 2- Chakravarty, N. V. K and Sastry, P. S. N. (1984). Phenology and accumulated heat unit relationships in wheat under different planting dates in the Delhi regions. *Agric. Sci. Prog.* 1, 32-42.
- 3- Rajput, R. P., Deshmukh, M. R. and Paradkar V. K. (1987). Accumulated heat unit and phenology relationships in wheat (*Triticum aestivum* L) as influenced by planting dates under late sown conditions. *J. Agron. Crop Sci.* 159, 345- 348.

¹ Phadnawis

² Saini

³ Raichur

- 4- Phadnawis NB and Saini AD.(1992). Yield models in wheat based on sowing time and phenological development. *Annals Plant Physiology*.6 (1): 52-59.
- 5- Pal, R.K., Rao, M.N.N., Murty, N.S.(2013). Agro-meteorological Indices to Predict Plant Stages and Yield of Wheat for Foot Hills of Western Himalayas. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*. 9: 909-914.
- 6- Patil, S.R., Jadhav, M.G., Jadhav, J.D. (2014). Growing degree days (GDD), heliothermal units (HTU) as influenced by sowing periods and varieties in soybean. *International Journal Of Plant Sciences*, 9, 312-318.
- 7- Ramteke, S. D., Chetti, M. B., Salimath, P. M. (1996), Heat unit requirement of chickpea genotypes for various phenological stages during kharif and rabi seasons, *Annals of Plant Physiology*, 10 (2): 176-181.
- 8- Rao, V.U. M., Singh, D., Singh, R. (1999), Heat use efficiency of winter crops in Haryana, *J. Agrometeorol.*, 1(2): 143-148.
- 9- Parthasarathi, T., Velu, G., Jeyakumar, P. (2013), Impact of Crop Heat Units on Growth and Developmental Physiology of Future Crop Production: A Review. *Research & Reviews: A Journal of Crop Science and Technology*, 2: 2319-3395.
- 10- Sikder, S., (2009), Accumulated Heat Unit and Phenology of Wheat Cultivars as Influenced by Late Sowing Heat Stress Condition. *J Agric Rural Dev* 7:57-64.
- 11- Amrawat, T., Solanki, N. S., Sharma, S. K., Jajoria, D. K., Dotaniya, M. L. (2013), Phenology growth and yield of wheat in relation to agrometeorological indices under different sowing dates. *African Journal of Agricultural Research*, 7: 6366-6374.
- 12- Kumar, A., Pandey, V., Shekh, A. M., Kumar, M., (2008), Growth and Yield Response of Soybean (*Glycine max* L.) In Relation to Temperature, Photoperiod and Sunshine Duration at Anand, Gujarat, India. *American-Eurasian Journal of Agronomy*, 1: 45-50.
- 13- Girijesh, G.K., Kumara swamy, A.S., Sridhara, S. Dinesh Kumar, M., Vageesh, T.S & Nataraju, S.P., (2011), heat use efficiency and helio-thermal units for maize genotypes as influenced by dates of sowing under southern transitional zone of karnataka state. *International journal of science and nature*, 2: 529-533.
- 14- Basu, S., Parya, M., Dutta, S. K., Jena, S., Maji, S., Nath, R., Mazumdar, D., Chakraborty, P. K., (2012), Effect of growing degree day on different growth processes of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Crop and Weed*, 8: 18-22.
- 15- Phadnawis, N. B., Saini, A. D., (1992), Yield models in wheat based on sowing time and phenological development. *Annals of Plant Physiology*, 6: 52-59.
- 16- Prabhakar, B. N., Halepyati, A. S., Desai, B. K., Pujari, B. T., (2007), Growing Degree Days and Photo Thermal Units Accumulation of Wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. durum* Desf.) Genotypes as Influenced by Dates of Sowing. *Karnataka J. Agric. Sci.*, 20(3): 594-595.

Evaluation of Heat indices in ten irrigated wheat varieties and their relationship with wheat yield

S.Esfand Yari, I. Irani, A. Shah Nazari

Abstract

The temperature is one of the factors that can influence of the growth of crops including wheat. In this study, heat indices such as growing degree days, heliothermal unit, heat use efficiency and phenothermal index was calculated for ten irrigated wheat cultivars includes Gonbad, Morvarid, N-87-20, N- 90-7, N-91-8, N-91-9, N-91-10, N-91-17, Tiger and Natasha in Gonbad City in 2014. The highest yield was observed to N-90-7 variety and the lowest yield was to N-91-10 variety. Analysis variance showed that there was no significant difference in yield between Gonbad and Morvarid, N-87-20, N-91-9, N-91-17 and N-90-7, Natasha varieties. Also, it was found that there was a positive significant correlation at 0.01 level between wheat yield and heat use efficiency. On the other hand, Heliothermal unit and Phenothermal index has no significant effect on wheat yield. On the other hand, there was a negative correlation between GDD recived at the time of first node formation and value of grain yield. This study showed that N-90-7 and Natasha varieties has high potential to make good use of thermal energy, but N-87-20 variety was weak in this context.

Keywords: Wheat, Growth degree days, Phenothermal index, Correlation.